

## **PENURUNAN KADAR SUSPENDED SOLID DAN ZAT WARNA PADA AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK DENGAN ARANG AKTIF**

Warsiyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan "YLH" Yogyakarta

Masuk: 16 Nopember 2010, revisi masuk : 3 Januari 2011, diterima: 19 Januari 2011

### **ABSTRACT**

Batik industri liquid waste contained the quite high concentrations of biodegradable and easily-rotten suspended solid and non-biodegradable dye. When no processing was conducted before it was disposed into receiving water body, such a condition would produce reduced quality of life. This research aimed to reduce the content of suspended solid and dye in liquid waste by using adsorption process through the use of active carbon media. Active carbon media-based adsorption has been one of the methods to solve pollution problem on receiving water body. Experimental method through the use of active carbon was adopted. The results of the experiment was developed into a design of waste processing instrument. The instrument was operated by setting adsorbent, while the adsorbent was a pipe of 4 inch in diameter, and the surface area was 0.03243 m<sup>2</sup>. Water level was set to be 0.6 m higher than the media. Analysis variant is yused in dis research. Result indicated that active carbon was able to reduce SS and the dye. The efficiency of SS and the dye were 55.23% and 55.30%, respectively. The variant analysis showed F value at 5% significance level with 5.14 free grade of the effluent quality, and the adsorption of active carbon was better at the 70 cm thickness with maximum water height.

Keywords: Reduced suspended solid and dye, batik industri liquid waste, active carbon

### **INTISARI**

Air limbah industri batik mengandung konsentrasi suspended solid dan zat warna yang cukup tinggi bersifat non biodegradabel untuk zat warna dan biodegradabel untuk suspended solid dan mudah membusuk. Kondisi tersebut apabila tidak ada pengolahan sebelum di buang ke badan air penerima akan mengakibatkan turunnya kualitas lingkungan hidup. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar suspended solid dan zat warna air limbah dengan proses adsorpsi menggunakan media arang aktif. Adsorpsi (penyerapan) dengan menggunakan media arang aktif merupakan salah satu cara untuk mengatasi terjadinya pencemaran terhadap badan air penerima. Metode penelitian yang dilakukan adalah bersifat eksperimental dengan menggunakan arang aktif. Hasil dari eksperimental tersebut dibuat dalam suatu rancangan alat pengolah limbah. Pengoperasian alat dilakukan dengan cara mengatur adsorben, sedangkan alat penyerap/adsorben pipa berukuran 4 inchi dan luas permukaan 0,03243 m<sup>2</sup>. Ketinggian air ditetapkan 0,6 m di atas media. Analisa varian digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif mampu menurunkan SS dan Zat Warna, sehingga meningkatkan kualitas air limbah industri batik. Efisiensi SS sebesar 55,23 % dan zat warna sebesar 55,30 %, analisa varian menunjukkan nilai F pada signifikan 5 %, dengan derajat bebas 5,14 dari kualitas effluen dan efisiensi penyerapan arang aktif lebih baik pada ketebalan 70 cm dengan ketinggian air maksimum.

Kata kunci : Penurunan kadar suspended solid dan zat warna, air limbah industri batik, arang aktif.

### **PENDAHULUAN**

Permasalahan industri sejalan dengan perkembangan yang semakin

meningkat akan menimbulkan dampak lingkungan yang serius (yang besar). Sebagaimana mestinya sebuah unit

usaha industri batik juga menghasilkan limbah yang harus dibuang ke lingkungan sekitarnya. Dalam prosesnya industri batik sebagian menggunakan bahan kimia sebagai bahan pembatu yang terdiri dari kanji, minyak, lilin, soda (NaOH), deterjen dan lain-lain. Kebanyakan dari bahan tersebut bersifat nonbiodegradabel oleh alam. Air limbah tersebut berasal dari cairan bekas pencelupan mengandung zat warna dan pengua warna serta air penganjian (Anonim, 2005).

Limbah cair pengrajin batik mengandung zat warna dan suspendid solid sebagai pencemar. Uji pendahuluan menunjukkan bahwa limbah cair industri batik mengandung zat warna sebesar 249 Ntu dan suspended solid sebesar 668 ppm. Dengan demikian, air limbah batik tersebut apabila langsung dibuang ke lingkungan akan mengganggu kualitas air tanah, estetika dan mikrobial.

Pengolahan limbah pada umumnya dan limbah cair pada khususnya dimaksudkan untuk memperkecil dampak negatif yang mungkin terjadi akibat pembuangan limbah ke lingkungan (Tjokrokusumo, 1995). Warna dan zat tersuspensi jika berada dalam air terlihat dengan jelas, akan mengurangi penetrasi sinar/cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan akan mengganggu aktivitas biologi yang ada di dalamnya dan juga dapat menyebabkan gangguan estetika lingkungan. Apabila kondisi tersebut berlangsung terus menerus dapat mengakibatkan terputusnya proses yang merupakan siklus pendukung lingkungan hidup.

Arang aktif mempunyai kemampuan sebagai adsorben yang baik dan sangat cepat dalam proses adsorpsi zat organik maupun anorganik (Metcalf & Eddy, 1991). Penggunaan arang aktif sebagai adsorben mudah dijumpai dan dibuat sendiri. Arang aktif merupakan suatu adsorben yang baik dalam proses adsorpsi, khususnya untuk arang tempurung kelapa. Sel-sel tempurung kelapa merupakan jaringan sklerenkhim yang mengalami penebalan dari zat kayu

yang membentuk sel batu berinding tebal.

Air limbah adalah segala bentuk bahan yang tidak atau belum mempunyai arti ekonomi, yang disebabkan oleh suatu proses teknologi yang dipakai atau kecerobohan operator, atau hal lain yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya harus terbuang keluar dari berbagai unit proses yang ada (Anonim, 2005).

Air buangan diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifatnya berupa endapan atau padatan, padat tersuspensi, terlarut sebagai koloid, emulsi yang menyebabkan air dimasukkan harus dipisahkan atau dibuang dengan sebutan air buangan. Air buangan kemudian disebut air buangan tercemar, secara fisik, biologi, kimia, bahkan mungkin radioaktif (Tjokrokusumo, 1995).

Menurut (Anonim, 2005), bahwa sumber air limbah berasal dari perumahan industri dan aliran tanah yang ada : 1) Air limbah rumah tangga/pemukiman, sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah rekreasi. 2) Air limbah industri, jumlah air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi, tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri/derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. 3) Air Limbah rembesan dan tambahan, apabila turun hujan disuatu daerah, maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk ke saluran pengering atau saluran air hujan. Apabila saluran ini tidak mampu menampungnya, maka limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar.

Untuk dapat memilih cara penanganan air buangan secara tepat perlu terlebih dahulu kiranya diketahui karakteristik air buangan, baik fisik, kimia maupun biologis (Sugiharto, 1987).

Karakteristik Fisika yaitu padatan total adalah sesuatu yang tinggal sebagai residu apabila diluapkan pada suhu  $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$  padatan dapat dihilangkan. Bau yang timbul pada air limbah industri batik disebabkan oleh gas yang dihasilkan dan dari proses-proses dekomposisi zat organik. Umur keadaan air limbah dapat ditandai dari warna dan bau air limbah, yang baru biasanya berwarna agak kelabu, tetapi apabila senyawa organik dipecah oleh bakteri, oksigen terlarut direduksi sampai nol dan warna berubah menjadi hitam. Pada keadaan ini air limbah telah mengalami pembusukan. Temperatur air limbah sangat tergantung pada aktivitas sumber air limbah sebelumnya. Temperatur ini dapat mempengaruhi aktivitas penguraian zat organik oleh mikroorganisme.

Karakteristik Kimia yaitu bahan-bahan yang termasuk di dalam karbohidrat adalah gula, kanji, selulosa, kayu dan bulu-bulu halus yang terdapat dalam air buangan. Gula dapat larut dalam air, namun kanji tidak dapat larut. Kanji pada beberapa kesempatan adalah lebih stabil, akan tetapi dapat berubah menjadi gula melalui aktivitas bakteri, apabila dicampur dengan asam. Protein adalah kandungan utama dari makhluk hidup, termasuk didalamnya tanaman dan binatang bersel satu. Protein sangat kompleks dalam struktur kimianya dan tidak stabil akan berubah menjadi bahan lain pada proses dekomposisi. Protein ini penyebab utama terjadinya bau, karena adanya proses pembusukan dan penguraiannya. Deterjen adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih. Supaya mendapatkan hasil yang baik, bahan dasar dari deterjen adalah minyak nabati atau minyak bumi. Konsentrasi ion hydrogen adalah ukuran kualitas air maupun dari buangan. Kadar yang baik adalah kadar yang masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik pH 7 yang baik adalah netral. Kedua unsur ini penting untuk pertumbuhan prostista pada tanaman nitrogen dalam air buangan merupakan gabungan dari bahan-bahan berprotein dan urea. Dalam suasana aerob bakteri dapat mengoksi-

dasi amoniak menjadi nitrit dan nitrat. Phospor merupakan komponen yang menyuburkan organisme lain (Sugiharto, 1987).

Karakteristik Biologis yaitu karakteristik biologis dari limbah cair meliputi golongan mikroorganisme yang terdapat dalam limbah cair tersebut dan organism pathogen yang ada. Kualitas limbah cair industri batik sangat tergantung jenis proses yang dilakukan. Hal tersebut menghasilkan limbah cair yang bersifat basa dan kadar organik yang tinggi, yang disebabkan oleh sisa-sisa hasil pematikan.

Pada proses pencelupan umumnya merupakan penyumbang sebagian kecil limbah organik, namun menyumbang warna yang kuat, yang mudah dideteksi dan hal ini dapat mengurangi sungai maupun perairan. Pada proses persiapan, yaitu proses nganji atau menganji, menyumbang zat organik yang banyak, zat padat tersuspensi. Zat padat tersuspensi apabila tidak segera diolah akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dapat digunakan untuk menilai kandungan COD dan BOD. Kebanyakan penggunaan bahan pencelup dengan struktur molekul organik yang amat stabil tidak dapat dihancurkan dengan proses biologis, untuk menghilangkan warna air limbah yang efektif adalah dengan perlakuan secara biologis, fisik dan kimia. Zat warna ini adalah zat yang dapat mewarnai bahan dan warnanya akan tetap melekat tidak hilang dengan pengerjaan pencucian. gosokan dan sebagainya.

Warna air limbah dapat dibedakan dalam *true color* dan *apparent color*. Warna yang biasa diukur adalah *true color* yaitu warna disebabkan hanya oleh bahan-bahan yang terlarut di dalam air limbah tersebut, sedangkan *apparent color* yaitu warna yang disebabkan oleh warna dari bahan-bahan baik terlarut maupun tersuspensi. Analisa secara kuantitas ditunjukkan dengan Pt-Co. Umur air limbah dapat pula ditandai secara kualitatif dari warna (Fardiaz, 1992).

Air limbah yang baru dibuang biasanya berwarna abu-abu, apabila

senyawa organik yang ada mulai dipecah oleh bakteri. Oksigen terlarut dalam air limbah direduksi sampai nol dan warnanya menjadi hitam (gelap). Pada kondisi ini dikatakan bahwa air limbah sudah busuk. Dalam menetapkan warna tersebut dapat pula diduga adanya pewarna tertentu yang mengandung logam-logam berat. Dengan demikian limbah cair industri batik sangat mengganggu terhadap kesehatan.

Zat organik dalam perairan akan mengalami pembusukan, akibat selanjutnya adalah timbulnya bau hasil peruraian dari zat organik. Disamping bau yang ditimbulkan, maka menumpuknya ampas akan memerlukan tempat yang banyak dan mengganggu keindahan tempat disekitarnya. Selain bau dan tumpukan ampas yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan (Sugiharto, 1987).

Menurut Sumestri dan Alaert (1987), bahwa suspended solid adalah zat-zat padat yang berada dalam suspensi. Dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid dan partikel tersuspensi biasa

Suspended solid dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel yang ukuran maupun beratnya lebih daripada sedimen. Jumlah padatan tersuspensi di dalam air dapat diukur dengan menggunakan alat turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis, mengakibatkan kehidupan mikroorganisme terganggu. (Fardiaz, 1992).

Proses filtrasi adalah proses di dalam pengolahan air limbah, biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses revisi osmosisnya akan dilaksanakan, yaitu untuk menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dai dalam air agar tidak

mengganggu proses adsorpsi atau penyumbatan membrane yang digunakan dalam proses osmosa. Proses adsorpsi biasa dengan arang aktif yang dilakukan untuk menyisihkan senyawa aromatik misalnya fenol dan senyawa organik yang terlarut biasanya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan air buangan tersebut (Tjokrokusumo, 1995)

Pengolahan air limbah menggunakan karbon aktif biasanya digunakan sebagai proses kelanjutan dari pengolahan biologis. Karbon pada kejadian ini dipergunakan untuk mengurangi kadar dari bahan-bahan organik terlarut yang ada. Disamping inti dari pengontrakan karbon dengan air, maka benda-benda partikel juga bisa ikut dihilangkan. Proses ini biasanya dipergunakan untuk melengkapi proses pengolahan secara biologis dari limbah industri yang mana proses biologisnya tidak lengkap, sehingga masih terdapat masalah pada air limbah.

Karbon aktif alamiah adalah berupa butiran karbon dan bubuk karbon untuk pengolahan air limbah dan setelah dipergunakan perlu diaktifkan kembali. Persiapan karbon dipergunakan melalui pembuatan arang dari bahan kayu atau batubara. Bahan ini kemudian dibakar sampai berwarna merah. Partikel batubara kemudian diaktifkan kembali dengan menambah gas oksigen pada tekanan tinggi. Gas ini mengembangkan struktur rongga yang ada pada batubara/arang, sehingga memperluas permukaan (Sugiharto, 1987).



Gambar 1. Arang aktif sebelum dan sesudah diaktifkan kembali

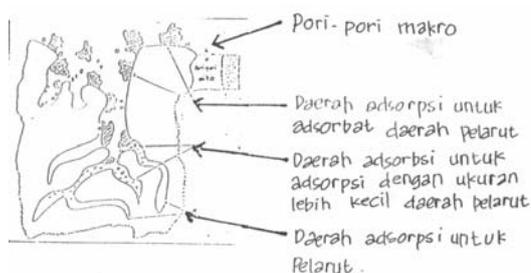
Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika. Proses adsorpsi dalam pengolahan air buangan merupakan gabungan adsorpsi fisik dan kimia sangat sulit untuk membedakan

kedua proses tersebut. Namun demikian, hal ini tidak mempengaruhi analisa dan pencernaan proses adsorbs yang dibuat (Reynold, 1982)

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam arang aktif, karena akan mempengaruhi kecepatan adsorbsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorbs. Kecepatan adsorbs yang menggunakan arang aktif serbuk lebih besar daripada arang aktif butiran.

Ukuran partikel tidak terlalu mempengaruhi luas permukaan total sebagian besar meliputi pori-pori partikel arang. Jadi berat yang sama dari arang aktif serbuk dan butiran mempunyai kapasitas yang sama. Struktur pori-pori arang aktif mempengaruhi perbandingan antara luas permukaan dan ukuran partikel. Ada dua macam pori dalam partikel arang aktif macro dan mikro. Diameter pori-pori tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut : a) Pori-pori makro dengan diameter  $1000 \text{ \AA}$  b) Pori-pori mikro dengan diameter  $10 - 1000 \text{ \AA}$ . Distribusi ukuran pori-pori menentukan distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel karbon untuk adsorbsi.

Penelitian dengan menggunakan arang aktif pernah dilakukan untuk menurunkan zat warna dan deterjen dari limbah industri tekstil.



Gambar 2. Daerah adsorpsi pada arang aktif

Ukuran molekul mempengaruhi proses adsorbs, karena molekul-molekul memasuki pori-pori partikel arang aktif agar teradsorbsi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa adsorbs asam-asam alifatik, aldehida dan alcohol meningkat sesuai dengan urutan molekul

dari ketiga molekul tersebut (Metcalf & Eddy, 1991)

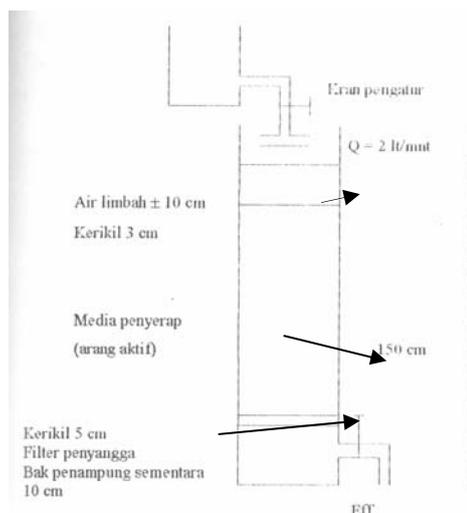
Tarik menarik antara molekul-molekul lebih besar apabila ukuran molekul mendekati ukuran arang. Bagian terlarut yang hidrofob (tidak suka air) mungkin lebih mudah diadsorbsi daripada bagian yang hidrofilik (suka air). Beberapa molekul hidrofob dapat diadsorbsi, sedangkan hidrofil akan tinggal dalam larutan (Tjokrokusumo, 1995)

Arang sebagai media adsorbsi dapat dibuat dari material kayu, batubara, tulang, tempurung kelapa atau dari bahan lain. Material tersebut dipanaskan atau dikukus dalam suhu tinggi dengan penambahan suplai udara yang diusahakan sejumlah kecil. Untuk membentuk arang aktif, maka membutuhkan suhu pemanasan dalam suatu uap panas (kukus) pada temperatur  $600^{\circ}\text{C} - 700^{\circ}\text{C}$ , dilanjutkan dengan mengalirkan uap panas pada temperatur konstan  $800^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$  dengan suplai udara sedikit, sehingga terbentuk karbon aktif yang mempunyai struktur pori mikro yang maksimum dengan luas permukaan yang maksimum juga.

Arang tempurung kelapa adalah suatu adsorben yang baik dalam proses adsorbsi, untuk memisahkan senyawa organik dalam air buangan, karena sel-sel tempurung kelapa merupakan jaringan sklerenkhim yang mengalami penebalan dari zat kayu yang membentuk sel batu ber dinding keras. Dengan mekanisme pengkarbonan pada suhu  $300^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$  atau bila dibuat sebagai arang aktif dengan suhu  $700^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ , maka arang tempurung akan mempunyai rata-rata pori sebesar  $20 \text{ \AA}$  dan dicapai luas permukaan maksimum, sehingga menjadikan permukaan arang tempurung bersifat hidrofobik dan mudah menyerap air.

Media arang aktif yang digunakan adalah media penyerap dengan ketebalan 50 cm, 60 cm dan 70 cm. Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menurunkan zat warna dan suspended solid pada air limbah batik. Metode penelitian yang digunakan analisis

varian. Dari metode penelitian yang dilakukan bersifat eksperimental akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, dihitung dengan annava, dan untuk mengetahui perbedaan nyata penurunan kadar zat padat tersuspensi dan zat warna.



Gambar 3. Prototipe adsorpsi arang aktif.

Analisis data penelitian dengan analisis varian.

$$F = \frac{\text{variance between means}}{\text{variance within group}}$$

$$Sx^2 = \frac{\sum(xp_1 - x^1)^2}{K(K-1)}$$

Langkah-langkah Uji Analisa Varian:

Hipotesa :  $H_0; U_1=U_2.....UK$  ;

dengan  $H_1; U_1 + U_2 .....UK$

Dipilih taraf signifikansi 50 %

Kriteria pengujian : Derajat kebebasan K-1 pembilang; K(K-penyebut

$H_0$  diterima;  $F$  hitung <  $F$  tabel ;  $H_0$

ditolak  $F$  hitung >  $F$  tabel

### PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pengukuran pH, suhu, kadar zat padat tersuspensi, dan zat warna sebelum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 tampak bahwa pH dalam kondisi netral, suhu berada pada kondisi kamar, SS berada diatas ambang

batas buangan industri , dan zat warna masih berada di atas ambang batas.

Tabel 1. Hasil pengukuran pH, SS dan zat warna air limbah industri batik

No	Parameter	Satuan	Hasil
1.	pH	-	6,9
2.	Suhu	oC	30
3.	SS	Mg/l	668
4.	Zat warna	Pt-Co	249

Hasil pemeriksaan zat warna sampel air limbah batik setelah perlakuan pengolahan secara adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Hasil pengukuran zat warna setelah adsorpsi dengan media arang aktif

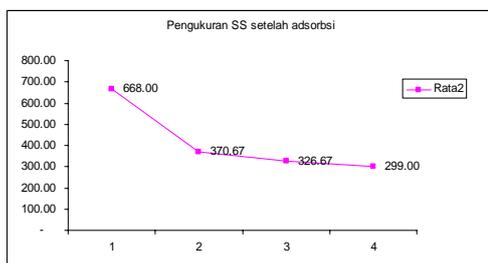
Tebal arang aktif	Zat warna Pt-Co			Rata-rata	
	I	II	III		
0	249	249	249	249	(a)
50	205	206	205	205,33	(b)
60	155	155	154	154,67	(c)
70	111	112	111	111,33	(d)

Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada setiap ketebalan arang aktif. Pada tabel 2 di atas tampak bahwa zat warna menurun sesuai dengan ketebalan arang aktif. Hasil pemeriksaan zat padat tersuspensi sampel air limbah batik setelah perlakuan pengolahan secara adsorpsi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil pengukuran SS setelah adsorpsi dengan media arang aktif.

Tebal arang aktif	Zat warna Pt-Co			Rata-rata	
	I	II	III		
0	668	668	668	668	(a)
50	370	372	370	370,67	(b)
60	324	322	334	326,67	(c)
70	300	294	303	229	(d)

Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata penurunan pada setiap ketebalan arang aktif.



Gambar.4 Grafik pengukuran SS setelah adsorpsi.

Adsorpsi dengan menggunakan media arang aktif merupakan salah satu cara untuk mengatasi terjadinya pencemaran terhadap badan air penerima. Metode penelitian yang dilakukan adalah bersifat eksperimental dengan menggunakan arang aktif. Hasil dari pada eksperimen tersebut dibuat dalam suatu rancangan alat pengolah limbah. Pengoperasian alat dilakukan dengan cara mengatur adsorben, sedangkan alat penyerap pipa berukuran 4 inci dan luas permukaan  $0,03243\text{m}^2$ . ketinggian air ditetapkan 0,6 m diatas media.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dilihat dari kualitas efluent, efisiensi penyerapan arang aktif akan lebih baik pada ketebalan 70 cm dengan ketinggian air maksimum.

#### KESIMPULAN

Setelah melalui proses adsorpsi, menunjukkan bahwa arang aktif mampu menurunkan suspended solid dan zat warna, sehingga meningkatkan kualitas air limbah industri batik. Dengan media yang semakin tebal kandungan parameter suspended solid zat warna air limbah industri batik semakin kecil dibandingkan dari kondisi semula, sebesar 668/lit dan 249 Pt-Co. Efisiensi untuk suspended solid sebesar 55,23 dan zat warna sebesar 55,30 %.

Tingkat penurunan SS dan zat warna limbah batik dengan media arang aktif sebanding dengan tingkat ketebalan media. Berdasarkan analisa varian ada perbedaan yang bermakna, ketebalan arang aktif berpengaruh pada penurunan pada zat padat tersuspensi dan zat warna.

Unit pengolahan dengan media arang aktif baik untuk menurunkan suspended solid dan zat warna pada air limbah industri batik bisa dicoba atau dilanjutkan dengan bahan yang lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, Sri Sumesti, 1987, Metode penelitian air, Penerbit usaha nasional
- Anonim, 2005, Pedoman Penanggulangan limbah cair domestic dan tinja, UI Press, Jakarta
- Fardiaz, S,1992, Polusi air dan udara. PAU Pangan dan Gizi Bogor.
- Met Calf dan Eddy, 1991, "Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse", 2<sup>nd</sup> Ed, Mc.Graw Hill Publishing Co, New Delhi.
- Purnama.H, 2001, "Kajian awal, Pembentukan Polihidroksi alkanaat (PHA) pada system pengolahan lumpur aktif dengan sequencing batch rector (SBR)", ITB Badung.
- Reynold, 1982. Unit Operation Processes in Environmental Engineering Texas, A & M University.
- Sugiharto, 1987, Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, UI Press, Jakarta
- Tjokrokusumo, 1995, Konsep Teknologi Bersih, STTL, Yogyakarta