

Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesh 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati

(Experimental Study on the Effectiveness of Liquid Waste Absorption Using Mesh-80 Active Charcoal Made from Teak Wood Saw Scratches)

SUDARJA, NOVI CAROKO

ABSTRACT

Utilization of teak wood saw scratches can be optimized by processing it becomes active charcoal which possesses higher economic value. The purpose of this study is to obtain mesh 80 activated charcoal made from teak sawing industrial waste and to determine its effectiveness in adsorbing heavy metals pollutant Cd, Pb, Cr, and colouring agent in liquid waste of batik industries. The charcoal is produced at ~5000 °C retort either for 4 hours or until white colour smoke does not appear. Charcoal was activated using H₂SO₄ at temperature of 5000 °C for 30 minutes in a furnace. There were 2 variables in this study, *i.e* weight of the activated charcoal (10, 15, 20 grams) and duration of the stirring (5, 10, 15 minutes). Result of the research shows that activated charcoal made from teak wood saw scratches can be used as adsorbent in the liquid waste of batik industries such as heavy metals Cd, Pb, Cr, and dark colour. The colour gradation was found to decrease from 12600 TCU to 198 TCU, Pb content decrease from 0,189 mg/l to less than 0,0093 mg/L, Cd content decrease from 0,213 mg/l to less than 0,0093 mg/L, while Cr content decrease from 2,03 mg/l to 0,4205 mg/l.

Keywords: batik waste water, activated charcoal, heavy metals pollutant Pb, Cd, and Cr

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan hidup akan terus muncul secara serius di berbagai pelosok bumi sepanjang penduduk bumi tidak segera memikirkan dan mengusahakan keselamatan dan keseimbangan lingkungan sekitarnya. Indonesia merupakan negara yang sedang menggalakkan pembangunan di segala sektor, salah satunya di sektor industri. Pembangunan di sektor industri memberikan dampak beragam. Salah satu dampak tersebut ditimbulkan oleh adanya limbah industri dan tingkat aktivitas manusia yang semakin meningkat. Industri batik merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah berupa limbah cair. Pada umumnya limbah yang berasal dari industri batik dibuang secara langsung tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini akan berakibat pada

pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah batik menggunakan arang aktif yang dapat berfungsi sebagai penyerap (*adsorben*) bahan pencemar (polutan) yang terkandung dalam limbah cair batik. Bahan pembuatan arang aktif menggunakan limbah serbuk gergajian kayu jati dikarenakan limbah serbuk kayu Jati ini pemanfaatannya masih belum maksimal. Maka pembuatan arang aktif dari limbah serbuk gergaji kayu jati sebagai bahan penyerap (*adsorben*) bahan pencemar (polutan) limbah cair dari industri batik sangat penting dan mendesak untuk dilakukan.

Tujuan utama penelitian ini adalah mendapatkan arang aktif berkualitas dari limbah kayu jati (serbuk gergaji kayu jati) serta mendapatkan analisis serapan polutan Cd, Pb, Cr, dan warna cairan pada limbah cair batik yang direaksikan dengan arang aktif yang

dibuat dari bahan baku limbah kayu jati (serbuk gergaji kayu jati) dengan menggunakan arang aktif berukuran mesh 80. Penelitian ini juga dilakukan untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu Jati dari industri mebel kayu Jati yang pemanfaatannya belum optimal, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah tersebut.

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain, serta pori dibersihkan dari senyawa lain, sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas. Akibatnya daya adsorpsi terhadap cairan atau gas akan meningkat. Sesuai penggunaannya, arang aktif digolongkan ke dalam produk kimia dan bukan bahan energi seperti arang atau briket arang. Teknologi olah lanjut arang menjadi arang aktif akan memberikan nilai tambah yang besar ditinjau dari penggunaan dan nilai ekonomisnya (Hendra, 2006). Menurut Sudradjat (1985), pengertian arang aktif adalah suatu bentuk karbon yang mempunyai sifat *absorptive* terhadap larutan ataupun uap sehingga bahan tersebut dapat berfungsi sebagai penjernihan larutan, penghisap gas/racun dan penghilang warna. Arang aktif telah digunakan secara luas di dalam industri kimia, makanan, dan farmasi seperti untuk pembuatan minyak makan, obat sakit perut, penjernihan air minum, pembuatan gula pasir, masker dan lain-lain.

Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Bahan-bahan tersebut antara lain kayu, batu bara muda, tulang, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, tempurung biji jarak, tempurung biji karet, sekam padi, tempurung kemiri (Sudradjat dan Pari, 2011).

Menurut Widhianti (2010) *adsorpsi* didefinisikan sebagai pengambilan molekul-molekul oleh permukaan luar atau permukaan dalam suatu padatan adsorben atau oleh

permukaan larutan. *Adsorpsi* terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam (gaya kohesi *adsorben* lebih besar dari pada gaya adhesinya). Ketidakseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat atau zat cair yang digunakan sebagai *adsorben* cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya. Bahan yang terserap dinamakan *adsorbat*, sedangkan daerah tempat terjadinya penyerapan disebut *adsorben*.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Serbuk gergajian kayu jati (Gambar 1).
2. Limbah cair batik sebagai bahan penelitian.
3. Asam sulfat (H_2SO_4) sebagai proses aktivasi arang.
4. Aquades untuk proses pengenceran asam sulfat (H_2SO_4).



GAMBAR 1. Serbuk gergajian kayu jati

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Saringan ukuran 80 mesh dan 100 mesh.
2. Timbangan digital.
3. *Retort* untuk mengarangkan serbuk gergaji menjadi serbuk arang.



GAMBAR 2. Retort

4. *Furnace* untuk proses pemanasan pada saat aktivasi.



GAMBAR 3. Furnace

5. Alat-alat bantu seperti sarung tangan dan masker.
6. Kertas saring untuk menyaring limbah cair batik setelah adsorpsi.
7. Gergaji tangan untuk memotong contoh uji briket arang.
8. Bor kecil untuk melubangi contoh uji.
9. Kalorimeter bom oksigen untuk pengukuran nilai kalor arang.
10. *Stopwatch* untuk pengukuran pertambahan waktu pada saat proses aktivasi dan adsorpsi.
11. Gelas ukur 250 ml sebagai pengukur limbah cair batik yang akan diadsorpsi
12. Gelas piala 250 ml untuk menampung air limbah batik.
13. Cawan porselin untuk wadah contoh uji.
14. Botol aqua sebagai wadah limbah setelah adsorpsi.

Pelaksanaan Penelitian

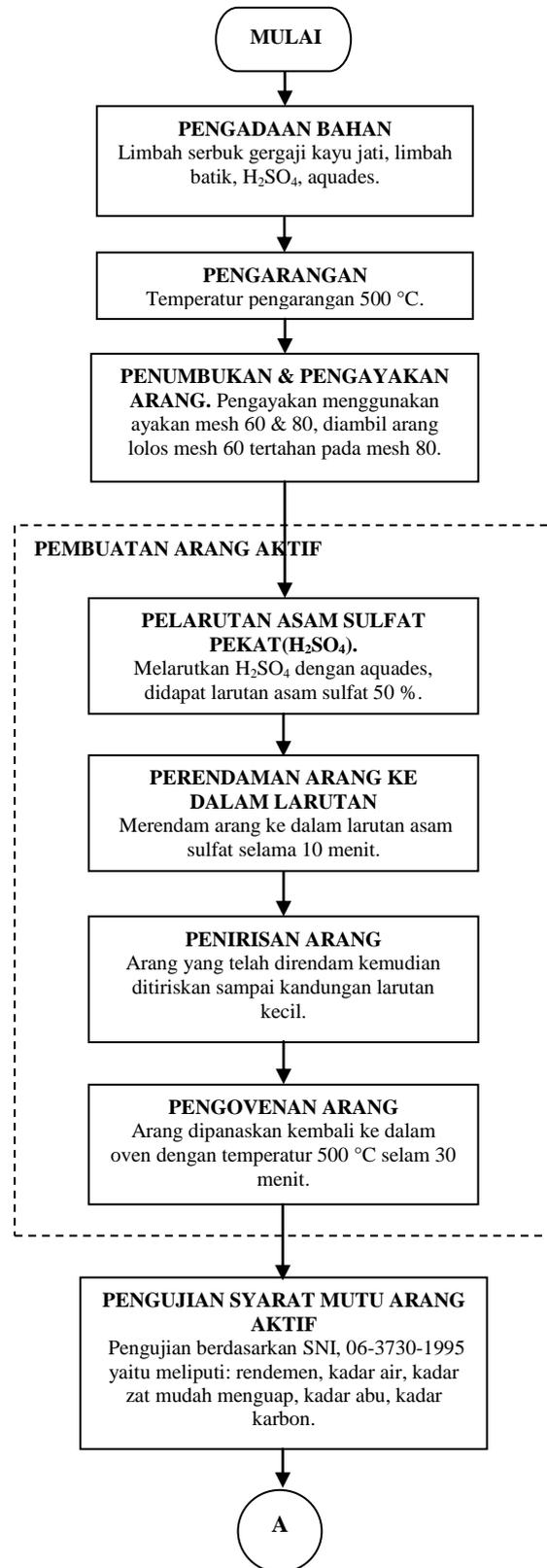
Penelitian dilakukan dengan cara dan prosedur seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

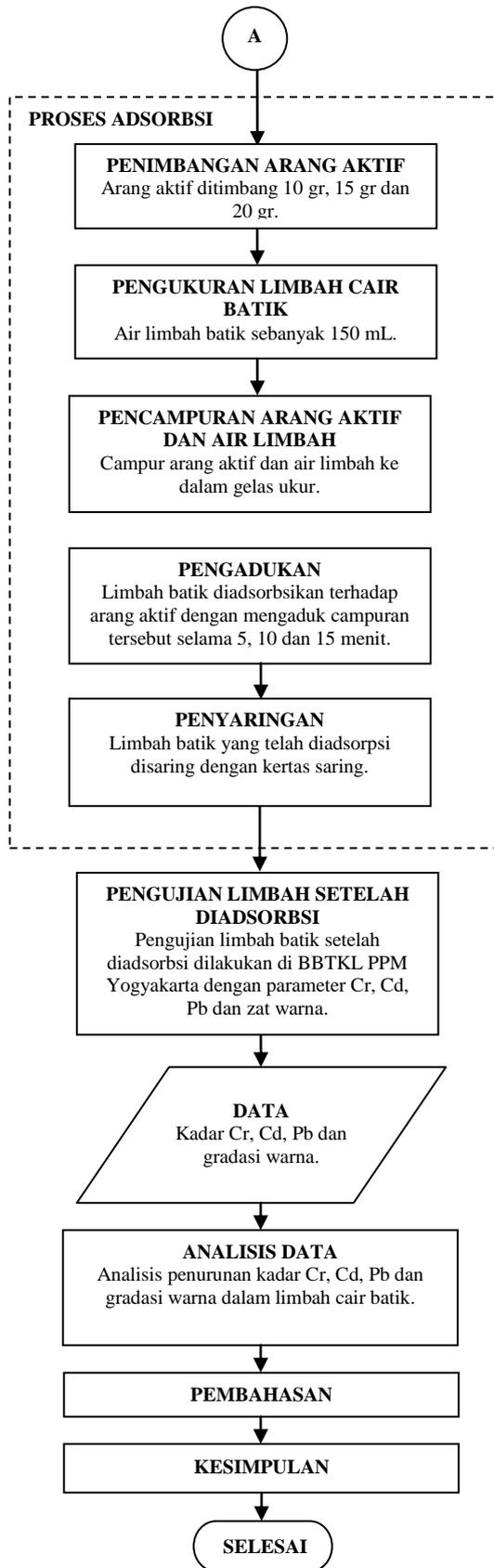
TABEL 1. Pengujian kualitas arang

Uraian	Hasil	Syarat
Rendemen, %	9,92	-
Zat mudah menguap	21,50	Maks. 25
Kadar air, %	18	Maks. 15
Kadar abu, %	18,33	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Kadar karbon murni, %	60,17	Min. 65

Kualitas arang aktif mesh 80 diuji berdasarkan SNI 1995 meliputi rendemen 9,92 %, kadar air 18 %, zat mudah menguap 21,50, kadar abu 18,33 % dan karbon terikat 60,17 %.



GAMBAR 4. Diagram alir penelitian



GAMBAR 4. Diagram alir penelitian (Lanjutan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kualitas Arang

Kualitas arang aktif mesh 80 diuji berdasarkan SNI 1995 dan diperoleh hasil seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Hasil pengujian kualitas arang

Uraian	Hasil	Syarat
Rendemen, %	9,92	-
Zat mudah menguap	21,50	Maks. 25
Kadar air, %	18,00	Maks. 15
Kadar abu, %	18,33	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Kadar karbon murni, %	60,17	Min. 65

Hasil Uji Kualitas Air

Pengendalian pencemaran air diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990. Peraturan ini mengkriterikan kualitas air yang dibagi menjadi empat golongan dengan persyaratan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

TABEL 2. Penggolongan kualitas air

Gol	Cr-T (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	Warna (TCU)
Gol. A	0,05	0,05	0,005	15
Gol. B	0,05	0,1	0,01	15
Gol. C	0,05	0,03	0,01	100
Gol. D	1	1	0,01	-

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990

Keterangan :

Gol. A : Air untuk air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Gol. B : Air yang dipakai sebagai bahan baku air minum melalui suatu pengolahan.

Gol. C : Air untuk perikanan dan peternakan.

Gol. D : Air untuk pertanian, usaha perkotaan, industri dan PLTA.

Hasil Uji Gradasi Warna

Besarnya gradasi warna ditunjukkan pada Tabel 3, Gambar 5 dan Gambar 6.

TABEL 3. Gradasi warna

Berat arang aktif /150 mL Limbah cair batik	Lama Pengadukan		
	5 menit	10 menit	15 menit
10 g	128 TCU	93 TCU	198 TCU
15 g	35 TCU	14 TCU	8 TCU
20 g	12 TCU	7 TCU	2 TCU

Dari Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa nilai gradasi warna yang terkandung dalam limbah cair batik dengan berat arang aktif dan lama pengadukan cenderung mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini dimungkinkan karena semakin berat arang aktif yang digunakan dan semakin lama pengadukan, gradasi warna semakin baik dengan nilai gradasi minimal 2 TCU dan nilai maksimal 198 TCU. Pada penurunan gradasi tersebut dapat digolongkan ke dalam golongan A, B, C sesuai

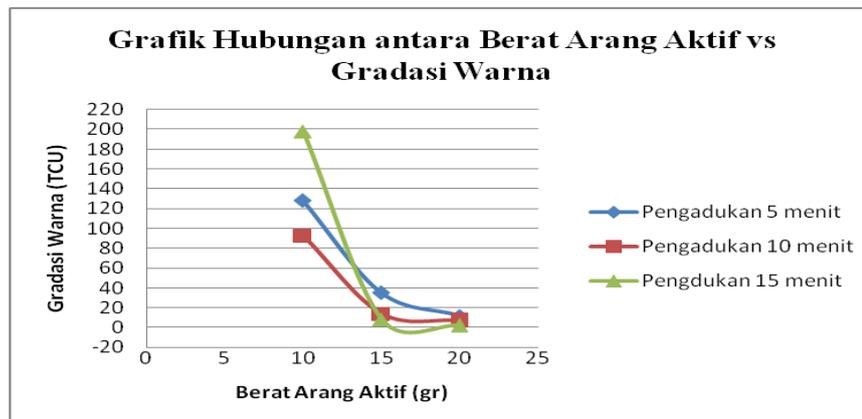
Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990. Pada berat arang aktif 10 gr dengan lama pengadukan 15 menit terjadi kenaikan. Hal ini disebabkan cara (metode) pengadukan masih manual.

Hasil Uji Kadar Pb

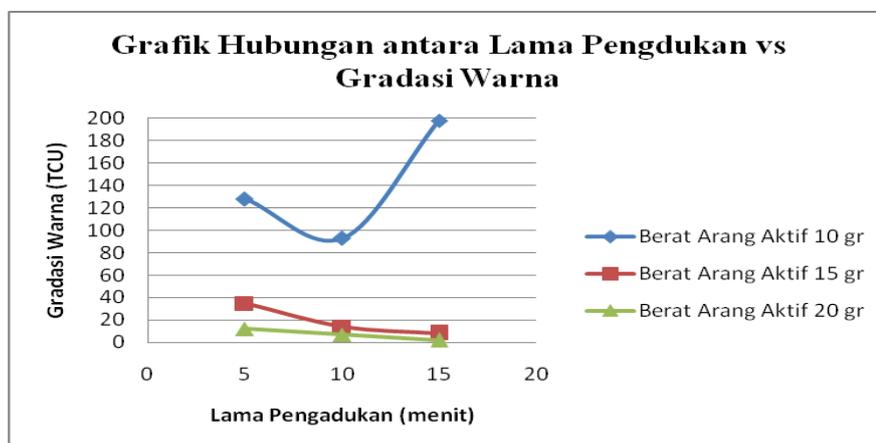
Hasil pengujian kadar Pb ditampilkan pada Tabel 4, Gambar 7 dan Gambar 8.

TABEL 4. Hasil pengujian kadar timbal setelah adsorpsi

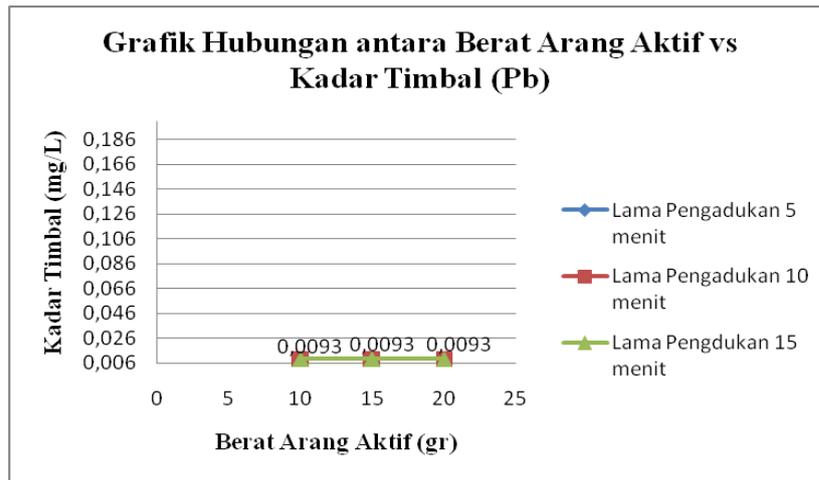
Berat arang aktif /150 mL limbah cair batik	Lama Pengadukan		
	5 menit	10 menit	15 menit
10 g	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L
15 g	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L
20 g	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L	<0,0093 mg/L



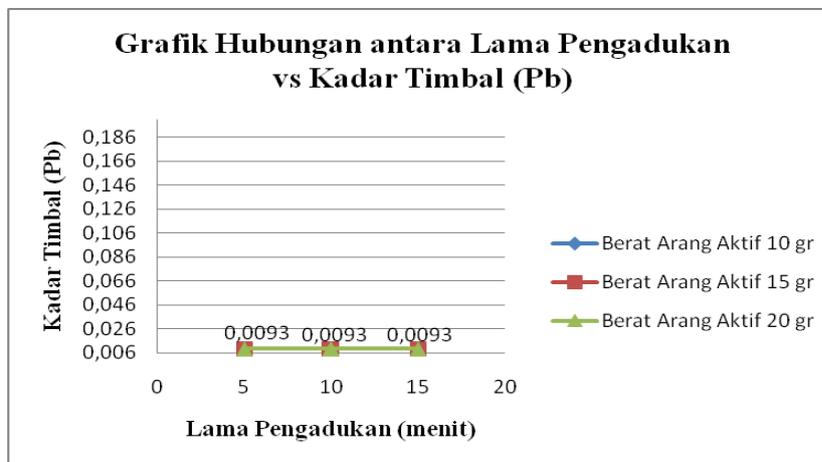
GAMBAR 5. Pengaruh berat arang aktif vs gradasi warna



GAMBAR 6. Pengaruh lama pengadukan vs gradasi warna



GAMBAR 7. Pengaruh berat arang aktif vs kadar timbal (Pb)



GAMBAR 8. Pengaruh lama pengadukan vs kadar timbal (Pb)

Sebelum proses *adsorpsi* limbah batik memiliki kadar Pb sebesar 0,189 mg/L. Penanganan limbah cair batik dengan cara *adsorpsi* menggunakan arang aktif terbukti mampu menurunkan kadar Pb secara signifikan dari sebelum diadsorpsi sampai kurang dari 0,0093 mg/L (alat SSA hanya mampu mendeteksi kadar Pb minimal 0,0093 mg/L).

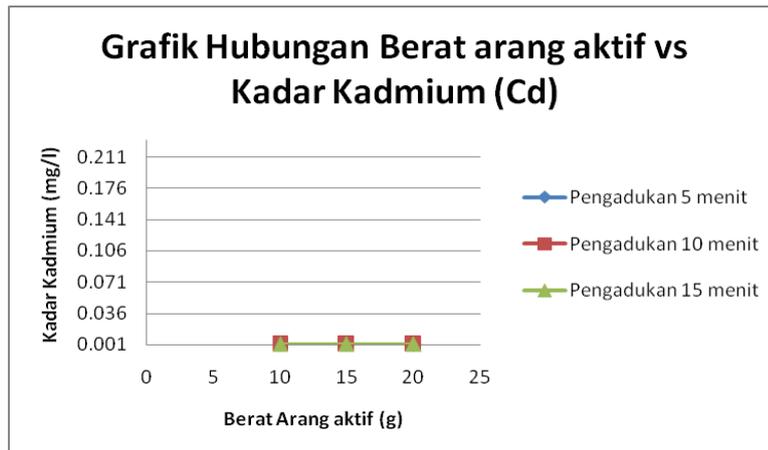
Berdasarkan Peraturan Pemerintah R. I. No. 20 Tahun 1990, kadar timbal dengan nilai sebesar kurang dari 0,0126 mg/L yang terkandung pada limbah cair batik telah memenuhi kriteria golongan A, B, C dan D (Tabel 3).

Hasil Uji Kadar Kadmium (Cd)

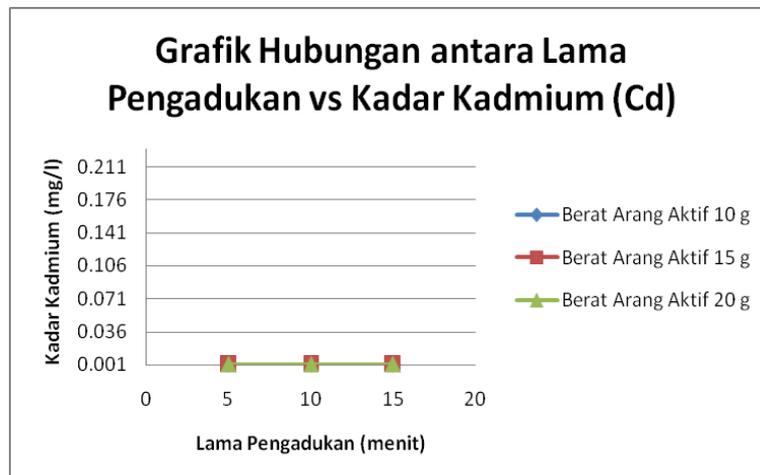
Hasil pengujian kadar Cd ditampilkan pada Tabel 5, Gambar 9 dan Gambar 10.

TABEL 5. Hasil pengujian kadar kadmium (Cd)

Berat arang aktif /150 mL limbah cair batik	Lama Pengadukan		
	5 menit	10 menit	15 menit
10 g	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L
15 g	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L
20 g	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L	<0,0015 mg/L



GAMBAR 9. Pengaruh berat arang aktif terhadap kadar Cd yang terkandung dalam limbah cair batik setelah diadsorpsi



GAMBAR 10. Pengaruh lama pengadukan terhadap kadar Cd yang terkandung dalam limbah cair batik setelah diadsorpsi

Dari Gambar 9 dan 10 terlihat bahwa berat arang aktif dan lama pengadukan tidak mempengaruhi kadar Cd secara signifikan. Limbah batik mengandung kadar Cd sebesar 0,213 mg/L. Setelah adanya penanganan limbah cair batik dengan cara *adsorpsi* menggunakan arang aktif terbukti mampu menurunkan kadar Cr secara signifikan dari sebelum diadsorpsi sampai kurang dari 0,0015 mg/L (alat SSA hanya mampu mendeteksi kadar Cd minimal 0,0015 mg/L). Dari Gambar 9 dan Gambar 10 terlihat bahwa berat arang aktif dan lama pengadukan tidak mempengaruhi kadar Pb secara signifikan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah R. I. No. 20 Tahun 1990, kadar kadmium dengan nilai sebesar kurang dari 0,0015 mg/L yang terkandung pada limbah cair batik telah

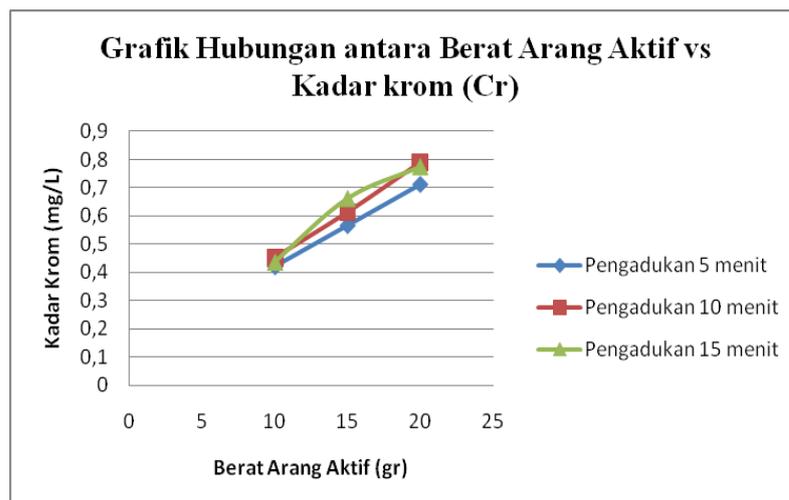
memenuhi kriteria golongan A, B, C dan D (Tabel 3).

Hasil Uji Kadar Krom (Cr)

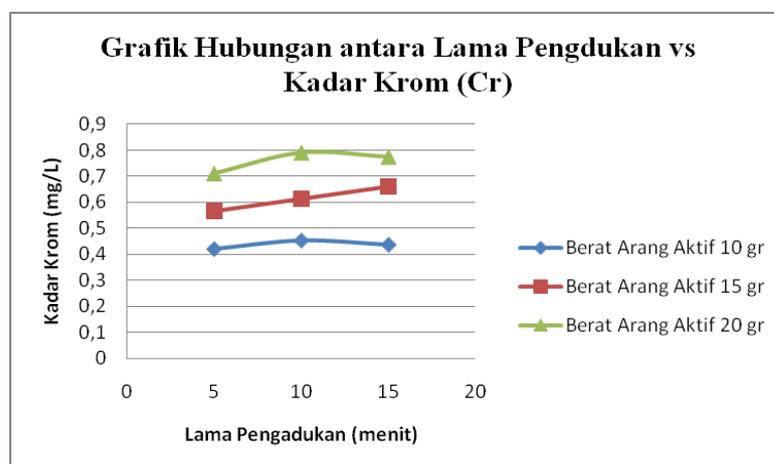
Hasil pengujian kadar Cr ditampilkan pada Tabel 6, Gambar 11 dan Gambar 12.

TABEL 6. Hasil pengujian kadar krom (Cr)

Berat arang aktif /150 mL limbah cair batik	Lama Pengadukan		
	5 menit	10 menit	15 menit
10 g	0,4205 mg/L	0,4527 mg/L	0,4366 mg/L
15 g	0,5655 mg/L	0,6138 mg/L	0,6621 mg/L
20 g	0,7104 mg/L	0,7909 mg/L	0,7748 mg/L



GAMBAR 11. Pengaruh berat arang aktif terhadap kadar Cr yang terkandung dalam limbah cair batik setelah diadsorpsi



GAMBAR 12. Pengaruh lama pengadukan terhadap kadar Cr yang terkandung dalam limbah cair batik setelah diadsorpsi

Dari Gambar 11 dan Gambar 12 terlihat bahwa proses adsorpsi limbah cair batik terbukti dapat menyerap kadar krom. Dari hasil pengujian sebelum diadsorpsi kadar Cr sebesar 2,03 mg/L dan setelah diadsorpsi mengalami penurunan maksimal senilai 1,4205 dan minimal senilai 0,7909 mg/L. Pada berat arang aktif 10, 15, 20 gr dan pada lama pengadukan 5, 10, 15 menit cenderung naik, diindikasikan semakin berat arang aktif yang digunakan semakin kurang bagus dalam penyerapan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah R. I. No. 20 Tahun 1990, kadar krom dengan nilai maksimal 0,4204 mg/L dan minimal 0,7909 mg/L yang terkandung pada limbah cair batik memenuhi kriteria golongan D (Tabel 3).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis tentang penyerapan polutan limbah cair industri batik menggunakan arang aktif dengan ukuran butir lolos mesh 80 dari limbah serbuk gergaji kayu jati, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan syarat mutu arang didapat rendemen arang 9,92 %, kadar air 18 %, kadar zat mudah menguap 21,50 %, kadar abu 18 %, dan kadar karbon murni sebesar 60,17 %. Berdasarkan syarat kualitas arang aktif SNI 06-3730-1995, kualitas arang aktif pada mesh 80 tidak memenuhi persyaratan.
2. Arang aktif mampu menurunkan kadar Cr sebesar 79,28 %, Pb sebesar 95,08 %, Cd sebesar 99,3 % dan perubahan warna sebesar 99,98 % dalam limbah cair baik.

3. Semakin berat arang aktif dan semakin lama pengadukan yang digunakan dalam proses *adsorpsi* limbah cair batik, semakin baik pula penyerapan kepekatan warna.
4. Semakin berat arang aktif dan semakin lama pengadukan yang digunakan dalam proses *adsorpsi* limbah cair batik, arang aktif tidak mampu menyerap logam berat Cr dengan baik.
5. Semakin berat arang aktif yang digunakan dalam proses *adsorpsi* limbah cair batik dan semakin lama pengadukan tidak mempengaruhi penyerapan kadar Pb dan Cd secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LP3M UMY yang telah memberikan kesempatan dilakukannya penelitian ini melalui alokasi dana ABT UMY 2012, serta Saudara Iwan Setya Budi yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim (1990). *Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Presiden Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990.

Hendra, D. (2006). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa Sawi dan Serbuk Kayu Gergajian Campuran, *Jurnal Penelitian Vol. 24 No 2*.

Sembiring, M. T dan Sinaga, T. S (2003). *Arang Aktif (pengenalan dan proses pembuatannya)*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.

Sudradjat, R. (1985). Pengaruh Beberapa Faktor Terhadap Sifat Arang Aktif, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 2 No. 2*.

Sudrajat, R dan Pari. G. (2011). *Arang Aktif : Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.

Widhianti, W. D. (2010). *Pembuatan Arang Aktif dari Biji Kapuk (Cieba pentandra L)*, Skripsi Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Penulis :

Sudarja[✉], Novi Caroko
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan
Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta,
Indonesia.

[✉] Email: sudarja_msn@yahoo.com