

PENGOLAHAN AIR LINDI TPA JATIBARANG MENGGUNAKAN FENTON (H₂O₂ – Fe)

Arya rezagama, Purwono, Mochtar Hadiwidodo, Mia Yustika, Zuhda Nur Prabowo

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: aryarezagama@gmail.com

ABSTRAK

Pembuangan lindi ini berpotensi mencemari lingkungan dan mengakibatkan gangguan kesehatan. Air lindi TPA Jatibarang dikategorikan sebagai lindi tua karena telah berusia lebih dari 10 tahun dengan nilai COD sebesar 4000 mg/l. Pengolahan lindi menggunakan proses fenton bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyisihan kadar BOD, COD, warna di dalam lindi. Variasi penelitian meliputi jumlah penambahan H₂O₂, dan Fe₂O₃. Reaksi penelitian menggunakan kolom batch yang diaduk menggunakan stirer. Pengolahan air lindi menggunakan fenton menunjukkan hasil yang cukup baik dalam menurunkan beban limbah organik. Hal ini nampak secara jelas dari penguraian warna berkurang dari 3800 ptco dan 750 ptco. Pada pengolahan fenton Pada dosis Fe/H₂O₂ sebesar 1,14 gr dan 3,8 ml, penurunan warna yang paling signifikan mencapai 82% sebesar 140 ptco pada waktu proses 2 jam. fluktuasi penyisihan pada penurunan nilai COD. Proses fenton menunjukkan bahwa pengolahan cukup mempengaruhi efisiensi penurunan parameter COD. Pada proses fenton terjadi presentase penurunan hingga 56 % pada 240 menit pada variasi 0,38 gr FeSO₄ dan 3,8 ml H₂O₂. Beban organik yang ditunjukkan dengan COD pada lindi awal berkisar 3800 mg/l kemudian di koagulasi flokulasi menjadi 2700 mg/l dan ketika di lakukan proses fenton berakhir pada 1000 mg/l untuk hasil terbaik Fluktuasi penurunan COD pada menit 60 hingga 180. Hasil pengolahan belum dapat memenuhi baku mutu air lindi pada yang terlampir pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor: 5 Tahun 2012. Namun, penguraian beban organik dan peningkatan rasio BOD/COD pada proses fenton dapat mengoptimalkan pengolahan biologi IPL eksisting berupa kolam oksidasi dapat berjalan dengan baik.

Kata kunci : Air Lindi, Fenton, Bahan Organik

PENDAHULUAN

Lokasi TPA Jatibarang berada di Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kota Semarang memiliki luas sekitar 46 Ha. Timbunan sampah yang dihasilkan TPA Jatibarang mencapai 4000 m³/hari dengan komposisi sampah organik 62%, dan anorganik 38% (Sudarwin, 2008). Kondisi eksisting unit pengolahan lindi TPA Jatibarang berupa kolam stabilisasi masih belum menghasilkan kualitas efluen sesuai dengan baku mutu Air Limbah sesuai Perda Jateng No 5 Tahun 2012. Air Lindi timbul akibat masuknya air ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi biologis (Damanhuri, 2008).

Air Lindi timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi, termasuk juga bahan organik hasil proses dekomposisi biologis. Kuantitas lindi yang dihasilkan tergantung pada jumlah masuknya air, terutama air hujan, disamping dipengaruhi oleh aspek operasional yang diterapkan seperti aplikasi tanah penutup, kemiringan permukaan, kondisi iklim, dan sebagainya sehingga

bervariasi dan fluktuatif (Damanhuri, 2008). Air lindi yang tidak terolah dapat meresap ke dalam tanah yang berpotensi bercampur dengan air tanah sehingga menimbulkan pencemaran tanah, air tanah dan air permukaan. Karakteristik COD lindi dari landfill muda (1-2 tahun) sangat tinggi sebesar 3000-60.000 mg/L sangat berbeda dengan karakteristiknya dengan landfill tua (> 10 tahun) sekitar 100-500 mg/L (Tchobanoglous, 2002).

Teknologi pengolahan lindi diklasifikasikan menjadi dua yaitu (i) Metode Biologi, (ii) Metode Fisika Kimia. Pada standar kualitas pembuangan ke badan sungai yang ketat maka perlu kombinasi dari ke dua atau beberapa sistem (Wiszniewski, et al., 2006). Kondisi eksisting unit pengolahan berupa kolam stabilisasi belum menghasilkan kualitas efluen sesuai dengan baku mutu. Nilai BOD/COD yang sangat rendah membuat pengolahan secara biologi biasa sulit dilakukan (Rezagama & Notodarmojo, 2012). Secara visual nampak bahwa warna air lindi pada saluran inlet tidak jauh berbeda dengan outletnya. Maka, perlu adanya pengolahan pendahuluan dalam memecah senyawa persisten menjadi

senyawa yang lebih sederhana. Hal ini akan meningkatkan *viability* dari pengolahan biologi selanjutnya.

Umumnya, sebagian besar Air Lindi tersusun atas NOM (*Natural Organic Matter*). NOM merupakan pencampuran partikulat dan komponen terlarut baik bahan organik maupun anorganik. NOM terdiri atas bahan dengan berbagai macam variasi berat molekul yang besar hingga kecil. Substansi Humad memberikan karakteristik warna yang kuat pada air lindi. Substansi Humad yang mendominasi fraksi dari NOM (*Natural Organic Matter*) dibagi menjadi tiga kategori yaitu Asam Humad (HA), Asam Fulvic (FA), dan Humin. HA dan FA merupakan *anionic polyelectrolyte* yang gugus fungsi negatifnya disusun dengan Asam Karboksilat (COOH), *methoxyl carbonyls* (C=O) dan *phenolic* (OH). (Zularisam, et al., 2006).

Pembuangan air lindi ini berpotensi mencemari lingkungan dan mengakibatkan gangguan kesehatan. Proses dalam TPA menghasilkan molekul organik *recalcitrant* yang ditunjukkan dengan rendahnya rasio BOD/COD dan tingginya nilai NH₃-N. (Renoua, et al., 2005). Penelitian Sudarwin (2008) menunjukkan pencemaran logam Pb dan Cd dari air lindi TPA Jatibarang pada sedimen aliran Sungai Kreo mengakibatkan kelas pencemaran tinggi pada jarak 0 meter sampai dengan jarak 143 meter dari outlet lindi dan menurun nilainya hingga jarak 580 meter. Sedangkan jika tanaman padi yang disirami dengan air lindi dapat mengakibatkan bulir padi mengandung logam berat cukup tinggi sebesar (766.80 mg/kg) sehingga berbahaya untuk dikonsumsi (Ali, 2011).

Pengolahan limbah menggunakan *Advanced Oxidation Process (AOP)* dapat menghasilkan mineralisasi lengkap dari polutan menjadi CO₂, air dan bahan-bahan anorganik. Umumnya, dekomposisi parsial dari polutan organik yang tidak terdegradasi dapat diolah secara biologi. (Poyatos, et al., 2009). Penurunan kandungan bahan organik yang ditunjukkan dengan nilai COD dengan ozon kolom gelembung dapat menyisihkan kadar sekitar 29% dimana terjadi peningkatan rasio BOD/COD mencapai 0,2 (Rezagama, 2013). Sedangkan pada penelitian penggunaan Fenton (H₂O₂ dengan Fe) dapat menyisihkan kandungan organik mencapai 35%. (Hilles et al. 2014). Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui efektifitas penggunaan teknik fenton H₂O₂ dan Fe dalam menurunkan beban bahan organik

persistent serta meningkatkan biodegradabilitas air lindi sehingga dapat diolah pada kolam stabilisasi IPAL eksisting. Pengolahan AOP diharapkan memecah senyawa persisten menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga meningkatkan *viability* dari pengolahan biologi. Pengolahan lindi menggunakan proses fenton bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyisihan kadar BOD, COD, warna di dalam lindi.

METODE PENELITIAN

Sampel air lindi TPA Jatibarang yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari saluran inlet instalasi pengolahan air lindi TPA Jatibarang yang belum mengalami pengolahan sama sekali. Pengambilan sampel air lindi IPL TPA Jatibarang menggunakan metode grab sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Sampel diambil setiap satu minggu sekali dan disimpan dalam suhu 4^oC.

Percobaan dilakukan dalam laboratorium air Jurusan Teknik Lingkungan. Tahapan uji pendahuluan dilakukan untuk mempersiapkan alat bahan, pengaturan *reaktor stirred tank*, Proses reaksi dilakukan dalam *batch reactor* yang diaduk dengan bantuan magnet dan stirrer pada volume limbah 1 liter. Sistem reaktor menggunakan kolom batch pengadukan sempurna bervolume satu liter

Sebelum dilakukan pengolahan fenton telah dilakukan pengolahan pendahuluan menggunakan koagulasi flokulasi FeCl₃ untuk menghilangkan zat tersuspensi dan mengurangi beban organik. Dosis koagulan FeCl₃ sebesar 16 gram/L mampu menyisihkan COD yang terkandung pada lindi sebesar 3635 mg/L menjadi 1846 mg/L. Pengolahan pendahuluan ini sangat diperlukan untuk mengefektifkan reaksi fenton dengan zat-zat terlarut air lindi yang tidak dapat diendapkan dengan metode fisik kimia koagulasi.

Variasi penelitian meliputi jumlah penambahan H₂O₂, dan Fe₂O₃. Penambahan reagen fenton dilakukan sekali pada waktu awal percobaan. Satu percobaan berlangsung selama 2 jam. Peningkatan *viability* pengolahan biologi dilihat dari peningkatan rasio BOD/COD dari awal dan akhir. Uji COD diambil berdasarkan selang waktu tertentu untuk dibahas sebagai kinetika penyisihan. Variasi dosis fenton yang digunakan ialah FeSO₄ sebesar 0 gr; 0,38gr; 0,76gr; 1,14gr

dan 5 gr dan dosis H₂O₂ sebesar 3,8 ml; 5 ml; 7,5 ml dan 10 ml. larutan H₂O₂ PA 30% dengan merk Merck dan FeSO₄ dengan merk Merck

Pengukuran BOD berdasarkan SNI 6989.72:2009, Pengukuran COD berdasarkan SNI 06-6989.2-2009. Pengukuran TSS berdasarkan SNI 06-6989.3-2004. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan *Water Quality Meter* dengan cara memasukkan batang alat pada sampel air. Uji kekeruhan menggunakan alat turbidimeter atau nefelometer sesuai dengan SNI 06-6989.25-2005. Uji warna menggunakan uji

spektrofotometri, dimana nilai absorbansi yang didapat kemudian dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Air lindi yang dihasilkan oleh TPA Jatibarang dikategorikan sebagai lindi tua karena telah berusia lebih dari 10 tahun (IPAL berdiri sekitar akhir tahun 1990-an atau awal 2000). Karakteristik air lindi IPL TPA Jatibarang diuji di Laboratorium Teknik Lingkungan dengan menggunakan peralatan dan prosedur yang sesuai dengan SNI. Beberapa parameter yang diuji yakni suhu, pH, COD, BOD, kekeruhan, TSS dan warna.

Tabel 1 Karakteristik Awal Lindi dengan Baku Mutu dan Setelah Pengolahan Pendahuluan

Parameter	Sat	Lindi awal	Pengolahan Pendahuluan	Baku Mutu*
BOD ₅	mg/l	1200	625	150
COD	mg/l	3800	2400	300
Kekeruhan	NTU	300	80	
TSS	mg/l	522	400	400
Warna	Pt-Co	1600,4	590	15
pH	-	8,4	6,8	6 – 9
Suhu	°C	28,7	28,1	40

*) Menurut Permen LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Parameter air lindi dari TPA Jatibarang berada di atas baku mutu air buangan yang diizinkan. BOD air lindi sebesar 1200 mg/l, dimana baku mutu air limbah (sesuai permen LH No. 5 Tahun 2014) untuk BOD₅ air limbah sebesar 150 mg/l. Nilai COD menunjukkan hasil sebesar 3800 mg/l, dimana baku mutu COD hanya sebesar 300 mg/l. Nilai kekeruhan sebesar 300,0 NTU, dimana baku mutu kekeruhan sebesar NTU. Nilai TSS air lindi TPA Jatibarang sebesar 522 mg/l, dimana baku mutu sebesar 400 mg/l. Nilai warna sebesar 1600,4 mg/l sedangkan baku mutu warna sebesar. Nilai pH dan temperatur berturut – turut sebesar 8,44 dan 28,7 °C, dimana nilai tersebut sudah memenuhi nilai baku mutu pH dan temperatur sebesar 6 – 9 dan 40°C.

Nilai pH yang melebihi tujuh menandakan penurunan aktivitas asetogenik dan rasio BOD/COD menjadi sangat kecil. Pada rasio BOD/COD antara 0,1 hingga 0,5, stabilitas air lindi dapat digolongkan menjadi "*moderately stable*". Parameter pH juga menandakan sifat agresif lindi dan kondisi aerob dibandingkan anaerob dalam sampah (El-Fadel & Bou-Zeid, 2002). Karakteristik kimia air lindi sangat kompleks dan berbeda pada masing-masing tempat pembuangan akhir. pH air lindi cenderung agak basa pada kisaran 8 - 8,3. Kondisi pH menunjukkan bahwa air lindi berada pada fase inisiasi methanogenik. Pengambilan sampel dilakukan beberapa kali menunjukkan hasil

kualitas air yang tidak jauh berbeda. Sedangkan oksigen terlarut terukur berkisar antara 0,15 – 3,6 mg/l menunjukkan terjadinya proses anaerob dalam proses degradasi zat organik.

Rasio BOD/COD yang rendah pada air lindi mengindikasikan mikroorganisme sulit mendegradasi senyawa organik (bersifat persisten). Pada hakikatnya, dekomposisi sampah merupakan reaksi biologis bahan organik sehingga air lindi merupakan senyawa yang sulit didegradasi. Mikroorganisme akan lebih mudah mendegradasi senyawa yang terlarut dalam air limbah daripada limbah dalam bentuk tersuspensi. Kadar kandungan zat tersuspensi pada air lindi cukup besar yaitu 589 mg/l.

Warna pada air lindi merupakan parameter penting dalam proses pengolahan. Penampakan visual air lindi TPA Sarimukti nampak hitam pekat. Hal ini mengindikasikan adanya kandungan bahan organik alami yang sangat tinggi terutama Asam Humad, Asam Fulvic dan Humid (Zularisam, et al., 2006). Pengolahan fenton air lindi menunjukkan bahwa warna terdegradasi dari kuning gelap menjadi semakin cerah.

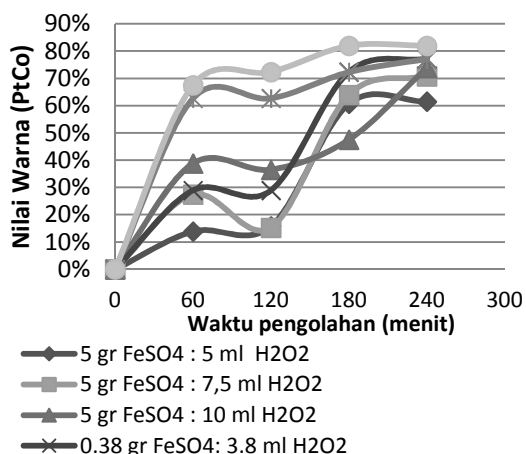
Lindi awal setelah pengolahan pendahuluan koagulasi berkurang dari 3800 ptco dan 750 ptco. Pada pengolahan fenton Pada dosis Fe/H₂O₂ sebesar 1,14 gr dan 3,8 ml, penurunan warna yang

paling signifikan mencapai 82% sebesar 140 ptco pada waktu proses 2 jam. Sedangkan pada dosis Fe/H₂O₂ sebesar 5 gr dan 5 ml terjadi penurunan terendah sebesar 60% sebesar 1000 ptco. Secara keseluruhan proses degradasi warna berlangsung secara cepat pada 60 menit pertama kemudian melambat dan cenderung menurun hingga 120 menit. Namun terjadi proses kembali secara cepat hingga menit ke 180 menit. Proses degradasi warna berlangsung secara fluktuatif karena pada saat proses pemecahan rantai pembawa warna juga terjadi mekanisme pembentukan rantai.



Gambar 1. Degradasi Warna dengan Fenton mulai menit pertama hingga 240 menit setiap 40 menit

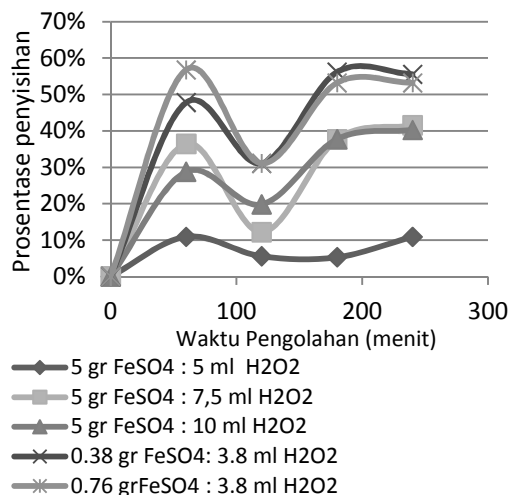
Perubahan warna setelah proses radikal bebas menjadi kuning cerah menunjukkan terjadinya pemutusan ikatan pada Asam Humat dan Humid yang memudahkan warna kehitaman. Air lindi yang berwarna kuning berasal dari Asam Fulvic. Beberapa penyebab warna merupakan ikatan rangkap yang lebih mudah diputus dengan radikal bebas (TDX, 1999).



Gambar 2. Penyisihan Warna selama proses pengolahan FeSO₄ dibanding H₂O₂.

Pada banyak kasus, radikal bebas terbentuk pada reaksi tersebut. Radikal bebas bersifat reaktif terhadap berbagai bahan organik dan beberapa anorganik pada air. Maka, reaksi yang terjadi dapat bersifat langsung maupun tidak langsung. Reaksi langsung berupa reaksi H₂O₂

dengan berbagai bahan kimia. Sedangkan reaksi tidak langsung terjadi melalui reaksi radikal bebas yang terbentuk dari dekomposisi OH^{*}. Dekomposisi H₂O₂ merupakan katalis pembentukan ion hidroksil. Kehadiran radikal bebas akan diasosiasikan dengan keberadaan OH^{*}, HO₂^{*}/O₂^{*} di mana mereka akan bereaksi dengan bahan organik, radikal scavenger (HCO₃⁻, CO₃²⁻) atau radikal bebas sendiri.



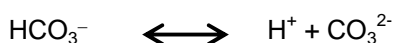
Gambar 3. Persentase Penyisihan COD pada proses Fenton

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan fluktuasi penyisihan pada penurunan nilai COD. Proses fenton menunjukkan bahwa waktu pengolahan cukup mempengaruhi efisiensi penurunan parameter COD. Pada proses fenton terjadi presentase penurunan hingga 56 % pada 240 menit pada variasi 0,38 gr FeSO₄ dan 3,8 ml H₂O₂. Beban organik yang ditunjukkan dengan COD pada lindi awal berkisar 3800 mg/l kemudian di koagulasi flokulasi menjadi 2700 mg/l dan ketika di lakukan proses fenton berakhir pada 1000 mg/l untuk hasil terbaik. Fluktuasi penurunan COD pada menit 60 hingga 180. Data hasil pengolahan juga menunjukkan bahwa secara keseluruhan dari masing-masing perlakuan, penyisihan COD mengalami fluktuasi yang diduga oleh radikal hidroksil yang berkerja sebagai pemotong/ penyederhana rantai organik bekerja belum optimal, sehingga proses dekomposisi rantai organik belum berjalan dengan sempurna (Munter, 2001).

Hasil pengolahan fenton tersebut masih lebih tinggi dibandingkan baku mutu pada yang terlampir pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor: 5 Tahun 2012 dengan COD sebesar 100 mg/L. Maka, masih diperlukan pengolahan

lebih lanjut untuk mengur bangi kandungan COD yang terdapat pada lindi TPA Jatibarang.

Pada air lindi akan banyak mengandung material karbonat yang terbentuk. Menurut (Snoeyink & D., 1980), dalam pH asam akan menghasilkan CO₂ yang akan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H₂CO₃). Asam karbonat akan terurai menjadi ion hidrogen dan ion bikarbonat. Ion bikarbonat akan terurai menjadi ion hidrogen dan ion karbonat. Ion bikarbonat dan karbonat berperan sebagai inhibitor radikal bebas dimana ikatan dengan ion tersebut dan membentuk karbonat radikal yang dapat bereaksi pula dengan senyawa organik. Maka, pada kondisi ini terjadi persaingan pengikatan senyawa oleh radikal hidroksil yaitu persaingan antara ion bikarbonat, karbonat dan senyawa organik. Kehadiran ion bikarbonat dan karbonat dapat menghambat pendekomposisian senyawa organik. Pada pH basa dapat terjadi pembentukan ion karbonat yang lebih cepat. Ion karbonat 20-30 kali lebih kuat daripada bikarbonat dalam menghilangkan radikal bebas. Oleh karena itu, pada pH > 10 perlu dihindari karena ion bikarbonat akan berubah menjadi ion karbonat (Salama, 2000), sesuai dengan persamaan berikut:



Proses pengolahan AOPs dengan variasi Fenton akan mengakibatkan penurunan COD. Hal ini tidak lepas dari adanya radikal hidroksil yang berikatan dengan senyawa organik sesuai reaksi berikut (Munter, 2001) :

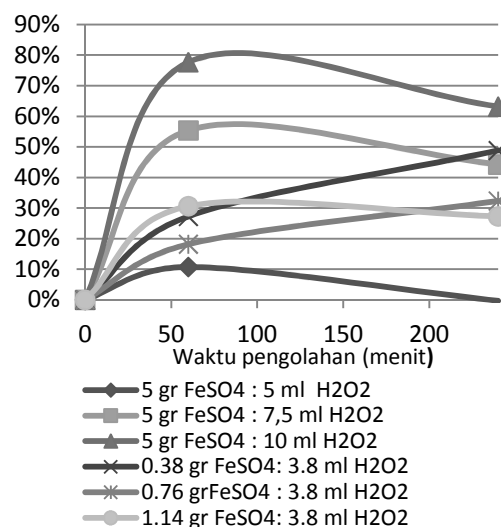


Belum maksimalnya pengolahan lindi pada proses ini disebabkan oleh lindi TPA Jatibarang setelah proses koagulasi flokulasi dengan FeCl₃ tidak berada dalam kondisi pH asam. Sehingga kemampuan radikal hidroksil yang terbentuk sulit untuk mendegradasi senyawa organik secara keseluruhan. Pada metode AOPs kombinasi Fenton membuktikan bahwa radikal hidroksil yang terbentuk mampu mereduksi senyawa organik. Radikal hidroksil merupakan spesies yang paling berperan dalam penguraian senyawa organik.

Seperti studi yang dilakukan (Kurniawan & A, 2006) menyebutkan dalam proses Fenton keadaan asam yaitu dengan pH optimum, kehadiran ion H⁺ dibutuhkan

untuk proses dekomposisi H₂O₂ sehingga menghasilkan radikal hidroksil yang banyak untuk meningkatkan efisiensi oksidasi. Namun, ketika pH 5-9 kecepatan dekomposisi H₂O₂ menurun karena pada pH tersebut akan mengakibatkan banyak terbentuk endapan/lumpur (Fe³⁺) yang dapat mengganggu penyisihan (Mukaromah, et al., 2012). Reaksi hanya dengan H₂O₂ saja tidak efektif untuk mendegradasi kontaminan dengan kandungan organik tinggi dan akan berjalan lambat untuk dekomposisi (Kurniawan & A, 2006).

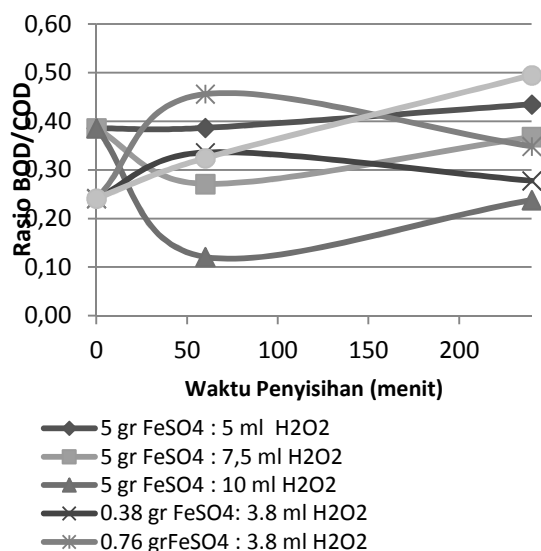
Pada penambahan H₂O₂ nampak membuat langsung turun secara signifikan karena sifat fenton beerfungsi secara baik pada kondisi asam. Namun setelah proses fentoh secara perlahan pH kembali menjadi basa di sekitar angka delapan.



Gambar 4. Persentase Penyisihan BOD pada proses Fenton

Gambar diatas merupakan grafik penyisihan parameter BOD dari proses fenton. Proses fenton dengan variasi ppm, menunjukkan nilai yang fluktuatif. pada dosis 5 gr FeSO₄ dan 10 ml H₂O₂ presentase penyisihan yang paling tinggi 62%. Penurunan nilai semual 1000 mg/l BOD menjadi 400 mg/l. Namun Penggunaan H₂O₂ berlebih berbahaya bagi organisme dan akan mempengaruhi efisiensi degradasi keseluruhan secara signifikan. Jumlah hidrogen peroksida yang berlebih sehingga tidak terpakai selama proses pengolahan tidak dianjurkan (Babuponnusami & Karrupan, 2013). Hasil pengolahan masih berada di atas baku mutu pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor: 5 Tahun 2012 Lampiran IX Golongan 1 sebesar 50 mg/L.

Nilai Rasio BOD/COD setelah proses fenton menunjukkan hasil yang bervariasi antara 0,23 hingga 0,5. Rasio awal limbah lindi 0,24 kemudian naik menjadi 0,49. Tren peningkatan terjadi secara acak dengan nilai rata-rata setiap variasi dosis fenton sama. Peningkatan rasio BOD/COD pada proses fenton dapat mengoptimalakan pengolahan biologi IPL eksisting berupa kolam oksidasi dapat berjalan dengan baik.



Gambar 5. Perubahan Rasio BOD/COD sebelum dan sesudah proses Fenton

Karakteristik mikrobiologi dalam lindi masih sedikit di ketahui. Sedikit informasi dari keberadaan jamur dan prasi dalam air lindi. Hal ini di karenakan karakteristik dari air lindi yang mengandung karekteristik kimia seperti logam berat yang menghalangi pertumbuhan bakteri alami. Beberapa mikroorganisme yang terkandung dalam air lindi tersebut bersifat patogen oportunistik yang menghasilkan racun (Garnasih, 2009). Maka perlu penelitian lanjutan dalam meningkatkan biodegradabilitas mikroorganisme dalam pengolahan secara biologi air lindi. Pengembangan kultur bakteri khusus yang cocok mendegradasi air lindi dengan kondisi tersebut bisa menjadi peneitian berikutnya.

KESIMPULAN

Pengolahan air lindi menggunakan fenton menunjukkan hasil yang cukup baik dalam menurunkan beban limbah organik. Hal ini nampak secara jelas dari penguraian warna berkurang dari 3800 ptco dan 750 ptco. Pada pengolahan fenton Pada dosis Fe/H₂O₂ sebesar 1,14 gr dan 3,8 ml, penurunan warna yang paling signifikan

mencapai 82% sebesar 140 ptco pada waktu proses 2 jam. fluktuasi penyisihan pada penurunan nilai COD. Proses fenton menunjukkan bahwa waktu pengolahan cukup mempengaruhi efisiensi penurunan parameter COD. Pada proses fenton terjadi presentase penurunan hingga 56 % pada 240 menit pada variasi 0,38 gr FeSO₄ dan 3,8 ml H₂O₂. Beban organik yang ditunjukkan dengan COD pada lindi awal berkisar 3800 mg/l kemudian di koagulasi flokulasi menjadi 2700 mg/l dan ketika di lakukan proses fenton berakhir pada 1000 mg/l untuk hasil terbaik. Fluktuasi penurunan COD pada menit 60 hingga 180. Hasil pengolahan belum dapat memenuhi baku mutu air lindi pada yang terlampir pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor: 5 Tahun 2012. Namun, penguraian beban organik dan peningkatan rasio BOD/COD pada proses fenton dapat mengoptimalakan pengolahan biologi IPL eksisting berupa kolam oksidasi dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., 2011. *Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan Dan Kesehatan*. Surabaya: UPN press.
- Babuponnusami, A. & Karrupan, 2013. *Review on Fenton and Improvements to the Fenton Process for Wastewater Treatment*.
- Damanhuri, E., 2008. *Diktat Landfilling Limbah*. Bandung: ITB.
- El-Fadel, M. & Bou-Zeid, E., 2002. *High-strength leachate from municipal solid waste: An SBR treatability study*. Beirut, EPCOWM.
- Garnasih, I., 2009. *Studi Pedahuluan Potensi Toksistas dan Genotoksistas Air Lindi Sampah TPA Sarimukti Kabupaten Bandung terhadap Tikus*. Bandung: Thesis ITB.
- Kurniawan, T. & A., 2006. *Radicals-Catalyzed Oxidation Reactions For Degradation Of Recalcitrant Compounds From Landfill Leachate*, Hong Kong: Hongkong Polytechnic University.
- Mukaromah, Ana, H., Yusrin & Endah, . M., 2012. *Degradasi Zat Warna Rhodamin B secara Advanced*

- Oxidation Processes Metode Fenton Berdasarkan Variasi Konsentrasi H₂O₂*, s.l.: LPPM UNIMUS.
- Munter, R., 2001. *Advanced Oxidation Processes – Current Status and Prospects*. Estonia: Tallinn Technical University.
- Poyatos, J. et al., 2009. *Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment: StateoftheArt. Volume Water Air SoilPollut (2010) 205:187–204*.
- Renoua, S. et al., 2005. *Landfill Leachate Treatment : Review And Opportunities*.
- Rezagama, A., 2013. *Studi Ozonisasi Senyawa Organik Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sarimukti. Volume 34*.
- Rezagama, A. & Notodarmojo, S., 2012. *Kinetika Transfer Ozon dan Tren Kekeruhan dalam Air Lindi dengan Pengolahan Ozonisasi*.
- Salama, A., 2000. *Ozone Oxidation Capabilities*. s.l.:Ozonmax Ltd.
- Snoeyink, V. & D., J., 1980. *Water Chemistry*. United States of America: John Wiley & Sons Inc.
- Sudarwin, 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang, Semarang: UNDIP*.
- Tchobanoglous, G. K. F., 2002. *Handbook of Solid Waste Management, 2nd. s.l.:McGraw-Hill*.
- TDX, 1999. *The Ozone*. [Online] Available at: <http://www.thesisred.net/bitstream/handle/10803/1520/TOL167B.pdf?sequence=2> [Accessed 15 Januari 2012].
- Wiszniewski, J., Robert, D., Surmacz-Gorska, J. & Miksch, K., 2006. *Landfill leachate treatment methods : A review*. 4(51–61).
- Zularisam, A., Ismail, A. & Salim, R., 2006. *Behaviours of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment — a review*. 194(211–231).