

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI GONDORUKEM-TERPENTIN MENGUNAKAN METODE FENTON ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) UNTUK MENDEGRADASI COD

Bella Paramaeshela*, Suwardiyono dan Indah Hartati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

*Email:bellaps33@gmail.com

Abstrak

Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) adalah suatu industri kimia milik perhutani yang mengolah bahan baku berupa getah pinus menjadi produk gondorukem (gum rosin), terpentin dan produk derivatifnya. Industri tersebut menghasilkan limbah cair yang memiliki kandungan konsentrasi COD tinggi sebesar 3248 ppm. Salah satu metode pengolahan limbah yang dapat digunakan yaitu proses fenton. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses fenton terhadap pengaruh suhu, waktu kontak, dan konsentrasi Fe^{2+} . Proses inidilakukan pada suhu 30 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C, waktu kontak 60, 120, 180, 240 menit, dan konsentrasi Fe^{2+} pada 129,92; 162,4; 216,5; 324,8; 649,6 mg/L. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penurunan nilai COD tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan bertambahnya suhu proses, waktu reaksi tidak menunjukkan penurunan COD yang semakin besar dengan bertambahnya waktu kontak serta penambahan konsentrasi Fe^{2+} tidak menunjukkan pengaruh positif terhadap penurunan COD. Hasil penelitian ini mendapatkan kondisi optimum pada suhu 30 °C, waktu kontak 60 menit dan konsentrasi Fe^{2+} sebanyak 129,92 mg/L, yang mampu menurunkan nilai COD menjadi 480 ppm dengan efisiensi penurunan COD sebesar 85,2%.

Kata kunci: Chemical Oxygen Demand (COD), fenton, gondorukem

1. PENDAHULUAN

Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) adalah suatu industri kimia milik perhutani yang mengolah bahan baku berupa getah pinus menjadi produk gondorukem (*gum rosin*), terpentin dan produk derivatifnya. PPCI dapat mengolah getah pinus sebanyak 10 ton dalam satu kali pemasakan untuk dijadikan gondorukem, yang diproduksi pada plant PGT (Pabrik Gondorukem Terpentin). Plant PGT tersebut menghasilkan limbah padat dan limbah cair.

Limbah cair yang dihasilkan dari plant memiliki kandungan konsentrasi COD 3248 ppm. Berdasarkan pada PerMenLH No.5 tahun 2014 limbah industri gondorukem menunjukkan tingkat pencemaran berat karena nilai COD lebih dari 3000 ppm. Proses pengolahan limbah di Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) dilakukan melalui proses equalisasi, Upflow Anaerobic Sludge Blaket (UASB), aerasi, clarifier, fish pond, dan lagoon. Proses tersebut dianggap belum efektif karena masih menghasilkan COD keluaran lagoon sebesar 2300 ppm. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan air limbah yang sederhana, efektif dan realible yang menjanjikan dan dapat menekan tingkat pencemaran seminimum mungkin. Salah satu pengolahan yang teknologi yang dianggap

realible adalah teknologi AOP (Advanced Oxidation Processes) berbasis H_2O_2 (Elfiana, 2013).

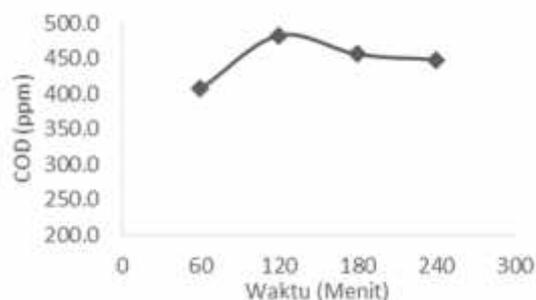
AOP dianggap menjanjikan, baik sebagai alternatif terhadap metode pengolahan air limbah konvensional, maupun peningkatan metode pengolahan biologi saat ini, terutama yang berkaitan dengan limbah yang sangat beracun dan limbah dengan biodegradasi rendah (Dincer, 2008). AOP merupakan proses oksidasi yang memanfaatkan hydroxyl radical (OH^\bullet) sebagai oksidan utama. Salah satu sistem yang digunakan dalam AOP adalah reaksi Fenton. Reaksi Fenton melibatkan gugus reaktif yaitu radikal hidroksil yang dihasilkan dari reaksi oksidasi antara hidrogen peroksida dan garam $\text{Fe}(\text{II})$ (Yulia, 2016).

Reaksi fenton telah banyak digunakan untuk mengolah limbah. Nofriani (2017) melakukan pengolahan limbah cair zat warna jenis indigosol yellow menggunakan kombinasi metode fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) dan adsorpsi arang batok kelapa terhadap parameter COD dan warna, Dincer (2008) juga telah melakukan penurunan COD dari industri oil recovery menggunakan AOP dengan basis H_2O_2 , dan Elfiana (2013) tentang kajian efektifitas reagen fenton untuk menurunkan konsentrasi COD air limbah domestik secara batch.

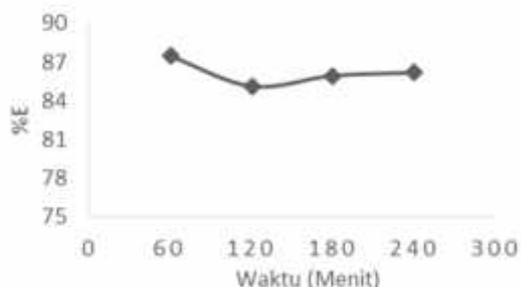
penelitian Martinez dan Mohajeri yang menyebutkan bahwa suhu dapat diabaikan dan suhu 30 °C dianggap tepat untuk semua percobaan.

Pengaruh Waktu

Pengaruh waktu dalam penurunan COD limbah gondorukem dapat dilihat pada gambar 3.



(a)



(b)

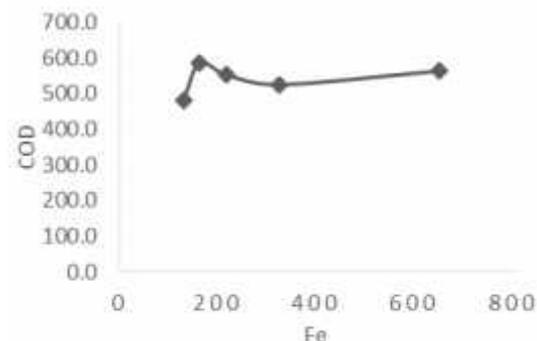
Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap penurunan COD (a) dan efisiensi waktu terhadap penurunan COD

Gambar 3(b) menunjukkan penurunan COD terbaik terjadi pada waktu reaksi 60 menit dengan efisiensi penurunan COD sebesar 87,5%. Beltran dalam Imtiyaz (2016), menyebutkan tipikal umum dari penurunan nilai COD pada limbah dapat dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama terjadi fase penurunan cepat, dimana terjadi penurunan dengan kecepatan tinggi, selanjutnya tahap kedua terjadi titik balik dimana kecepatan reaksi menurun akibat terbentuknya karbon organik sebagai hasil sementara proses. Hal ini dapat disebabkan oleh oksidasi kimia organik terlarut dalam air limbah dengan OH (Karthikeyan, 2011) dan penggunaan dosis $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, karena

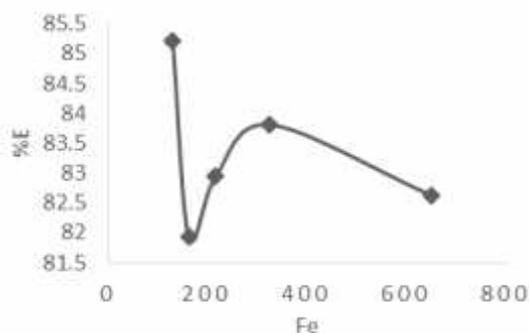
penggunaan dosis $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ berpengaruh terhadap kondisi optimum yang dihasilkan (Elfiana, 2013).

Pengaruh Konsentrasi Fe^{2+}

Pengaruh konsentrasi Fe^{2+} dalam penurunan COD limbah gondorukem dapat dilihat pada gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Fe^{2+} terhadap penurunan COD (a) dan efisiensi pengaruh konsentrasi Fe^{2+} terhadap penurunan (b)

Gambar 4(b) menunjukkan bahwa penurunan COD optimal terjadi pada penambahan Fe sebesar 129,92 mg/L, dengan efisiensi penurunan COD sebesar 85,2%. Penambahan konsentrasi Fe yang semakin besar tidak menunjukkan presentase penurunan nilai COD yang besar pula. Hal ini disebabkan terjadinya autodekomposisi, dimana radikal hidroksil terbentuk akan mengoksidasi H_2O_2 menjadi oksigen dan air. Penambahan Fe^{2+} berlebih juga akan membentuk reaksi regenerasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} (Dincer, 2008).

Fe^{3+} yang direaksikan dengan hidrogen peroksida akan membentuk HO_2 seperti reaksi:



HO_2 (hidroperoxy radikal) memiliki sifat yang kurang reaktif sehingga tidak dapat bereaksi cepat dengan senyawa organik atau komponen-komponen lain yang ada dalam limbah cair (Mukaromah, dkk., 2012). Hal ini mengurangi efektifitas reagen fenton dalam mengoksidasi senyawa organik sehingga $\%E_{\text{COD}}$ kecil.

Rasio optimal $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ sangat bervariasi dengan jenis limbah yang akan dioksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai penghapusan COD maksimum, serta rasio $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ yang optimal, konsentrasi yang cukup dari reagen Fenton juga diperlukan untuk menghasilkan jumlah radikal hidroksil yang memadai (Tekin, 2006).

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum FeSO_4 pada konsentrasi 129,92 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa proses Fenton ($\text{FeSO}_4: \text{H}_2\text{O}_2$) lebih baik dilakukan dengan konsentrasi optimum dalam menurunkan nilai COD pada limbah pabrik gondorukem. Dalam proses Fenton, H_2O_2 digunakan sebagai reagen dasar pembentukan radikal hidroksil yang terbentuk selama reaksi fenton berlangsung dengan kehadiran garam besi (FeSO_4) sebagai sumber Fe^{2+} dalam reaksi. Pada proses Fenton, H_2O_2 dengan adanya Fe^{2+} akan terkonversi menjadi radikal hidroksil ($\text{HO} \cdot$) yang sangat reaktif.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa penurunan nilai COD tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan bertambahnya suhu proses, waktu reaksi tidak menunjukkan penurunan COD yang semakin besar dengan bertambahnya waktu kontak serta penambahan konsentrasi Fe^{2+} tidak menunjukkan pengaruh positif terhadap penurunan COD. Hasil penelitian ini mendapatkan kondisi optimum pada suhu 30 °C, waktu kontak 60 menit dan konsentrasi Fe^{2+} sebanyak 129,92 mg/L, yang mampu menurunkan nilai COD sampai 480 ppm dengan efisiensi penurunan COD sebesar 85,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, P.B. 2015. "Penurunan Nilai COD Air Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Reagen Fenton Secara Batch". Skripsi pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Dincer, A.R., Karakaya N., Gunes, S., Gunes, Y. 2008. "Removal of COD from Oil Recovery Industry Wastewater by the Advanced Oxidation Processes (AOP) Based on H_2O_2 ". Global NEST Journal, Vol 10, No 1, pp 31-38.
- Elfiana, Rahmahwati C.A, Zaini H., Fuadi, A. 2013. "Kajian Efektifitas Reagen Fenton Untuk Menurunkan Konsentrasi Cod Air Limbah Domestik Secara Batch Pada Metode AOP Berbasis H_2O_2 ". Jurnal Teknologi, Vol 13 No 2.
- Intiyaz, I., Rezagama, A., Luvita, V. 2016. Pengolahan BOD, COD, TSS Dan Ph Pada Limbah Industri MSG (Monosodium Glutamate) Menggunakan Teknologi Advanced Oxidation Processes ($\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ Dan Fenton). Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 5, No 1
- Karthikeyan, S., Titus, A., Gnanamani A., Mandal, A.B., Sekaran G. 2011. Treatment of Textile Wastewater by Homogeneous and Heterogeneous Fenton Oxidation Processes. Desalination Volume 281, 17 October 2011, Pages 438-445
- Martinez, N.S.S., Fernandez J.F., Segura X.F., Ferrer, A.S. 2003. Pre-Oxidation of an Extremely Polluted Industrial Wastewater by the Fenton's Reagen". Journal of Hazardous Materials B101 (2003) 315-322.
- Mohajeri, S., Aziz, H.A., Isa, M.H., Bashir, M.J., Mohajeri, L., Adlan, M.N. 2010. Influence Of Fenton Reagent Oxidation on Mineralization and Decolorization of Municipal Landfill Leachate. Journal of Environmental Science and Health Part A (2010) 45, 692-698 ISSN: 1093-4529
- Mukaromah, A.H., Yusrin., Mubiarti E. 2012. Degradasi Zat Warna Rhodamin B Secara Advanced Oxidation Processes Metode Fenton Berdasarkan Variasi Konsentrasi H_2O_2 . Seminar Hasil-Hasil Penelitian – LPPM UNIMUS 2012 ISBN : 978-602-18809-0-6

- Tekin, H.,Bilkay, O., Ataberk, S.S., Balta, T.H., Ceribasi, I.H., Sanin, F.D., Dilek, F.D., Yetis, U. 2006. "Use of Fenton Oxidation to Improve the Biodegradability of a Wastewater". *Journal of Hazardous Materials B136* (2006) 258–265.
- Yulia, R., *Meilina, M., Adisalamun, Darmadi.*2016. "Aplikasi Metode Advance Oxidation Process (AOP) Fenton pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit". *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 11, No. 1, Hlm. 1-9, ISSN 1412-5064, e-ISSN 2356-166