

Degradasi Warna dan COD pada Pengolahan Air Lindi TPA Bakung dengan Metode Fenton

Dedi Teguh^{1)*} Devy Cendekia¹⁾ Nita Pita Sari¹⁾ Cynthia Eka Putri¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia

*Korespondensi: dediteguh@polinela.ac.id

Abstrak

Permasalahan utama di lokasi tempat pemrosesan akhir (TPA) Bakung adalah infiltrasi air lindi yang mengandung zat organik dan anorganik dengan konsentrasi tinggi. Air lindi dari TPA biasanya ditandai dengan bau busuk, berwarna hitam, nilai COD yang tinggi serta banyak diantaranya bersifat toksik. Hal ini sangat berbahaya jika langsung dialirkan ke tanah ataupun badan air karena dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air lindi secara efektif. Salah satu cara untuk mengolah air lindi yaitu dengan metode Fenton yang merupakan pengembangan dari teknologi proses oksidasi lanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah air lindi menggunakan metode Fenton dengan mengetahui pengaruh rasio molar Fenton (1:150, 1:200, dan 1:250) dan waktu reaksi (30, 60, 90, dan 120 menit) terhadap degradasi warna dan COD. Kondisi optimum dicapai pada rasio molar Fenton 1:150 dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase degradasi warna dan COD maksimum yang dihasilkan masing-masing sebesar 91,4%, dan 92,4%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fenton sangat efektif dalam mendegradasi warna dan COD pada air lindi serta telah memenuhi baku mutu air lindi bagi usaha dan/ kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.

Kata Kunci: Air Lindi, COD, Fenton, TPA Bakung, Warna

Abstract

The main problem in the Bakung final processing place is the infiltration of leachate with high concentrations of organic and inorganic substances. Leachate from landfills is usually characterized by a foul odor, a black color, high COD values, and toxicity. This is very dangerous if it is directly flown into the ground or water body because it can pollute the environment. Therefore, it is necessary to carry out effective leachate treatment. One way to treat leachate is using Fenton method, which is a development of advanced oxidation processes technology. The objectives of this research are to treat leachate using the Fenton method and determine the effect of the Fenton molar ratio (1:150, 1:200, 1:250) and reaction time (30, 60, 90, 120 minutes) on color and COD degradation. Optimum conditions were achieved at a Fenton molar ratio of 1:150 and a reaction time of 120 minutes, with maximum color and COD degradation percentages of 91.4% and 92.4%, respectively. The results of this research show that the Fenton method is very effective on color and COD degradation in leachate and has met the leachate water quality standards for businesses and/or final waste processing activities.

Keywords: Leachate, COD, Fenton, Bakung Landfill, Colo

1. PENDAHULUAN

Tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan salah satu tempat yang digunakan untuk membuang sampah yang sudah mencapai tahap akhir dalam pengelolaan sampah dari pertama kali sampah dihasilkan, dikumpulkan, lalu di kelola dan dibuang. TPA Bakung merupakan salah satu tempat pembuangan akhir sampah yang dikelola oleh Pemerintah Kota Bandar Lampung secara Open Dumping. Peningkatan jumlah timbunan sampah di kota Bandar Lampung sendiri setiap harinya mencapai 750 – 800 ton/hari atau sekitar 292.000 ton/tahun (Phelia dan Damanhuri, 2019). Jumlah sampah yang terus meningkat akan menimbulkan permasalahan utama yaitu volume sampah yang besar di lokasi tempat pemrosesan akhir

sampah (TPA) sehingga berpotensi menghasilkan air lindi (*leachate*) yang dapat mencemari lingkungan (Rahmayanti et al., 2020). Air lindi yang dihasilkan umumnya memiliki ciri bau yang tidak sedap, berwarna coklat, kandungan zat organik yang tinggi dan banyak yang bersifat toksik (Prameswari et al., 2020). Hal ini karena air lindi pada umumnya mengandung berbagai jenis pencemar seperti logam berat, kadar BOD dan COD yang sangat tinggi (Pratama, 2021). Sebagian besar air lindi tersusun atas *Natural Organic Matter* (NOM). NOM merupakan campuran bahan partikulat dan komponen terlarut, baik yang bersifat organik maupun anorganik (Singa et al., 2018). NOM terdiri dari komponen dengan molekul tinggi dan rendah. Zat humad memberikan sifat warna yang kuat pada air lindi. Penelitian ini juga dilatarbelakangi oleh keluhan warga yang melaporkan bahwa air sumur mereka tidak dapat digunakan karena kotor dan berbau. Bau yang dikeluarkan oleh air tersebut merupakan bau karat dan berwarna coklat, untuk mencuci pun sangat tidak layak dikarenakan warna pakaian yang akan dicuci menjadi kusam dan terdapat bercak-bercak coklat pada pakaian (Winarko, 2020). Hal ini juga menjadi perhatian serius mengingat warga sekitar masih memanfaatkan air sumur sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari.

Beberapa teknologi pengolahan air limbah telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan air limbah khususnya air lindi (Adriansyah et al., 2015). Namun, teknologi ini seringkali menimbulkan biaya operasional yang sangat tinggi dalam hal penggunaan bahan kimia, instalasi dan penggunaan lahan, serta waktu pemrosesan yang relatif lama. Dibandingkan dengan pengolahan air limbah secara fisik dan biologis, proses pengolahan air limbah secara kimia relatif lebih efektif, salah satunya yaitu teknologi *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) (Deng, 2015). Teknologi proses oksidasi lanjutan atau *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) secara umum mengacu pada serangkaian proses pengolahan air limbah secara kimia yang bertujuan untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dengan proses oksidasi melalui reaksi dengan radikal hidroksil (Deng, 2015). Berbeda dengan teknologi lainnya, teknologi AOPs menguraikan komponen dalam air limbah dan tidak mengubahnya menjadi fase lain (Rahmayanti, 2020). Oleh karena itu, tidak ada limbah sekunder yang dihasilkan selama proses berlangsung dan tidak diperlukan pembuangan atau daur ulang material (Alfaya et al., 2015). Teknologi AOPs umumnya didasarkan pada proses yang menghasilkan radikal bebas hidroksil (OH^\bullet) sebagai oksidan kuat untuk memecah senyawa yang tidak dapat dioksidasi oleh oksidator konvensional berdasarkan sifat oksidatif yang sangat kuat dari radikal hidroksil (Xu, 2020). Metode Fenton merupakan salah satu pengembangan dari teknologi AOPs. Reagen Fenton merupakan larutan yang berisi campuran hidrogen peroksida (H_2O_2) dan katalis garam besi [II]

atau besi [III] (FeSO_4) pada pH asam yang digunakan dalam proses Fenton sebagai sumber radikal hidroksil (Leszczyński, 2018). Pada proses Fenton terjadi reaksi antara hidrogen peroksida (H_2O_2) sebagai oksidan dengan ion besi (Fe^{2+}) sebagai katalis, sehingga menghasilkan gugus hidroksi radikal yang dapat mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik (Wang, 2021). Diantara teknologi AOPs, metode Fenton adalah metode yang paling efektif karena mampu menghemat tempat dan energi, biayanya murah, mudah diaplikasikan, aman, sederhana, proses pengolahan cepat dan efektif. Metode ini juga dapat menguraikan senyawa-senyawa berbahaya yang bersifat *non-biodegradable* dalam air limbah melalui oksidasi (Rezagama et al., 2018).

Berdasarkan kondisi tersebut maka di dalam penelitian ini dilakukan pengembangan metode pengolahan air lindi menggunakan metode Fenton. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengolah air lindi TPA Bakung dengan metode Fenton serta mengetahui pengaruh rasio molar Fenton (1:150, 1:200, 1:250) dan waktu reaksi (30, 60, 90, 120 menit) terhadap degradasi warna dan COD agar dapat memenuhi baku mutu lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan antara lain yaitu reaktor berpengaduk, beker gelas, gelas ukur, neraca analitik, erlenmeyer, pH meter, kertas saring dan Spektrofotometer UV-VIS. Bahan-bahan yang digunakan yaitu air lindi yang diambil langsung dari TPA Bakung yang berlokasi di Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung, Lampung, H_2O_2 (30% w/v) (Merck), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Merck), H_2SO_4 (Merck) dan aquades.

2.2. Persiapan Bahan Baku Air Lindi

Sampel air lindi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari saluran inlet TPA Bakung. Saluran inlet merupakan jalur masuknya air lindi menuju bak penampungan dan belum mengalami pengolahan sama sekali. Pengambilan sampel air lindi TPA Bakung menggunakan metode grab sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Pengambilan sampel air lindi TPA Bakung menggunakan sebuah jerigen plastik dengan volume 5 liter. Jerigen plastik yang telah disiapkan diletakkan di ujung saluran inlet sehingga air lindi dapat langsung masuk ke dalam jerigen. Sampel awal air lindi dan sampel hasil akhir pengolahan selanjutnya dianalisa nilai warna dan COD. Analisa COD dilakukan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung. Sedangkan analisa warna

menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 2810-UV-Vis), dilakukan di Laboratorium Analisis, Politeknik Negeri Lampung.

2.3. Proses Pengolahan Air Lindi dengan Metode Fenton

Pengolahan air lindi TPA Bakung dilakukan dengan cara memasukkan sampel air lindi sebanyak 500 ml ke dalam reaktor, kemudian menganalisa nilai awal COD (SNI 6989.2:2019) dan warna (Spektrofotometer UV-Vis). Selanjutnya mengatur kecepatan alat pengaduk dengan kecepatan pengaduk 250 rpm. Setelah itu, menambahkan reagen Fenton dengan variasi rasio molar 1:150 (v/v) ($\text{FeSO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$) dan waktu 0 menit mulai dihitung ketika memasukkan reagen Fenton ke dalam reaktor. Selama proses oksidasi berlangsung, sampel diambil pada waktu reaksi 30, 60, 90, dan 120 menit. Pada selang waktu pengambilan sampel ditambahkan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sebanyak 0,5 ml ke dalam masing-masing sampel. Sampel yang telah di ambil pada selang waktu tersebut kemudian dianalisa kembali nilai COD dan warna. Mengulangi prosedur dengan variasi rasio molar Fenton masing-masing 1:200 (v/v) dan 1:250 (v/v).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Awal Air Lindi TPA Bakung

Pengujian karakteristik awal air lindi dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter pencemaran air lindi sesuai baku mutu air lindi bagi usaha dan kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Salah satu karakteristik awal yang diamati pada sampel air lindi yaitu nilai COD. Sampel awal air lindi TPA Bakung sebelum pengolahan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Air Lindi TPA Bakung sebelum Pengolahan

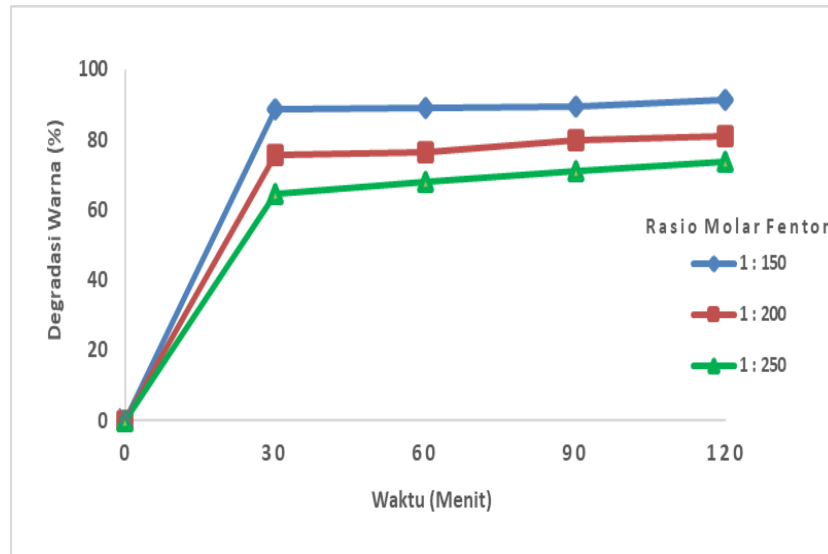
Berdasarkan hasil uji karakteristik awal air lindi menunjukkan bahwa konsentrasi COD masih sangat tinggi yaitu 1.715 mg/L (Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri, 2023) sedangkan baku mutu hanya 300 mg/L (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Republik Indonesia Nomor P.59/Menlk/Setjen/Kum.1/7/2016). Tingginya nilai COD pada sampel air lindi TPA Bakung mengindikasikan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh senyawa organik dalam air lindi untuk teroksidasi secara kimiawi sangat banyak, karena kompleksnya senyawa organik yang terkandung dalam air lindi (Yuningrat et al., 2015). Hal ini ditandai dengan warna air lindi yang berwarna coklat kehitaman.

Karakteristik air lindi lainnya adalah warna yang gelap yaitu berwarna coklat kehitaman yang pekat serta keruh. Warna air yang gelap biasanya menunjukkan adanya polutan yang disebabkan oleh adanya penguraian zat organik alami seperti humus, lignin, tannin, dan asam organik lainnya. Selain itu, pasir, tanah, mikroorganisme (alga dan lumut) juga dapat membuat air menjadi berwarna (Pratama, 2021). Meskipun nilai konsentrasi warna tidak tercantum dalam baku mutu namun, hal ini tetap menjadi perhatian khusus karena warna yang mencemari badan air dapat mengganggu proses fotosintesis karena intensitas cahaya matahari tidak dapat masuk. Nilai konsentrasi warna dapat diukur dengan nilai absorbansi (panjang gelombang 374 nm), dimana nilai absorbansi awal untuk warna air lindi TPA Bakung sebesar 2,12. Perubahan nilai absorbansi akan mengindikasikan perubahan konsentrasi warna pada air lindi. Pada pengujian warna menggunakan larutan blanko berupa aquades.

3.2. Pengaruh Rasio Molar Fenton dan Waktu Reaksi terhadap Degradasi Warna

Proses degradasi warna berjalan cukup stabil yang terlihat pada gambar 2 dimana terjadi degradasi warna yang signifikan pada hampir semua rasio molar Fenton dari menit 30 hingga menit 120. Persentase degradasi warna maksimum terjadi pada rasio molar Fenton 1:150 dengan waktu reaksi 120 menit yaitu mencapai 91,4%. Namun, pada rasio molar Fenton 1:200 dan 1:250 persentase degradasi warna mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan oleh rasio FeSO_4 dan H_2O_2 yang berlebih, dimana kelebihan penggunaan H_2O_2 pada proses degradasi warna akan mempengaruhi efisiensi degradasi.



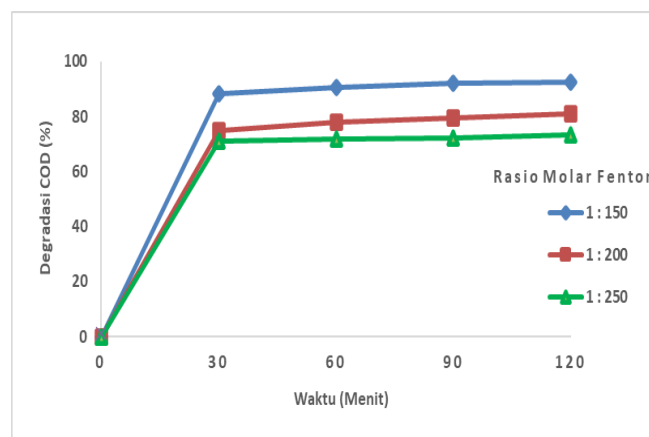
Gambar 2. Grafik Pengaruh Rasio Molar Fenton dan Waktu Reaksi terhadap Degradasi Warna

Pada awalnya, penambahan H_2O_2 akan menaikkan efektivitas degradasi warna, akan tetapi setelah kelebihan H_2O_2 tidak akan menaikkan efisiensi degradasi warna, bahkan terjadi sedikit penurunan efisiensi. Oleh karena itu, pada penelitian yang telah dilakukan pada penambahan H_2O_2 dengan rasio yang tinggi maka tidak lagi menaikkan efisiensi degradasi warna. Sesuai dengan pernyataan Gautam (2019) bahwa peningkatan nilai konsentrasi tersebut dimungkinkan karena penggunaan $FeSO_4$ dan H_2O_2 yang berlebih, sehingga akan menambah jumlah endapan ferri hidroksida yang terbentuk pada proses Fenton. Hal ini mengakibatkan pembentukan radikal hidroksil menjadi terganggu, akibatnya efisiensi degradasi warna menjadi berkurang. Selain pengaruh penambahan rasio molar Fenton, waktu reaksi juga berpengaruh terhadap degradasi warna. Pada gambar 2 menunjukkan bahwa degradasi warna maksimum tercapai pada waktu reaksi 120 menit pada rasio molar Fenton 1:150. Namun, secara keseluruhan degradasi warna terjadi dari waktu reaksi 30-120 menit, sehingga semakin lama waktu reaksi maka semakin besar degradasi warna yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu reaksi maka radikal hidroksil yang terbentuk semakin banyak (Mahtab et al., 2021). Seiring dengan bertambahnya waktu akan memberikan kesempatan lebih banyak untuk terjadinya degradasi senyawa organik ataupun polutan yang dalam hal ini adalah warna air lindi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Adriansyah et al (2015), dimana hasil degradasi maksimum diperoleh pada menit 120. Semakin tinggi rasio molar Fenton, semakin kecil persentase degradasi warna dan semakin lama waktu reaksi maka semakin besar persentase degradasi warna. Interaksi antara rasio molar Fenton dengan waktu reaksi untuk mendapatkan persentase degradasi warna maksimum yaitu dengan semakin kecil

rasio molar Fenton serta semakin lama waktu reaksi maka semakin besar persentase degradasi warna yang dihasilkan.

3.3. Pengaruh Rasio Molar Fenton dan Waktu Reaksi terhadap Degradasi COD

Pada gambar 3 terlihat bahwa persentase degradasi warna maksimum terjadi pada rasio molar Fenton 1:150 dengan waktu reaksi 120 menit yaitu mencapai 92,4%. Sedangkan pada rasio molar Fenton 1:200 dan 1:250, persentase degradasi COD yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio molar Fenton, maka semakin kecil persentase degradasi COD yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh penambahan H_2O_2 yang berlebih akan menurunkan persentase degradasi karena terjadinya fenomena OH^\bullet yang bereaksi dengan H_2O_2 (Wang et al., 2021) Sehingga terbentuknya radikal HO_2 yang kurang reaktif dibandingkan radikal OH^\bullet seperti di tunjukkan pada reaksi berikut (Deng, 2015):



Gambar 3. Grafik pengaruh rasio molar Fenton dan waktu reaksi terhadap degradasi COD

Jumlah konsentrasi H_2O_2 pada proses degradasi COD dengan metode Fenton akan mempengaruhi efisiensi degradasi. Jumlah H_2O_2 yang ditambahkan juga sangat penting untuk dipertimbangkan karena jumlah H_2O_2 yang terlalu banyak dapat memangkas radikal hidroksil (Costa et al., 2019). Selain itu berdampak pada nilai ekonomis dari pengolahan limbah karena akan menaikkan biaya operasional pengolahan limbah. Tetapi kekurangan H_2O_2 juga dapat menyebabkan kekurangan radikal hidroksil sehingga OH^\bullet yang dibutuhkan tidak mencukupi untuk melakukan proses Fenton (Hakika et al., 2019). Pada gambar 3 menunjukkan bahwa pada waktu reaksi 30 menit degradasi COD masih terbilang kecil dan belum memenuhi baku mutu, hal ini dikarenakan radikal hidroksil yang terbentuk jumlahnya masih sedikit, sehingga belum mampu untuk mengoksidasi semua senyawa organik yang ada di dalam air lindi. Namun degradasi COD mulai terjadi pada waktu reaksi 60 dan 90 menit dan terus mengalami

peningkatan hingga waktu reaksi 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi, semakin besar persentase degradasi COD yang dihasilkan.

Semakin lama waktu reaksi menyebabkan interaksi antara FeSO_4 dan H_2O_2 semakin efektif, akibatnya radikal hidroksil yang dihasilkan semakin banyak. Dengan semakin banyaknya radikal hidroksil yang terbentuk dari proses oksidasi akan mendegradasi senyawa organik dengan cara memutus ikatan rangkap, sehingga akan memecah senyawa kompleks yang ada di dalam air lindi menjadi senyawa yang lebih sederhana hingga terbentuk CO_2 dan H_2O (Xu et al., 2020). Penurunan nilai COD mengindikasikan bahwa sebagian besar kandungan senyawa organik yang terdapat pada air lindi telah berkurang, sehingga jumlah oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi senyawa organik secara kimiawi semakin berkurang (Singa et al., 2018).

4. KESIMPULAN

Rasio molar Fenton dan waktu reaksi berpengaruh terhadap persentase degradasi warna dan COD. Untuk mendapatkan persentase degradasi maksimum yaitu dengan semakin kecil rasio molar Fenton serta semakin lama waktu reaksi maka semakin besar persentase degradasi warna dan COD yang dihasilkan. Kondisi optimum dicapai pada rasio molar Fenton 1:150 dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase degradasi warna dan COD maksimum yang dihasilkan masing-masing sebesar 91,4%, dan 92,4%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fenton sangat efektif sehingga dapat digunakan untuk mengolah air lindi karena mampu mendegradasi warna dan COD serta telah memenuhi baku mutu air lindi bagi usaha dan/kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Analisis dan Laboratorium Teknologi Rekayasa Kimia Industri Politeknik Negeri Lampung yang telah membantu memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Adriansyah, E., Agustina, T. E., and Arita, S., (2015), Leachate Treatment of TPA Talang Gulo, Jambi City by Fenton Method and Adsorption, Indones. J. Fundam. Appl. Chem., 4, pp, 20–24, doi:1024845/ijfac. v4.i1.20.

- Alfaya, E., Iglesias, O., Pazos, M., and Sanromán, M. A., (2015), Environmental Application of an Industrial Waste as Catalyst for The Electro-Fenton-Like Treatment of Organic Pollutants, *RSC Advances.*, 5, pp, 14416-14424, doi:10.1039/C4RA15934A.
- BSN, (2008), Standar Nasional Indonesia SNI 6989.59: 2008, Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia.
- Costa, A. M., Alfaia, R. G. D. S. M., and Campos, J. C., (2019), Landfill Leachate Treatment in Brazil—an Overview, *Journal of Environmental Management.*, 232, pp, 110–116, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.11.006.
- Deng, Y., and Zhao, R., (2015), Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Wastewater Treatment, *Curr Pollution Rep.*, 1, pp, 167–176, doi:10.1007/s40726-015-0015-z.
- Gautam, P., Kumar, S., and Lokhandwala, S., (2019), Advanced Oxidation Processes for Treatment of Leachate from Hazardous Waste Landfill, a critical review, *Journal of Cleaner Production.*, 237, pp, 2–12, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117639.
- Hakika, D. C., Sarto, S., Mindaryani, A., and Hidayat, M., (2019), Decreasing COD in Sugarcane Vinasse using the Fenton Reaction: The Effect of Processing Parameters, *Catalysts.*, 9, pp, 2–12, doi:10.3390/catal9110881.
- Leszczyński, J., (2018), Treatment of Landfill Leachate by Using Fenton and Photo-Fenton Processes, *Journal of Ecological Engineering.*, 19, pp, 194–199, doi:10.12911/22998993/89824.
- Mahtab, M. S., Islam, D. T., and Farooqi, I. H., (2020), Optimization of The Process Variables for Landfill Leachate Treatment Using Fenton Based Advanced Oxidation Technique. *Engineering Science and Technology, an International Journal.*, 24, pp, 428–435, doi: 10.1016/j.jestch.2020.08.013.
- Permenlhk, (2016), Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, pp 1–12.
- Phelia, A., and Damanhuri, E., (2019), Kajian Evaluasi TPA dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah di TPA (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar Lampung), *Jurnal Teknik Lingkungan.*, 25, pp, 85–100, doi:10.5614/j.tl.2019.25.2.6.
- Prameswari, M. D., Nufutomo, T. K., and Munandar, A., (2020), Penurunan Kadar BOD dan Warna pada Air Lindi Menggunakan Media Serbuk Kayu Jati (Studi Kasus: Air Lindi TPA Bakung, Bandar Lampung), Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Insititut Teknologi Sumatera.

- Pratama, R., and Nufutomo, T. K., (2021), Analisis Kualitas Air Tanah Berdasarkan Perbedaan Jarak di Permukiman Warga Sekitar TPA Bakung Bandar Lampung, *Journal of Empowerment Community and Education.*, 1, pp, 83–88.
- Rahmayanti. A, Faradila. R. S, Masrufah. A, and Permata Sari. P. A., (2020), Pengolahan Lindi Menggunakan Advanced Oxidation Process (AOPs) Berbasis Ozon, *Journal of Research and Technology.*, 8, pp, 141–148, doi:10.55732/jrt. v8i1.641.
- Rezagama. A., Purwono., Hadiwidodo, M., Yustika, M., and Prabowo, Z. N., (2017), Pengolahan Air Lindi TPA Jatibarang Menggunakan Fenton ($H_2O_2 - Fe$), *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan.*, 14, pp, 30–36, doi:10.14710/presipitasi. v14i1.30-36.
- Singa, P. K., Isa, M. H., Ho, Y. C., and Lim, J. W., (2018), Treatment of Hazardous Waste Landfill Leachate using Fenton Oxidation Process, *E3S Web of Conferences, CENVIRON.*, 34, pp, 1–6, doi:10.1051/e3sconf/20183402034.
- Wang, C., Sun, X., Shan, H., Zhang, H., and Xi, B., (2021), Degradation of Landfill Leachate using UV-TiO₂ Photocatalysis Combination with Aged Waste Reactors, *Processes.*, 9, pp, 1–14, doi:10.3390/pr9060946.
- Winarko., (2020), Air lindi TPA Bakung Cemari Sumur Warga, <https://www.lampost.co/berita-air-lindi-tpa-bakung-cemari-sumur-warga.html>.
- Xu, M., Wu, C., and Zhou, Y., (2020), Advancements in the Fenton Process for Wastewater Treatment, *Advanced Oxidation Processes-Applications, Trends, and Prospects*, pp, 1–17, doi:10.5772/intechopen.90256.
- Yuningrat, N. W., Oviantari, M. V., and Gunamantha, I. M., (2015), Fotodegradasi Senyawa Organik dalam Lindi Dengan Menggunakan Katalis TiO₂ Terimobilisasi pada Plat Kaca, *Jurnal Sains dan Teknologi.*, 4, pp, 642–654, doi:10.23887/jstundiksha. v4i2.6056.