

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR BATIK DENGAN METODE OZONASI UNTUK MENURUNKAN KADAR COD DAN TSS

Aprilia Puspitasari, Azzahra Putri Tania, Nurul Widji Triana*

Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60249, Indonesia
Penulis korespondensi: psapriliaa@gmail.com

Abstrak

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia mengandung senyawa organik dan anorganik yang dapat merusak lingkungan dan berdampak pada kesehatan manusia apabila tidak diolah dengan baik. Salah satu kegiatan manusia yang dapat menghasilkan limbah cair adalah aktivitas membatik. Kegiatan ini terdiri dari beberapa tahapan, termasuk diantaranya pewarnaan. Tahap pewarnaan ini biasanya menggunakan naphthol yang dapat menghasilkan limbah organik yang tidak mudah terurai. Kegiatan membatik banyak dijumpai di Indonesia seperti di Kampung Batik Jetis, Sidoarjo, yang tentunya menghasilkan limbah yang lebih banyak juga. Sekitar 50 perajin menghasilkan sekitar 50 liter limbah per hari, dimana limbah tersebut non biodegradable yang mengandung zat pencemar seperti unsur COD dan TSS. Penurunan kadar COD dan TSS dapat menggunakan proses ozonasi dan akan lebih efektif jika menggunakan penambahan Hidrogen Peroksida yang mana sebagai oksidator dalam mempercepat reaksi. Pada penelitian menggunakan hidrogen peroksida sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 ml dengan waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Hasil terbaik didapatkan pada waktu pengontakan selama 120 menit dengan penambahan hidrogen peroksida sebanyak 2,5 ml dimana penurunan TSS hingga 97,5%.

Kata kunci: batik; hidrogen peroksida; limbah cair; ozonasi

BATIK WASTEWATER TREATMENT WITH OZONATION METHOD TO REDUCE LEVELS OF COD AND TSS

Abstract

Waste generated from human activities contains organic and inorganic compounds that can damage the environment and harm human health if not treated properly. One of the human activities that can produce liquid waste is batik activity. This activity consists of several stages, including coloring. This coloring stage usually uses naphthol, that can result unease decomposed organic-waste. Batik activities are popular in Indonesia, such as at Jetis Batik Village, Sidoarjo. Around 50 artisans produce 50 liters of waste per day. The waste is non-biodegradable that contains contaminants such as COD and TSS elements. The ozonation method can be used to degrade COD and TSS, and the reaction proceeds faster than adding hydrogen peroxide as an oxidant. This study uses 0.5; 1; 1.5; 2 and 2.5 ml of hydrogen peroxide for 30, 60, 90, 120, and 150 minutes. The best conditions were obtained with a contact time of 120 minutes with 2.5 ml of hydrogen peroxide, resulting in a TSS reduction of up to 97.5%.

Keywords: batik; hydrogen peroxide; wastewater; ozonation

PENDAHULUAN

Air buangan yang dihasilkan dari pemanfaatan air bersih untuk aktivitas manusia merupakan air limbah. Secara kimiawi, limbah cair terdiri dari bahan kimia yang mengandung senyawa organik maupun anorganik. Pengolahan limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan penting dilakukan karena efek

negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Kain batik memiliki beberapa tahapan proses pada pembuatannya, seperti pemalaman, pewarnaan dan pelodoran. Tahapan yang menghasilkan limbah cair tertinggi yaitu pada proses pewarnaan. Zat warna *naphthol* adalah limbah organik yang tidak bisa terurai secara hayati. Industri batik umumnya menghasilkan

zat warna *naftol* tersebut. Terdapat sekitar 20 industri batik yang berada di Kampung Batik Jetis Sidoarjo, dimana setiap harinya para perajin batik, sebanyak sekitar 50 perajin, dapat menghasilkan 50 liter limbah cair batik oleh setiap perajin.

Limbah cair terdapat unsur-unsur seperti COD dan TSS. Unsur-unsur tersebut dapat mengganggu kenyamanan masyarakat karena menimbulkan bau yang kurang sedap dan menyebabkan pencemaran ekosistem air. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan pengembangan teknologi untuk mengurangi tingkat pencemaran tersebut. Kadar COD dan TSS dalam limbah cair dapat diturunkan dengan cara mengontakkan O_2 dengan elektron yang kemudian akan menghasilkan OH^* radikal yang biasa disebut metode ozonasi. Ion hidroksil (OH^-) terbentuk ketika bertumbukan dengan protein. Ion hidroksil berguna untuk memutus ikatan senyawa kimia, yaitu senyawa kompleks (protein) menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penelitian yang dilakukan oleh (Yulianto, 2020) sejalan dengan hal tersebut, dimana kadar COD pada ampas tahu berhasil diturunkan dari 6303,57 mg/L menjadi 1799,74 mg/L.

(Ratnawati, 2011) mengatakan bahwa dengan menggunakan proses ozonasi tidak dihasilkan produk samping dan limbah yang dihasilkan dapat digunakan kembali dalam proses produksi. Penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho, 2005) menyatakan bahwa dengan penambahan H_2O_2 dapat menurunkan kadar COD dan TSS lebih efektif karena penambahan 0,25 ml H_2O_2 berperan sebagai oksidator kuat yang dapat mempercepat dekomposisi. Penambahan hidrogen peroksida sebanyak 0,25 ml tersebut, dalam 30 menit dapat menghasilkan perubahan warna yang memudar dengan sangat cepat. Ketika jumlah H_2O_2 yang ditambahkan dinaikkan menjadi 1,25 ml untuk setiap liter air limbah, warnanya memudar sangat cepat setelah 15 menit.

Hipotesis penelitian ini menyatakan bahwa metode ozonasi dengan adanya penambahan hidrogen peroksida serta lama waktu pengontakan ozon pada pengolahan air limbah batik dapat menurunkan kadar COD dan TSS. Penambahan H_2O_2 dan lama waktu kontak tersebut dapat mempengaruhi jumlah penurunan COD dan TSS.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi terbaik antara volume H_2O_2 dan waktu ozon untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah batik di Jetis, Sidoarjo. Industri batik di Kampung Batik Jetis Sidoarjo menghasilkan limbah yang berada di tengah-tengah pemukiman penduduk. Limbah batik yang dihasilkan menimbulkan masalah lingkungan karena sering dibuang langsung ke sungai dan pengelolaan limbah ini terbelengkalai.

Pengolahan Limbah Secara Umum

Terdapat beberapa cara yang dilakukan dalam pengolahan limbah, diantaranya metode koagulasi, dimana memanfaatkan ion-ion yang memiliki muatan

berlawanan dengan muatan koloid yang terdapat dalam limbah. Kelanjutan dari proses koagulasi yaitu proses flokulasi (Bangun, 2013). Proses dari pertukaran reaksi kimia antara ion kation dengan ion anion disebut *ion exchange* (Sani, 2019).

Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu pada fisik limbah cair seperti temperatur, aroma, warna, dan padatan. Karakteristik kimia meliputi COD, pH dan DO. Karakteristik biologis yang mana dengan memanfaatkan bakteri anaerob dan mikroorganisme (Indrayani, 2018).

Parameter Limbah Cair

COD atau *chemical oxygen demand* adalah oksidasi zat-zat organisme yang terkandung dalam 1 liter sampel air dengan kebutuhan jumlah oksigen tertentu. Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor yang terkonjugasi (Nugroho, 2013). *Total suspended solid* (TSS) ialah metode analisis yang digunakan untuk menghitung kandungan padatan tersuspensi dalam air (Karamah, 2019).

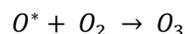
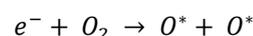
Hidrogen Peroksida

Penting untuk mengetahui dosis optimal H_2O_2 karena peningkatan H_2O_2 tidak selalu meningkatkan tingkat penyisihan COD, tetapi peningkatan konsentrasi H_2O_2 dapat mengarah pada perubahan perannya dari inisiator menjadi inhibitor (Geraldiansyah, 2015).

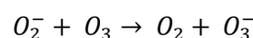
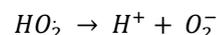
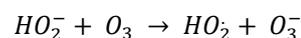
Ozonasi

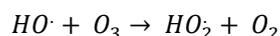
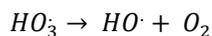
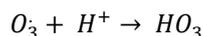
Polutan organik dapat terdegradasi melalui ozonasi. Ketika bereaksi dengan polutan organik tersebut akan terdekomposisi menjadi oksigen. Ozon dapat mengoksidasi polutan organik secara langsung maupun tidak langsung dengan membentuk radikal hidroksil (Rao, 2013).

Reaksi pembuatan ozon (Abdi, 2017)



Dengan penambahan H_2O_2 maka reaksinya (Correa, 2019).





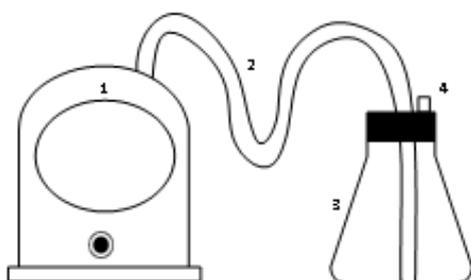
METODE PENELITIAN

Bahan

Penelitian dilaksanakan menggunakan bahan baku limbah cair industri batik yang didapatkan dari Batik Jetis Sidoarjo dan H_2O_2 dengan konsentrasi 50%.

Alat

Rangkaian alat proses ozonasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Rangkaian tersebut terdiri dari empat komponen utama yaitu generator ozon (1), selang aliran ozon (2), reaktor (3), dan keluaran gas (4).



Gambar 1. Rangkaian alat ozonasi

Prosedur

Ozonasi

Tahap proses ozonasi dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisa kadar awal COD dan TSS. Kemudian menyaring limbah batik serta melakukan penyesuaian pH apabila diperlukan. Melakukan proses ozonasi dengan waktu kontak ozon selama 30, 60, 90, 120 dan 150 menit dengan penambahan H_2O_2 sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 ml, menyaring limbah, setelah itu menganalisa kadar akhir COD dan TSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Awal COD dan TSS pada Limbah

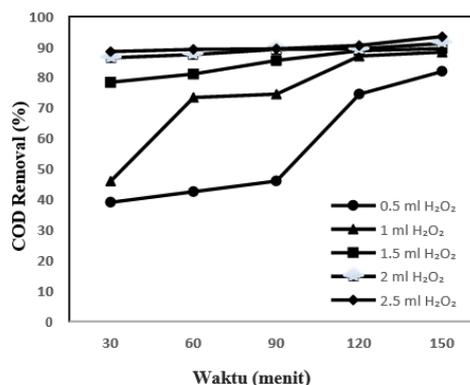
Hasil analisa kadar COD dan TSS pada bahan baku limbah yang digunakan adalah sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa kadar awal *chemical oxygen demand* dan total *suspended solid*

Parameter	Hasil Analisa (mg/L)
COD	2936,2
TSS	40

Pengaruh Ozonasi pada Penurunan Kadar COD

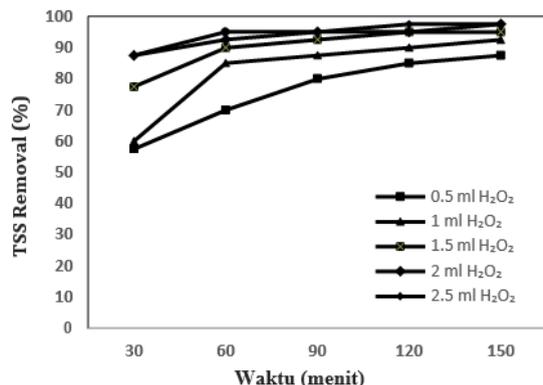
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kadar COD pada limbah mengalami penurunan seiring dengan lama waktu pengontakan pada proses ozonasi. Hal tersebut ditunjukkan pada variabel yang dijalankan saat waktu pengontakan selama 150 menit dan penambahan H_2O_2 50% sebanyak 2,5 ml didapatkan kadar terendah yaitu 191,6 mg/L dengan persentase penurunan 93,47%. Hasil tersebut telah sesuai bahwa dengan penambahan H_2O_2 dan lama ozonasi dapat menurunkan kadar COD pada limbah. Dengan melakukan penambahan H_2O_2 yang tidak melebihi dosis optimumnya, maka tidak akan mengakibatkan peningkatan konsentrasi H_2O_2 yang akan merubah perannya menjadi inhibitor pada penyisihan COD (Geraldiansyah, 2015). Namun pada penelitian ini hasil yang diperoleh belum sesuai dengan baku mutu ditetapkan Keputusan Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 dimana kadar COD maksimum sebesar 150 mg/L.



Gambar 2. Pengaruh persen COD yang hilang (COD removal) terhadap waktu kontak

Pengaruh Ozonasi pada Penurunan Kadar TSS

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan penambahan H_2O_2 dapat menurunkan kadar TSS yang ada pada limbah cair batik secara signifikan. Didapatkan persentase *total suspended solid* (TSS) sebesar 97,5% pada hasil analisa sebesar 1 mg/L dengan waktu pengontakan 120 menit dengan volume H_2O_2 sebanyak 2,5 ml. Pada hasil analisa 1 mg/L pada waktu pengontakan 150 menit dengan volume H_2O_2 sebanyak 2 ml dan pada hasil analisa 1 mg/L pada waktu pengontakan 150 menit dengan volume H_2O_2 sebanyak 2,5 ml. Penurunan tersebut disertai dengan perubahan warna dari pekat menjadi lebih jernih dan tidak adanya bau. Dengan pengontakan antara H_2O_2 dengan ozon inilah akan menghasilkan OH radikal yang berguna dalam mengikat polutan-polutan yang terkandung pada limbah. Sehingga dapat menurunkan parameter TSS, yang mana hal ini didukung oleh teori dari Yulianto (2020).



Gambar 3. Pengaruh persen TSS yang hilang (TSS removal) terhadap waktu kontak

SIMPULAN

Pengolahan limbah dengan proses ozonasi dapat menurunkan kadar COD dan TSS. Kadar COD dan TSS dapat menurun bila ditambahkan H₂O₂ dan lama waktu pengontakan. Penurunan jumlah COD didapatkan kondisi terbaik pada volume H₂O₂ 2,5 ml dengan waktu 150 menit yaitu dapat menurunkan hingga 191,6 mg/L, sedangkan penurunan jumlah TSS didapatkan kondisi terbaik pada volume H₂O₂ 2,5 ml dengan lama waktu 120 menit yaitu dapat menurunkan hingga 97,5%, maka dari itu metode ozonasi lebih efektif pada penurunan parameter TSS.

SARAN

Penurunan kadar COD masih di atas parameter baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga sebaiknya penambahan H₂O₂ dan waktu pengontakan ozon ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdi, C. K. R. A. S., 2017. Pengaruh Ozonasi Terhadap Penurunan Intensitas Warna dan Kadar Besi (Fe) pada Air Gambut. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Volume 3.

Bangun, A., 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji

Kelor Sebagai Alternative Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 2.

Correa, E. F. M. d. G. C., 2019. Advanced Oxidation Processes for the Removal of Antibiotics from Water. *Water*.

Geraldiansyah, S. S. M. d. A. S., 2015. Kelarutan Ozon pada Proses Ozonasi Konvensional dan Advanced Oxidation Process pada Lindi Effluent Pengolahan. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Volume 3.

Indrayani, L. d. R. N., 2018. Nilai Parameter Kadar Pencemar sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, Volume 12.

Karamah, E. P. A. N. R. B. S., 2019. Treatment of Tofu Industry's Wastewater Using Combination of Ozonation and Hydrodynamic Cavitations Method with Venturi Injector. *Journal of Physics*, 1198(6).

Nugroho, R. I., 2005. Pengolahan Air Limbah Berwarna Indutri Tekstil dengan Proses AOPs. Volume 1, p. 169.

Nugroho, S. P. A. W. S., 2013. Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda Grafit. *Indonesian Journal of Chemical Science*.

Rao, D. S. R., 2013. *Wastewater Treatment Advanced Processes and Technologies*. New York: Iwa Publishing.

Ratnawati, E., 2011. Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu pada Proses Ozonasi Terhadap Penurunan Warna, COD dan BOD Air Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Teknik Kimia dan Kemasan*, Volume 33, p. 108.

Sani, I. U. N. S. A. D., 2019. Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Rumput Laut dengan Metode Ion Exchange. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 13.

Yulianto, R. P. R. S. I., 2020. Penurunan Kandungan COD dan BOD Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Ozonasi. *Journal of Chemical and Process Engineering*, Volume 1, pp. 9-15.