

## **Metode AOP – GAC dalam Penanganan Limbah Cair Batik di Kalurahan Wijirejo, Kepanewon Pandak, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta**

**Iqbal Samusa Ihsan Usama<sup>1)</sup>, Andi Ade Renata Ade Yudono<sup>2a)</sup>, RR Dina Asrifah<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
JL. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

<sup>a)</sup>Corresponding author: ade.yudono@upnyk.ac.id

### **ABSTRAK**

Seluruh aspek kehidupan memerlukan air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satu daerah di Kalurahan Wijirejo, Kepanewon Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi sentra batik dengan skala rumah tangga di DIY. Kegiatan pengolahan batik akan menghasilkan limbah yang berasal dari proses pewarnaan dan pelorodan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan metode Advanced Oxidation Processes (AOP) – Granular Activated Carbon (GAC) untuk mendegradasi parameter BOD<sub>5</sub>, COD, dan Fenol. Hasil penelitian dengan metode AOP –GAC yaitu injeksi ozon dengan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50%) sebanyak 1,5 ml dalam 1 liter limbah selama 30 menit merupakan waktu efektif. Penggunaan karbon aktif yang efektif yaitu sebanyak 6 gram dalam 1 liter limbah menghasilkan efisiensi yang dapat menurunkan 98,5% pada parameter BOD<sub>5</sub>, COD sebanyak 98,6 %, dan Fenol sebanyak 99,5 %. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa AOP - GAC efektif untuk menurunkan parameter BOD<sub>5</sub>, COD, dan Fenol pada limbah Batik.

**Kata Kunci:** Industri Batik; Limbah Cair; AOP – GAC; IPAL; Ozonisasi; Adsorpsi

### **ABSTRACT**

*Clean water is a necessity for all aspects of life to meet the needs of daily life. Kalurahan Wijirejo, Kepanewon Pandak, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta is one of the areas that produces household-scale batik centers in DIY. The batik processing process that produces waste is from the coloring and pelorodan process. The purpose of this study was to determine the Advanced Oxidation Processes (AOP) – Granular Activated Carbon (GAC) method capable of degrading BOD<sub>5</sub>, COD, and Phenol parameters in batik waste. The results of the study using the AOP-GAC method obtained an effective ozone injection for 30 minutes with 1.5 ml of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50%) solution in 1 liter of waste. The effective use of activated carbon as much as 6 grams in 1 liter of waste with the efficiency results obtained is able to reduce 98.5% in the parameters of BOD<sub>5</sub>, COD as much as 98.6%, and Phenol as much as 99.5%. The conclusion obtained is that the AOP - GAC method is effective in reducing the parameters of BOD<sub>5</sub>, COD, and Phenol in Batik waste.*

**Keywords:** Batik Industry; Liquid Waste; AOP – GAC; Ozonation; Adsorption

### **PENDAHULUAN**

Kegiatan produksi batik dalam skala rumah tangga berpotensi adanya pencemaran lingkungan. Ditemukan beberapa rumah yang melakukan produksi batik sebagai sumber mata penghidupan. Potensi pencemaran lingkungan berasal dari limbah hasil kegiatan produksi batik yaitu pewarnaan dan pelorodan malam batik. Tahapan produksi industri rumahan batik terutama batik dengan menggunakan metode cap dan sesuai dengan pesanan yang diterima. Proses pencelupan yang dicap terdiri dari beberapa langkah. Pada tahap awal, kain mori yang telah diukur dicap dengan stempel tekuk logam sehingga motif yang dihasilkan sama dengan lilin permanen atau *wax tasting*. Pengecapan ini biasanya dilakukan sebanyak tiga kali agar lilin atau malam yang menempel pada kain cukup kental sehingga proses pencelupan menghasilkan warna yang tidak sekedar dililin atau diwax saja. Setelah dicap, kain siap untuk diwarnai. Dalam proses pencelupan ini, kain direndam dalam pewarna yang dicampur dengan air. Pewarna yang digunakan dalam proses pencelupan adalah pewarna kimia dan pewarna alami. Setelah proses pencelupan, kita lanjut ke *finishing* dengan cara merendam kain dalam cairan *water glass*, agar warna yang dihasilkan tidak mudah pudar dan tahan lama. Setelah selesai,

selanjutnya proses Pelorodan. Dalam pelorodan ini, lilin yang menempel pada kain dihilangkan dengan cara merebus kain batik hingga lilin yang menempel pada kain meleleh dan larut dalam air. Jika wax tidak menempel pada kain, kain bisa dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan sisa wax dan bahan kimia bekas. Setelah bersih, kain dijemur di bawah sinar matahari (Kusumawardani, 2017).

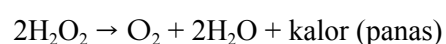
Produksi batik skala rumahan memiliki potensi untuk mencemari lingkungan khususnya sentra batik yang tidak hanya satu rumah saja, namun terdapat beberapa rumah yang memproduksi batik sebagai sumber mata pencahariannya. Potensi yang mampu mencemari lingkungan yaitu hasil dari proses pewarnaan batik dan pelorodan malam pada batik. Peraturan Daerah DIY no. 7 Tahun 2016 menyebutkan bahwa kualitas limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan dan pelorodan merupakan proses basah dengan parameter pencemar yaitu pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), Fenol, Sulfida, dan Minyak/Lemak. Industri batik skala rumahan menggunakan bahan kimia naftol dan remasol. Bahan tersebut dipilih karena mudah didapatkan.

Sentra batik Kalurahan Wijirejo bagian utara sebagian besar membuang limbah produksi batik melalui saluran air. Air limbah batik tersalurkan menuju badan air terdekat yaitu Kali Bedog. Pembuangan limbah tidak setiap hari dilakukan namun tergantung pesanan yang diterima oleh Home Industry Batik di Kalurahan Wijirejo. Kegiatan industri batik diperkirakan memerlukan 85% air bersih untuk proses pengolahan batik sehingga mengubah air menjadi berwarna pekat dan berbau khas. Limbah cair batik memiliki karakteristik yaitu suhu pH cenderung asam, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Rohasliney dan Subki, 2011).

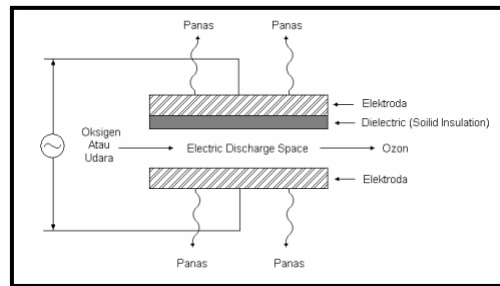
Penanganan limbah cair batik yang berasal dari pewarna kimia naftol menggunakan metode *Advanced Oxidation Processes* (AOP) / *Granular Activated Carbon* (GAC). *Advanced Oxidation Processes* adalah proses yang menggunakan radikal hidroksil aktif ( $\text{HO}^*$ ) dalam proses penguraian air limbah dengan oksidator kuat. Oksidator kuat dihasilkan dari beberapa proses pencampuran ozon yaitu ozon dan hidrogen peroksida ( $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ ), ozon dan sinar ultraviolet ( $\text{O}_3 + \text{UV}$ ), dan hidrogen peroksida dan sinar ultraviolet ( $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV}$ ). Radikal hidroksil yang dihasilkan akan mengoksidasi polutan – polutan zat warna dalam air limbah dengan cepat (Glaze 1987 dan Gottschalk 2000). Proses AOPs efektif apabila menggunakan campuran  $\text{O}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Trikloretilen (TCE) dan perkloroetilen (PCE) yang biasanya terkandung pada air limbah bisa terurai secara signifikan dengan dengan proses AOPs dengan oksidator  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{O}_3$  sebagai penghasil radikal aktif (Karimi, 1997). Reaksi yang terjadi untuk memproduksi OH radikal dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan ozon seperti pada reaksi berikut ( Gelardiansyah, 2015):



Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) adalah bahan kimia anorganik yang memiliki sifat oksidator kuat. Hidrogen peroksida memiliki ciri-ciri tidak berwarna, berbau khas agak keasaman, dan mudah larut dalam air. Hidrogen peroksida adalah pengoksidasi kuat yang dapat memandulkan dan produk reaktif dari radikal bebas serta ion yang dapat menyerang membran lipid, DNA atau sel tubuh dan komponen sel organisme lainnya. Apabila hidrogen peroksida terjadi proses dekomposisi makan akan terurai menjadi air dan gas oksigen, dengan reaksi eksotermis sebagai berikut (Marzuki, 2011) :



Pembuatan ozon dapat beberapa cara yaitu secara elektrolisis, kimiawi, termal atau fotokimia, dan peluahan muatan listrik. Peluahan muatan listrik atau biasa disebut dengan *electric discharge* sering digunakan dalam skala kecil dan besar. Proses peluahan muatan listrik yaitu dengan cara udara oksigen dimasukkan ke dalam ruang yang terdapat elektroda dengan aliran listrik secara maju mundur bertegangan tinggi sekitar 8.000 sampai 20.000 volt. Peluahan listrik terjadi secara terputus – putus antara dua elektroda maka menyebabkan elektron – elektron yang bertabrakan dengan molekul oksigen sehingga terbentuk senyawa ozon. (Said, 2018)



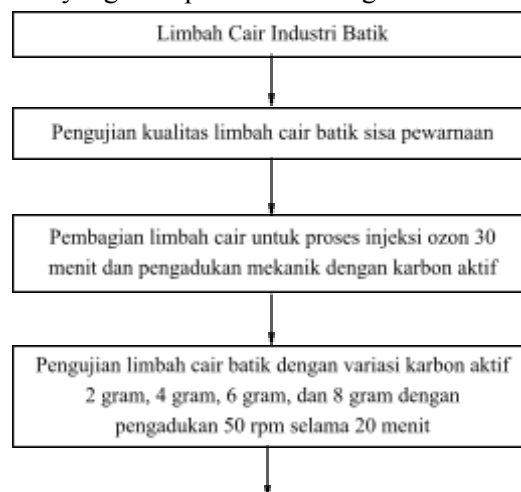
**Gambar 1.** Prinsip Alat Pembangkit Ozon dengan Peluahan Listrik

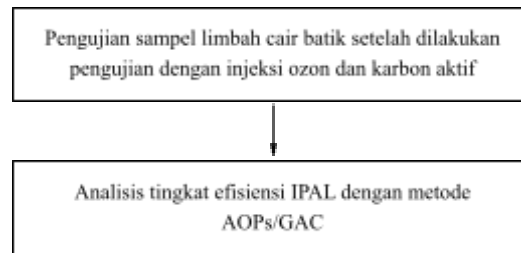
Metode *Granular Activated Carbon* GAC adalah proses adsorpsi dengan media karbon aktif. Adsorpsi merupakan proses terserapnya suatu molekul atau adsorbat pada permukaan adsorben. Metode adsorpsi dengan media karbon aktif atau arang aktif memiliki daya serap terhadap warna, bau, dan zat lainnya. Karbon aktif ini merupakan bahan padat berpori dari hasil pembakaran yang mengandung unsur karbon. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu massa adsorben, luas permukaan adsorben, suhu, ukuran partikel adsorben dan waktu kontak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis karbon aktif granular yang efektif dalam proses metode AOPs – GAC dan desain IPAL untuk metode AOPs - GAC.

## METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode rancangan percobaan dengan jenis penelitian secara kualitatif dan kuantitatif. Sampel limbah cair batik diambil secara *grab sampling*. Tahapan percobaan, pertama yaitu uji coba skala laboratorium dengan membagi 1 L limbah batik ke dalam beberapa gelas beaker. Limbah yang telah terbagi ditambah  $H_2O_2$  dengan konsentrasi 50% sebanyak 1,25 ml setiap gelas beaker. Larutan  $H_2O_2$  diambil menggunakan pipet agar sesuai dosis. Penggunaan sarung tangan latex diperlukan untuk mencegah kulit dari tetesan larutan karena bisa mengakibatkan iritasi ringan yang ditunjukkan dengan permukaan kulit yang memutih.

Limbah yang telah dimasukan larutan  $H_2O_2$  dilakukan proses penginjeksian ozon selama 30 menit. Setelah limbah diinjeksikan ozon kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan kertas saring yang berukuran pori – pori 20 – 25  $\mu m$ . Limbah di uji laboratorium untuk mendapatkan waktu penginjeksian yang efektif. Waktu efektif menjadi dasar untuk uji tahap selanjutnya yaitu adsorpsi dengan variasi karbon aktif. Hasil akhir yang didapatkan yaitu waktu penginjeksian dan jumlah karbon aktif yang efektif digunakan dalam pengolahan. Variasi karbon aktif yang digunakan yaitu sebanyak 2 gr, 4 gr, 6 gr, dan 8 gr. Sebelumnya dilakukan penginjeksian ozon selama 30 menit baru dimasukan karbon aktif. Penginjeksian selama 30 menit dilakukan karena hasil uji laboratorium menunjukkan waktu efektif. Kemudian, pengadukan berkecepatan 50 rpm selama 20 menit pada limbah sebanyak 1 L dengan variasi karbon aktif. Limbah didiamkan selama 10 menit untuk proses pengendapan sebelum dimasukkan ke dalam gelas ukur yang terdapat kertas saring.





Gambar 2. Diagram Alir Uji Coba Metode AOPs/GAC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kualitas Limbah Cair Setelah Rancangan Percobaan

Parameter	Baku Mutu*	Hasil Uji Inlet (C <sub>0</sub> )	Hasil Uji Outlet							
			Karb on Aktif 2 gr (C <sub>1</sub> )	Efisiensi (%)	Karb on Aktif 4 gr (C <sub>2</sub> )	Efisiensi (%)	Karb on Aktif 6 gr (C <sub>3</sub> )	Efisiensi (%)	Karb on Aktif 8 gr (C <sub>4</sub> )	Efisiensi (%)
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	85	8.960	182	97,96 8 %	138	98,45 9 %	126,5	98,588 %	270	96,986 %
COD (mg/L)	250	44.095	817,3	98,14 6 %	617,3	98,6 %	617,3	98,6 %	1334, 5	96,873 %
Fenol (mg/L)	0,5	17,37	0,1293	99,87 6 %	0,042 2	99,75 7 %	0,069 9	99,597 %	0,069 9	99,597 %

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium BBTCLPP Tahun 2022

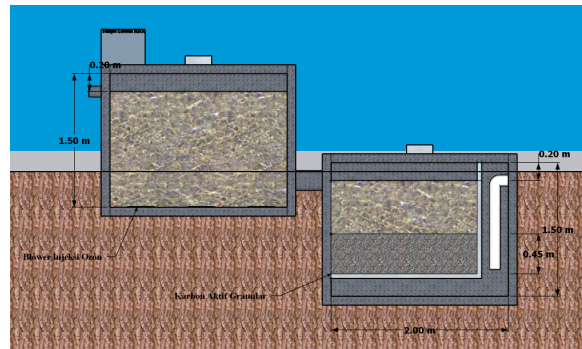
Hasil pengolahan penginjeksian ozon yang optimal dengan waktu selama 30 menit dan dilanjutkan dengan proses adsorpsi dengan penggunaan variasi karbon aktif sebanyak 2 gr, 4 gr, 6 gr, dan 8 gr didapatkan nilai efisiensi yang berbeda-beda. Proses adsorpsi menggunakan 2 gr karbon aktif mendapatkan nilai efisiensi parameter BOD<sub>5</sub> sebesar 97,968 %, COD sebesar 98,146 %, dan Fenol sebesar 99,876 %. Penggunaan karbon aktif sebesar 6 gr mendapatkan nilai efisiensi sebesar 98,459 %, COD sebesar 98,6 %, dan Fenol sebesar 99,757 %. Selanjutnya, penggunaan karbon aktif sebesar 8 gr didapatkan nilai efisiensi parameter BOD<sub>5</sub> sebesar 97,968 %, COD sebesar 98,146 %, dan Fenol sebesar 99,876 %.

Pengolahan yang optimal ditunjukkan pada penggunaan karbon aktif sebesar 6 gr. Parameter BOD<sub>5</sub> dan COD terjadi penurunan yang cukup signifikan dan parameter fenol sudah di bawah baku mutu. Dilihat pada Tabel 1, penggunaan karbon aktif 8 gr menunjukkan hasil yang cukup tinggi dibandingkan karbon aktif 2 gr, 4 gr, dan 6 gr. Hal tersebut menjadi indikasi titik jenuh dari penggunaan karbon aktif. Pembuatan bak adsorpsi bertujuan untuk tempat pengumpulan substansi terlarut dalam suatu larutan oleh zat penyerap berupa padatan yang memiliki pori – pori sehingga zat pencemar terkumpul dalam pori-pori zat penyerap. Proses adsorpsi yang dilakukan terdapat dua istilah yaitu adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat penyerapan berbentuk padatan atau media yang memiliki pori – pori sehingga adsorbat atau zat yang diserap tersimpan dalam pori – pori media yang digunakan. Proses adsorpsi ini menggunakan media yaitu berupa karbon aktif granular. Media ini mudah didapat dan efektif serta efisien untuk melakukan proses adsorpsi.

Grafik analisis hasil percobaan skala laboratorium menunjukkan bahwa proses adsorpsi menggunakan media karbon aktif dan penginjeksian ozon yang efektif selama 30 menit mampu mengurangi parameter BOD<sub>5</sub>, COD, dan fenol. Proses adsorpsi untuk mengurangi parameter BOD<sub>5</sub> dengan karbon aktif mendapatkan nilai efisiensi yaitu tertinggi dengan karbon aktif sebanyak 6 gr yaitu sebesar 98,588 % dan nilai efisiensi terendah dengan karbon aktif sebanyak 8 gr yaitu nilai efisiensi sebesar 97,968 %. Nilai efisiensi dalam pengurangan parameter COD yaitu nilai efisiensi tertinggi dengan karbon aktif sebanyak 4 gr dan 6 gr dengan nilai efisiensi sama yaitu sebesar 98,6 % dan terendah nilai

efisiensi dengan penggunaan karbon aktif sebanyak 8 gr sebesar 96,873 %. Selanjutnya, nilai efisiensi parameter fenol tertinggi dengan penggunaan karbon aktif sebanyak 2 gr yaitu sebesar 99,876 % dan nilai efisiensi terendah dengan karbon aktif 6 gr dan 8 gr sebesar 99,597 %.

Pengaplikasian bak ozonisasi di lapangan menggunakan dimensi bak yaitu panjang 2 m; lebar 1,1 m; dan tinggi 0,7 m. Penyaluran limbah berasal dari bak ekualisasi menuju bak ozonisasi dan dari bak ozonisasi menuju bak adsorpsi karbon aktif. Limbah disalurkan menggunakan pipa PVC dengan diameter 3 inci atau 10 cm dan ketebalan pipa 2 cm. Rencana ukuran dimensi bak adsorpsi yang yaitu panjang 2 meter; lebar 1 meter; dan tinggi 1,5 meter. Penggunaan media adsorpsi yaitu arang aktif granular dengan volume 0,9085 m<sup>3</sup>/hari dan waktu tinggal selama 8 jam.



**Gambar 3.** Bak Ozonisasi dan Bak Adsorpsi

## KESIMPULAN

Arahan pengolahan dari hasil penelitian dan kondisi lapangan yaitu menggunakan metode AOPs/GAC dengan injeksi ozon selama 30 menit dan media adsorpsi dengan karbon aktif granular. Namun, metode tersebut belum mampu menurunkan sesuai standar baku mutu yang berlaku dan nilai efisiensi dalam pengolahan yang didapat diatas 90%. Saran perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai unit pengolahan tambahan agar limbah cair batik bisa sesuai dengan standar baku mutu yang berlaku pada lokasi penelitian yaitu pada parameter BOD<sub>5</sub>, COD, dan Fenol.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Andi Ade Renata Ade Yudono, S.T., M.Sc dan Ibu RR Dina Asrifah, S.T., M.Sc, Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta, dan kedua orang tua saya yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan dan mendoakan saya dalam menyelesaikan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gelardiansyah, S., Sururi, M.R. and Ainun, S., 2015. Kelarutan Ozon pada Proses Ozonisasi Konvensional dan Advanced Oxidation Process (O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pada Lindi Effluent. *Jurnal Reka Lingkungan*, 3(2), pp.53-62.
- Kusumawardani, B. and Hari Prasetyo, S.T., 2017. *Identifikasi Dampak Material Pada Proses Produksi Batik Cap Terhadap Lingkungan Dengan Menggunakan Software Simapro (Studi Kasus: UKM Batik Saud Effendy, Laweyan Surakarta)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Marzuki, Ismail. 2011 . *Penetralkan Limbah Beracun Hidrogen Peroksida dengan Metode Peningkatan pH dan Temperatur*. 6.
- Said, N.I., 2018. Disinfeksi untuk proses pengolahan air minum. *Jurnal Air Indonesia*, 3(1).
- Subki, N.S. and Rohasliney, H., 2011, December. *A preliminary study on batik effluent in Kelantan State: A water quality perspective*. In International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences (ICCEBS'2011). Bangkok Dec.
- Suprihatin. 2010. *Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi*. Bogor : Makara, Sains Vol. 14 No. 1 : 44-50

- Utami, A., Nugroho, N.E., Febriyanti, S.V., Anom, T.N. and Muhaimin, A., 2019. Evaluasi Air Buangan Domestik Sebagai Dasar Perancangan Rehabilitasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal Kampung Kandang, Desa Condongcatur, Yogyakarta. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(3), pp.172-179.
- Yogafanny, E., 2015. Pengaruh aktifitas warga di sempadan sungai terhadap kualitas air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), pp.29-40.