

Bottom ash Limbah Batubara sebagai Media Filter yang Efektif pada Pengolahan Limbah Cair Tekstil

Ainur Rosyida*

Akademi Teknologi Warga Surakarta

Jl. Raya Solo Baki km. 2, Kwarasan, Grogol Solo Baru, Sukoharjo

Abstract

Wastewater from textile industry contains very high contaminants. Therefore, a suitable treatment method is highly required to fulfill wastewater quality standard. Filtration is a step in wastewater treatment which affects duration of the whole process. By filtration, organic materials, solid particles and heavy metals can be significantly reduced. As a result, the load for biological process (activated sludge) decreases very much. The objective of this research is to obtain the most effective filtration medium for wastewater treatment from textile industry. Performance of three filter media (activated carbon, activated zeolite and coal bottom ash) were compared.

The experiment was started by doing a preliminary process (stabilization, flotation, coagulation-sedimentation) to separate big size particles from wastewater before filtration. Then, the filtration medium was placed in a filtration column and a stream of wastewater was flown through the column at a certain flow rate. In order to better understand the effectiveness of medium, a sample of wastewater before and after filtration was measured for TSS, BOD, COD values and heavy metal (Cr) content.

The experimental result showed that filtration using coal bottom ash was more effective than that using activated zeolite and activated carbon. The filtration was able to reduce TSS by 32,5%, COD by 54,1%, BOD by 58,9% and heavy metal (Cr) content 80,8%. Thus, coal bottom ash could be utilized as an effective filtration medium in the treatment of textile industry wastewater.

Keywords: wastewater, textile industry, filtration, bottom ash, activated carbon, activated zeolite

Abstrak

Limbah cair tekstil mempunyai beban pencemaran yang tinggi sehingga dalam penanganannya perlu dipilih cara pengolahan dan media yang tepat agar hasil olahan memenuhi baku-mutu limbah. Salah satu tahap yang menentukan lamanya waktu pengolahan limbah adalah proses filtrasi. Kandungan zat organik, partikel padatan, dan logam berat dalam limbah dapat dikurangi dalam jumlah yang cukup besar dengan cara filtrasi, yang dapat mengurangi waktu dan beban pada proses selanjutnya (pengolahan biologi dengan lumpur aktif). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu bahan yang paling efektif untuk media filter pada pengolahan limbah cair industri tekstil. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan kemampuan tiga jenis media filter yaitu karbon aktif, zeolit aktif dan limbah batubara (*bottom ash*).

Sebelum dilakukan filtrasi, mula-mula limbah cair dilakukan stabilisasi, flotasi, koagulasi-sedimentasi agar partikel berukuran besar yang terkandung didalamnya terpisahkan. Limbah cair tersebut kemudian dialirkan dengan laju alir tertentu melalui kolom filtrasi yang terisi oleh media filter. Untuk mengetahui efektivitas media filter, diuji kandungan TSS, BOD, COD dan Cr limbah sebelum dan sesudah proses filtrasi.

Hasil percobaan filtrasi dengan ketiga media filter menunjukkan bahwa filtrasi dengan menggunakan media *bottom ash* limbah batubara lebih baik dibanding dengan filtrasi dengan zeolit aktif dan karbon aktif. Filtrasi dengan *bottom ash* dapat menurunkan beban pencemaran dalam jumlah yang lebih besar, khususnya pada nilai TSS sebesar 32,5%, COD 54,1%, BOD 58,9% serta kandungan logam berat Cr 80,8%. Oleh sebab itu, *bottom ash* limbah batubara dapat digunakan sebagai media filter yang efektif dalam proses filtrasi limbah cair tekstil.

Kata kunci: limbah cair, industri tekstil, filtrasi, *bottom ash*, karbon aktif, zeolit aktif

Pendahuluan

Penggunaan zat-zat kimia seperti alkali, kanji, asam, oksidator, reduktor, elektrolit, surfaktan, zat warna dan panas yang tinggi dalam proses industri tekstil menyebabkan limbah cair tekstil

mempunyai pH tinggi, *total suspended solid* (TSS), *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) tinggi, berwarna, berminyak, panas dan berbau. Limbah tekstil ini bila dibuang langsung ke lingkungan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan sering menimbulkan konflik antara industri dan masyarakat yang ada di sekitarnya.

* Alamat korespondensi: email: kenur@atw.ac.id, fax : (0271) 621178

Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa hampir seluruh perusahaan tekstil berskala besar dan menengah telah mempunyai instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Akan tetapi kenyataannya, hanya sebagian kecil saja perusahaan yang mampu mengolah limbah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini terbukti dari hasil prokasi pada beberapa perusahaan tekstil di Kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar pada akhir tahun 2009, yang menunjukkan bahwa *effluent*-nya belum memenuhi baku mutu limbah cair. Parameter yang umumnya belum memenuhi baku mutu limbah adalah : *BOD*, *COD* dan *TSS* (Dinas Lingkungan Hidup Kab. Sukoharjo dan Karanganyar, 2010). Permasalahan lain adalah adanya kandungan logam berat yang berbahaya pada beberapa zat warna tekstil, diantaranya Cu, Ni, Cr, Hg dan Co dalam bentuk gugus fungsi. Polutan tersebut ada pada limbah cair tekstil karena pada proses pencelupan hanya sebagian zat warna yang terserap oleh bahan tekstil, sisanya (20-50%) tetap berada dalam limbah cair tekstil (Theresia, 2004).

Banyaknya jenis dan konsentrasi zat pencemar dalam limbah cair tekstil menyebabkan dalam pengolahannya perlu dipilih unit pengolahan dan media yang efektif untuk dapat mengurangi zat pencemar. Berdasarkan sifat limbah cair tekstil, untuk mendapatkan hasil yang optimal, pengolahan limbah harus dilakukan secara terpadu, yaitu dengan menggabungkan pengolahan secara fisik, kimia dan biologi. Salah satu proses pengolahan limbah secara fisik adalah proses filtrasi. Proses filtrasi pada IPAL tekstil dilakukan sebelum limbah diolah secara biologi. Semakin efektif media filter dapat menyaring bahan pencemar, semakin singkat pula proses biologi yang dilakukan, yakni dari 12-24 jam menjadi 6-8 jam (Rosyida, 2010).

Dalam pengolahan limbah cair tekstil, aplikasi teknologi dan bahan alternatif yang ekonomis dan tepat guna merupakan suatu tuntutan, karena masalah finansial merupakan kendala utama bagi sebagian besar perusahaan tekstil. *Bottom ash* merupakan material yang murah yang merupakan sisa pembakaran batubara. *Bottom ash* mudah diperoleh dalam jumlah yang melimpah, sehingga dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan limbah cair industri tekstil. Namun demikian, efektivitas material ini masih perlu diuji dan dibuktikan dengan penelitian.

Di samping *bottom ash*, zeolit dapat juga digunakan sebagai adsorben.

Zeolit merupakan media berpori yang dapat digunakan untuk menyaring molekul berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk, dan polaritas dari molekul yang disaring. Zeolit dapat menyaring molekul karena mempunyai pori-pori yang berukuran cukup besar dengan diameter 2–8Å. Molekul yang berukuran lebih kecil dari pori tersebut akan terperap, sedangkan yang berukuran lebih besar akan tertolak (Sutarti, 1994). Penelitian mengenai penggunaan zeolit aktif sebagai material penyerap logam berat dalam limbah cair tekstil menunjukkan zeolit dapat menyerap logam berat: Cd sebesar 84,3 mg/g, Cr (III): 26 mg/g, Hg: 150,4 mg/g dan Pb sebesar 155,4 mg/g zeolit (Sugiyana, 2003).

Karbon aktif merupakan *carbonaceous material* yang sudah diaktifkan sehingga pori-porinya terbuka dan permukaannya bertambah luas (sekitar 300–2000 m²/g). Permukaan karbon aktif yang luas ini, daya adsorpsinya terhadap cairan dan gas makin tinggi. Molekul yang berukuran kecil mudah terperap pada pori-pori karbon aktif, tetapi molekul berukuran besar lebih sulit masuk (Weber, 1981).

Penjerapan molekul asam dan basa oleh karbon aktif yang bersifat non polar sangat tergantung pada pH larutan, karena adanya kekuatan tarik menarik elektrostatik. Ini berarti bahwa adsorpsi pada suasana netral umumnya lebih kuat (Getzen dan Ward, 1969). Adsorpsi elektrolit yang terjadi pada karbon aktif juga dapat digunakan untuk mengurangi logam berat pada limbah. Komponen zat organik yang mudah dijerap oleh karbon aktif diantaranya adalah zat warna, benzene, toluene, phenol, pestisida dan herbisida. Sedangkan komponen zat organik yang sulit dijerap oleh karbon aktif adalah alkohol, kanji, selulosa, gula dan padatan koloid (Froelich, 1978).

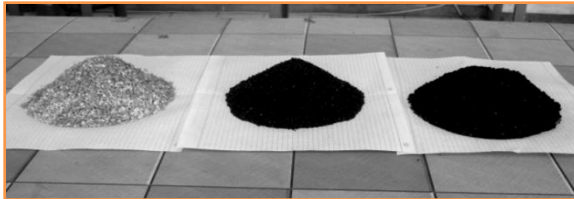
Bottom ash juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan zeolit sintetis untuk menyerap logam berat dan juga sebagai media filtrasi (Deperindag Bandung, 2006). Hasil analisis serta hasil uji toksisitas terhadap *fly ash* dan *bottom ash* menyimpulkan bahwa keduanya tidak termasuk limbah toksik (B3) sehingga dapat dimanfaatkan untuk beberapa kegunaan (Tanzis, 2007).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu bahan filter yang paling efektif. Hal ini dilakukan dengan membandingkan kemampuan tiga jenis media filter yaitu karbon aktif, zeolit aktif, dan limbah batubara *bottom ash*.

Metode Penelitian

Bahan dan Materi Penelitian

Limbah cair tekstil yang digunakan adalah limbah cair dari proses pengolahan bahan tekstil pada PT. Danliris dan PT. Sinar Surya Indah yang telah diproses *screening*, ekualisasi, flotasi dan koagulasi-sedimentasi. Adapun media filter yang digunakan adalah limbah batubara (*bottom ash*) ($\text{Ø}:0,3-0,8$ cm), zeolit aktif granul ($\text{Ø}:0,5-0,6$ cm) dan karbon aktif granul ($\text{Ø}:0,5-0,6$ cm).



Gambar 1. Bentuk media filter yang digunakan dalam filtrasi limbah (zeolit aktif, karbon aktif dan *bottom ash*/limbah batubara)

Peralatan Penelitian

Rangkaian alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Peralatan yang digunakan adalah alat filtrasi yang terdiri dari 2 pipa kaca, dengan panjang 1,1 m dan diameter 8 cm yang dipasang vertikal dan didalamnya diisikan media filter. Debit limbah yang masuk ke alat filtrasi diatur dengan kran yang dipasang pada selang air yang menyalurkan limbah cair. Limbah cair dialirkan dari bak penampung melalui media filter dan hasilnya ditampung di bagian bawah dengan gelas beker.

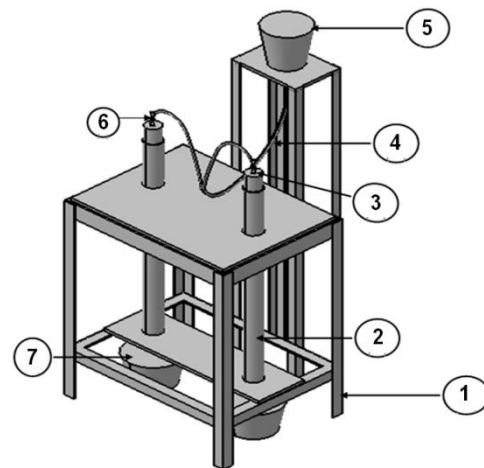
Lokasi Penelitian

Sampel limbah cair diambil dari IPAL PT. Danliris, Cemani - Sukoharjo dan IPAL PT. Sinar Surya Indah, Bacem - Sukoharjo. Percobaan pengolahan/filtrasi limbah dilakukan di Laboratorium *Finishing*, Jurusan Teknik Kimia, Akademi Teknologi Warga Surakarta, sedangkan pengujian kualitas limbah cair dilakukan di Laboratorium Pusat FMIPA UNS.

Cara Percobaan

Percobaan dimulai dengan menyiapkan limbah cair tekstil yang akan difiltrasi dengan terlebih dahulu melakukan proses pengolahan pendahuluan (stabilisasi, flotasi) dan dilanjutkan dengan koagulasi-sedimentasi. Sebelum filtrasi, diambil sampel limbah cair sebanyak 2 liter untuk diuji kualitasnya. Media filter yang akan digunakan untuk filtrasi kemudian dimasukkan pada kolom filtrasi (pipa kaca) dan selanjutnya

limbah cair dialirkan dengan debit aliran (Q) 0,35 L/menit. Limbah cair hasil filtrasi ditampung dan diambil 2 liter untuk diuji kualitasnya.



Keterangan gambar:

1. Rangka filter
2. Pipa kaca/kolom filter
3. Sirkulasi limbah cair ke filtrasi
4. Selang plastik
5. Bak penampung limbah
6. Kran ulir pengatur debit
7. Penampung limbah setelah difiltrasi

Gambar 2. Alat percobaan filtrasi limbah

Analisis Sampel Uji

Limbah cair sebelum dan sesudah proses filtrasi diuji kualitasnya, meliputi parameter: *BOD* (SNI 06-6989.14-2004), *COD* (SNI 06-6989.02-2004), *TSS* (SNI 06-6989.03-2004) dan *Cr total* (SNI 06-6989.17-2004).

Hasil dan Pembahasan

Kandungan bahan organik, dalam bentuk padatan tersuspensi dan terlarut, serta ion logam *Cr* dalam limbah setelah melalui pengolahan pendahuluan terindikasikan masih memiliki nilai *TSS*, *COD*, *BOD* dan *Cr* yang tinggi pada keluaran air olahan. Oleh karena itu, proses filtrasi sangat diperlukan untuk mengurangi waktu tinggal pada proses selanjutnya, yaitu proses biologis. Limbah hasil proses koagulasi-sedimentasi ini mempunyai pH antara 10 – 11, karena umumnya zat koagulan yang digunakan pada industri tekstil adalah FeSO_4 yang membutuhkan suasana alkali dalam proses koagulasinya. Sebagai zat bantu koagulan, digunakan kalsium hidroksida dan polimer anionik (*Magnaflok*). Proses koagulasi-sedimentasi mengurangi sebagian padatan tersuspensi, koloid dan sebagian kecil padatan terlarut. Namun, sebagian unsur terlarut lainnya

seperti logam Cr, Fe²⁺, Ca²⁺, garam CaSO₄, CaCO₃ dan senyawa Fe(OH)₂ dan Fe(OH)₃ masih belum terendapkan.

Pada penggunaan media filter *bottom ash* batubara diperoleh hasil proses yang lebih baik dan efektif dibanding penggunaan karbon aktif dan zeolit aktif. Pada Tabel 1 dapat dibandingkan penurunan kadar zat padat total (*TSS*) yang meliputi padatan tersuspensi dan terlarut oleh masing-masing media filter. Karbon aktif mempunyai kemampuan mereduksi kandungan

TSS rata-rata 16,9 %, sedangkan zeolit aktif dan *bottom ash* batubara masing-masing sebesar 19,4 % dan 32,5%. Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai penurunan kadar *COD* pada masing-masing media filter yang digunakan pada pengolahan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif mempunyai kemampuan mengurangi kandungan *COD* dalam air limbah dengan nilai penurunan rata-rata 27,3 %, zeolit aktif 29 % dan *bottom ash* batubara sebesar 54,1%.

Tabel 1. Penurunan nilai *TSS* pada proses filtrasi limbah cair tekstil

Parameter Pencemar	Sebelum Proses	Sesudah Proses Filtrasi		
		Karbon Aktif	Zeolit Aktif	Bottom ash Batubara
TSS (mg/l)	60	56 (6,7 %)	57,5 (4,2 %)	47 (21,7 %)
	79	68 (14 %)	63 (20 %)	59,5 (24,7 %)
	58	54 (6,9 %)	49,5 (14,7 %)	42 (27,6 %)
	85	61 (28,2 %)	59 (30,6 %)	51 (40 %)
	83	57 (33 %)	53 (36 %)	43 (48 %)
	87	69 (20,6 %)	70 (20 %)	44 (49 %)
	71,5	58 (19 %)	62 (17 %)	51 (28,7 %)
	77	72 (6,5 %)	67 (13 %)	61 (20,8 %)
	Rata-rata		16,9 %	19,4 %

Tabel 2. Penurunan nilai *COD* pada proses filtrasi limbah cair tekstil

Parameter Pencemar	Sebelum Proses	Sesudah Proses Filtrasi		
		Karbon Aktif	Zeolit Aktif	Bottom ash Batubara
COD (mg/l)	915,9	674,1(26,4%)	684,1(29 %)	467,3 (49 %)
	674,1	623,7(7,5 %)	445,1(34 %)	435(35,5 %)
	1359,1	1147(15,6%)	1077(21 %)	522,9 (61,5%)
	704,3	573,3(18,6%)	613,6(12,9%)	563 (20 %)
	536,6	306 (43 %)	224,7 (58 %)	24 (95,5 %)
	150,7	89,3 (40 %)	109,1 (27,6%)	10,7 (93 %)
	1322	852,7(35,5%)	988,1(25,3%)	752,8(43 %)
	970,1	663,1(31,6%)	735,3(24,2%)	629,2(35,2%)
	Rata-rata		27,3 %	29 %

Tabel 3. Penurunan nilai *BOD* pada proses filtrasi limbah cair tekstil

Parameter Pencemar	Sebelum Proses	Sesudah Proses Filtrasi		
		Karbon Aktif	Zeolit Aktif	Bottom ash Batubara
BOD (mg/l)	356,9	250,6 (30 %)	253,6(29 %)	179,6(49,7%)
	252,6	206,6(18,3%)	170,6(32,5 %)	163,6(35,2%)
	572,5	434,5(24 %)	402,5(29,7 %)	193,6(66 %)
	261,6	209,6(20 %)	224,6(14 %)	168,6(35,6%)
	202,5	169(16,5 %)	86,98(57 %)	9,08(95 %)
	58,39	34,2(41,4 %)	41,4(29 %)	5,34(91 %)
	512,4	328,1(36 %)	374,9(26,8 %)	289,7(43,5%)
	368,9	256,1(30,6%)	264,5(28 %)	166,5(55 %)
	Rata-rata		27,1 %	30,8 %

Tabel 4. Penurunan nilai Cr pada proses filtrasi limbah cair tekstil

Parameter Pencemar	Sebelum Proses	Sesudah Proses Filtrasi		
		Karbon Aktif	Zeolit Aktif	Bottom ash Batubara
Cr (mg/l)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	<0,004	<0,004	<0,004	0,001(75%)
	<0,004	<0,004	0,002(50%)	0,001(75%)
	<0,004	0,0013(67%)	0,0013(67%)	0,0006(85%)
	0,017	<0,004(76%)	<0,004 (76%)	<0,002(88%)
	Rata-rata		71,5 %	64,3 %

Penurunan kadar *BOD* pada setiap media filter dapat dilihat pada Tabel 3. Penggunaan media filter karbon aktif mempunyai kemampuan mereduksi kandungan *BOD* dengan nilai penurunan rata-rata 27,1%, zeolit aktif 30,8% dan *bottom ash* batubara sebesar 58,9%. Sedangkan pada Tabel 4, dapat dibandingkan penurunan kadar Cr pada masing-masing media filter yang digunakan pada pengolahan. Penggunaan karbon aktif sebagai media filter mampu mereduksi kandungan Cr rata-rata sebesar 71,5%, sedangkan zeolit aktif 64,3%, dan *bottom ash* batubara sebesar 80,8%.

Hasil percobaan filtrasi limbah cair tekstil pada Tabel 1, 2 dan 3, menunjukkan bahwa proses filtrasi dengan karbon aktif menghasilkan penurunan *TSS*, *BOD* dan *COD* paling kecil. Hal ini dikarenakan limbah cair tekstil hasil proses koagulasi-sedimentasi masih banyak mengandung padatan tersuspensi, koloid, dan terlarut dengan ukuran $10^{-4} - 10^{-9}$ m. Ada kemungkinan partikel-partikel tersebut berukuran lebih besar daripada ukuran makropori pada karbon aktif sehingga partikel pencemar tersebut tidak dapat masuk ke dalam pori.

Pada proses filtrasi dengan karbon aktif, molekul yang berukuran lebih kecil dari butir antar rongga akan lolos dan tetap bersama limbah cair hasil filtrasi. Hal ini menjadi penyebab lebih rendahnya penurunan nilai *TSS*, *BOD* dan *COD* pada media karbon aktif daripada zeolit dan *bottom ash*.

Sementara itu, adsorpsi ion logam (Fe, Cu, Ni, Cr, Hg, Co dan Cr) selama proses filtrasi oleh karbon aktif terjadi karena adanya proses pengikatan ion oleh permukaan karbon aktif, yang melibatkan ikatan intramolekuler diantara keduanya. Laju adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya pH. Hasil analisis menunjukkan bahwa media karbon aktif mampu mengurangi kandungan Cr total lebih besar dibanding media zeolit aktif karena proses filtrasinya berlangsung pada pH tinggi, yaitu pada pH 10–11.

Proses filtrasi dengan zeolit aktif dapat menurunkan *TSS*, *BOD* dan *COD* yang lebih baik dibanding dengan filtrasi dengan karbon aktif, tetapi lebih rendah dibanding filtrasi dengan *bottom ash*. Hal ini dikarenakan zeolit aktif bertindak sebagai penukar ion dan sekaligus sebagai adsorben. Zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar partikel selain air. Namun zeolit merupakan mineral dengan selektivitas tinggi dimana hanya jenis molekul-

molekul tertentu dan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori zeolitlah yang dapat teradsorpsi ke pori zeolit, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar akan tertahan dan akan tersaring pada rongga antar butir.

Padatan tersuspensi, koloid dan terlarut seperti protein, zat warna, sabun, $\text{Fe}(\text{OH})_2 / \text{Fe}(\text{OH})_3$ memiliki ukuran molekul yang relatif besar ($10^{-4} - 10^{-9}$ m). Sementara zeolit aktif mempunyai rongga yang bersifat porous dengan ukuran 10^{-9} m. Hal ini menyebabkan partikel pencemar yang terperap oleh zeolit hanyalah partikel terlarut, sedangkan partikel tersuspensi dan koloid (ukuran lebih besar dari 10^{-9} m) tidak terperap. Partikel-partikel tersebut hanya menempel dan menutup permukaan zeolit, dan sebagian lagi tersaring pada rongga antar butir selama filtrasi. Namun demikian, sebagian padatan terlarut dan koloid masih terikat sehingga penurunan nilai *TSS* belum optimal. Sebagian dari padatan total tersebut merupakan bahan organik, yang dapat dilihat dari nilai *BOD* dan *COD* limbah cair. Semakin banyak bahan organik dalam limbah, semakin tinggi nilai *BOD* dan *COD* limbah.

Kapasitas pertukaran ion yang dimiliki oleh zeolit dihasilkan dari struktur tiga dimensi yang dimilikinya. Zeolit memiliki sistem pori yang mengandung muatan negatif yang dihasilkan dari penggantian Si^{4+} dalam struktur tetrahedral dengan Al^{3+} . Umumnya ion Na^+ , Ca^{2+} , K^+ atau ion-ion positif lainnya melengkapi kekurangan muatan dalam struktur zeolit ini dan dapat digantikan kation dari logam berat. Ion logam seperti: Fe, Cu, Ni, Cr, Hg, Co dan Cr yang terdapat dalam limbah tekstil adalah ion yang bermuatan positif sehingga dapat dipertukarkan dengan ion Na^+ dan H^+ pada zeolit aktif. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penurunan kandungan khrom total pada filtrasi dengan media zeolit aktif lebih rendah dibanding filtrasi dengan karbon aktif dan *bottom ash*. Hal ini disebabkan permukaan zeolit banyak tertutup oleh partikel pencemar yang teradsorpsi/tersaring saat filtrasi berlangsung, sehingga kemampuan zeolit untuk mempertukarkan kation menjadi berkurang. Selain itu keberadaan zat-zat sadah, seperti CaSO_4 dan CaCO_3 , akibat penambahan kapur pada saat koagulasi, menyebabkan zeolit juga berperan dalam mengurangi zat sadah (mengikat ion Ca^+). Akibatnya, kemampuan zeolit untuk mengurangi kandungan ion logam berat seperti Cr dalam proses pengolahan limbah cair tekstil menjadi berkurang.

Tabel 1, 2, 3, dan 4 menunjukkan proses filtrasi dengan menggunakan *bottom ash* meng-

hasilkan air olahan paling baik dibandingkan dengan filtrasi pada dua media yang lain. Hal ini dapat dilihat dari pengurangan kandungan pencemar, khususnya nilai *TSS*, *COD*, *BOD* dan *Cr* yang rata-rata pengurangannya masing-masing sebesar 32,5%, 54,1%, 58,9% dan 80,8%.

Pembakaran batubara pada suhu tinggi (1100-1400°C) menyebabkan kehilangan bahan volatil air hidrat dan CO₂ dari mineral karbonat. Peristiwa ini menyebabkan *bottom ash* memiliki pori mikro yang jumlahnya lebih banyak daripada pori makro yang berukuran lebih besar. Selain itu kandungan silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) pada *bottom ash* dapat menarik dan mengadsorpsi senyawa pencemar dalam limbah cair tekstil, sehingga penurunan nilai *TSS*, *COD*, *BOD* dan *Cr* pada limbah menjadi lebih optimal.

Kesimpulan

1. *Bottom ash* yang selama ini tersedia melimpah, belum dimanfaatkan dan tidak mempunyai nilai ekonomis dapat digunakan sebagai media filtrasi yang efektif untuk limbah cair tekstil.
2. Diantara media filter yang digunakan, *bottom ash* dari limbah batubara merupakan media paling efektif untuk mengolah limbah cair industri tekstil dengan urutan kemampuan berturut-turut: *bottom ash*, zeolit aktif, dan karbon aktif.

Daftar Pustaka

- Deperindag Bandung, 2006. Sosialisasi Program Terpadu Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Batubara Dalam Rangka Peningkatan Daya Saing Industri Tekstil. Dep. Perindustrian Bandung, 24-2-2006, <http://www.disperindagbali.go.id/includes/lengkap.2.php>.
- Dinas Lingkungan Hidup Karanganyar dan Sukoharjo, 2010. Hasil Prokasi Pada Industri Tekstil di Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo Tahun 2009.
- Froelich, E.M., 1978. Control of Synthetic Organic Chemicals by Granular Activated Carbon: Theory, Application and Reactivation Alternatives. Presented at the Seminar on Control of Organic Chemical Contaminants in Drinking Water, Cincinnati, October 10-11.
- Getzen and Ward, 1969. Model for the Adsorption of Weak Electrolytes of Solids as a Function of pH I. Carboxylic Acid-Charcoal Systems. *J Colloid Int. Sci.* 31, 441-453 (1969).
- Rosyida, A., 2010. Teknik Pengolahan Limbah Cair Tekstil dengan Hasil yang Optimal dan Biaya Pengolahan yang lebih Murah. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, ATW, Surakarta.
- Sugiyana, D., 2003. Pencemaran Logam Berat Pada Limbah Industri Tekstil dan Alternatif Material Penyerap Ekonomis. *Arena Tekstil* No. 39/II/2003, Balai Besar Tekstil, Bandung.
- Sutarti, M., 1994. Zeolit (Tinjauan Literatur). LIPI, Jakarta.
- Tanzis, R., 2007. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya (B3) Batubara di Industri Tekstil. *Arena Tekstil*, Vol 22 No: 2 – Agustus 2007, hal. 74 – 83, Balai Besar Tekstil, Bandung.
- Theresia, M., 2004. Polutan Dalam Zat Warna dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Arena Tekstil*, Vol 19 No: 1 Tahun 2004, Balai Besar Tekstil, Bandung.
- Weber, W. J., Jr., 1981. Concepts and Principles of Carbon Applications in Wastewater Treatment. In W. W. Eckenfelder, Jr. (ed.), *Application of Adsorption to Wastewater Treatment*, Enviro Press, Nashville.