

DEKOLORISASI AIR LIMBAH PENGOLAHAN GURITA DENGAN METODE AOT (*ADVANCE OXIDATION TREATMENT*)

Ganden Supriyanto, Khoirun Nisak R, Abdulloh Abdulloh *
Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
Jl. Mulyorejo, Surabaya
*email: ganden-s@fst.unair.ac.id

Received 6 Maret 2018

Accepted 2 Mei 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas metode AOT menggunakan reagen Fenton untuk mendekolorisasi warna merah yang terdapat dalam air limbah pengolahan gurita. Penggunaan reagen Fenton (H_2O_2 dan Fe^{2+}) akan menghasilkan radikal hidroksil ($\cdot OH$) yang bisa menghilangkan warna merah yang terdapat di dalam limbah sehingga limbah menjadi tidak berwarna dan aman untuk dibuang ke lingkungan. Penentuan dekolorisasi air limbah pengolahan gurita dilakukan dengan menentukan perubahan intensitas warna merah menggunakan skala Pt/Co. Parameter utama yang digunakan dalam metode AOT adalah waktu, konsentrasi Fe^{2+} , konsentrasi H_2O_2 , dan pH. Hasil optimum dari dekolorisasi air limbah pengolahan gurita adalah pada waktu 55 menit, konsentrasi Fe^{2+} 42,86 ppm, konsentrasi H_2O_2 85,71 ppm, dan pH 4. Dengan kapasitas dekolorisasi warna merah sebesar 49,08 %.

Katakunci: metode AOT, dekolorisasi dan reagen Fenton

Abstract

This research aims to determine the effectiveness of AOT method with the use of Fenton reagent in decolorization of octopus canning wastewater's red color. The use of Fenton reagent (H_2O_2 and Fe^{2+}) will produce hydroxyl radicals ($\cdot OH$) that will oxidize the red colour so the octopus canning wastewater to be colourless and safe to discharged into the environment. Determination of octopus canning wastewater's decolorization is done by determining the change of red color's intensity using Pt/Co scale. The main parameter in determining the decolorization of octopus canning wastewater using AOT with Fenton reagent are time, concentration of Fe^{2+} , concentration of H_2O_2 , and pH. The maximum decolorization of octopus canning wastewater was reached at following condition rarely 55 minutes, with Fe^{2+} concentration of 42,86 ppm, H_2O_2 concentration of 85,71 ppm, and pH 4. With a capacity of red color's decolorization is 49,08 %.

Keywords: AOT method's, decolorization and Fenton reagent

Pendahuluan

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu dapat menurunkan kualitas lingkungan. Berdasarkan UU RI No. 23 Tahun 1997, limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Limbah merupakan

buangan dalam bentuk zat cair, zat padat dan zat gas. Tetapi di Indonesia limbah dalam bentuk zat cair sangat banyak mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) yang karena sifat dan konsentrasinya atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung

dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Pada limbah pengolahan gurita, limbah yang dihasilkan berupa limbah cair yang berwarna merah. Selama ini limbah pengolahan gurita diolah secara biologis yaitu menggunakan bakteri dengan metode lumpur aktif (*activated sludge*). Namun hasilnya belum optimal karena zat warna merah dari proses pengolahan gurita sulit didegradasi secara biologis. Air limbah hasil pengolahan gurita masih berwarna merah dan masih belum bisa memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Karena itu perlu dikembangkan metode lain untuk menghilangkan warna merah dari limbah pengolahan gurita. Salah satu metode yang efektif yaitu oksidasi secara kimia menggunakan reagen Fenton.

Penggunaan reagen Fenton dalam pengolahan air limbah merupakan salah satu metode yang paling efektif. Teknologi ini merupakan proses lanjutan dari AOT yang memanfaatkan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) dengan kereaktifan tinggi untuk menghancurkan kontaminan organik (Diya'uddeen, *et al.*, 2012). Diketahui bahwa efisiensi dari reagen Fenton dipengaruhi oleh konsentrasi H_2O_2 , rasio $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, pH dan waktu reaksi. Selain itu konsentrasi limbah dan karakteristiknya, seperti temperatur, juga mempengaruhi efisiensi reagen Fenton (Barbusinski, 2009). Reagen Fenton digunakan sebagai penghancur kontaminan organik di dalam penelitian ini karena reagen Fenton memiliki beberapa karakteristik yang cocok untuk penelitian ini seperti reagen Fenton lebih efektif menghancurkan kontaminan organik limbah dalam fase cair daripada limbah dalam fase yang lain dan proses ini tidak menimbulkan bahaya baru bagi lingkungan karena hasil akhir dari proses ini adalah CO_2 dan H_2O .

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah pengolahan gurita, H_2O_2 ,

garam Mohr $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HCl, NaOH pekat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 pekat, MnSO_4 , KIO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, dan akuades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis, oven, desikator, tabung COD, reaktor COD, botol *winkler*, kertas saring, sentrifugase, botol sentrifus, timbangan analitik, pH universal, stirer magnetik, pipet mikro, lemari pendingin, dan peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

Sebelum didekolorisasi, dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum, intensitas warna, COD, BOD, dan TSS pada sampel asli limbah pengolahan gurita yang nantinya akan digunakan sebagai data awal. Dekolorisasi dilakukan dengan variasi waktu, konsentrasi Fe^{2+} , konsentrasi H_2O_2 , dan pH. Analisis persen terdekolorisasi dilakukan dengan mengukur perubahan intensitas warna merah sebelum dan sesudah dekolorisasi menggunakan skala Pt/Co. Setelah dilakukan dekolorisasi, dilakukan pengukuran intensitas warna, COD, BOD, dan TSS yang digunakan sebagai data akhir.

Hasil dan Pembahasan

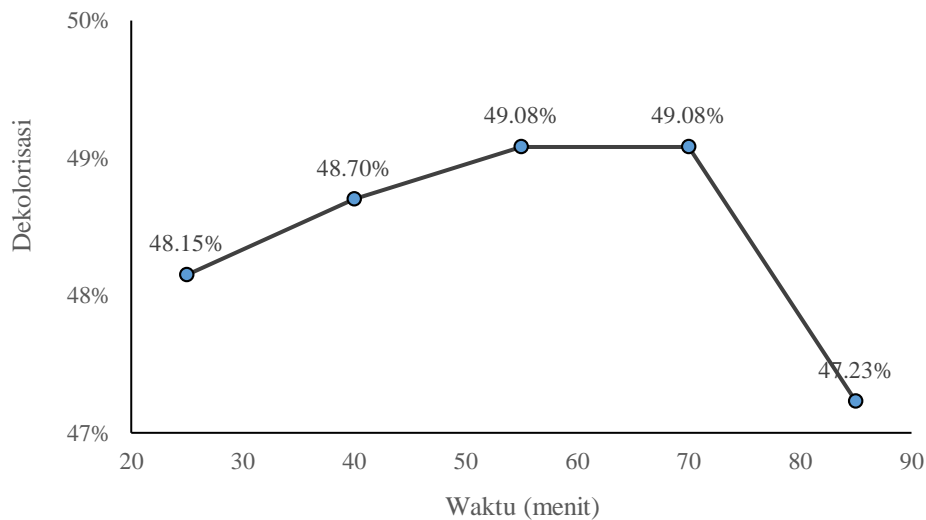
Optimasi waktu

Optimasi waktu dilakukan untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan oleh reagen Fenton dalam mendekolorisasi warna merah dalam limbah pengolahan gurita hingga batas maksimumnya. Sampel limbah pengolahan gurita diukur intensitas warnanya dengan cara membandingkan intensitas warna sebelum didekolorisasi dan setelah dilakukan dekolorisasi pada selang waktu 25, 40, 55, 70, dan 85 menit menggunakan skala Pt/Co. Hasil optimasi waktu dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Perlakuan optimasi waktu pada menit ke-55 merupakan kondisi optimum pada dekolorisasi warna merah limbah pengolahan gurita. Persentase dekolorisasi yang terjadi pada menit ke-55 merupakan persentase terbesar yang menandakan pada saat itu telah tercapai keadaan optimum

yaitu sebesar 49,08 %. Hal ini berarti jumlah warna merah pada limbah pengolahan gurita yang paling banyak terdekolorisasi terdapat pada menit ke-55, sebelum akhirnya mengalami fase kesetimbangan dan fase jenuh setelah mencapai menit tersebut (yaitu menit ke-70 dan ke-85). Seiring bertambahnya waktu, semakin banyak radikal hidroksil yang terbentuk. Adanya radikal hidroksil ini akan bereaksi dengan Fe^{2+} (persamaan 1 dan 2).

Adanya $Fe(OH)_3$ dan $FeOH^{3+}$ akan mengganggu radikal hidroksil dalam mendekolorisasi warna merah pada limbah pengolahan gurita, sehingga dekolorisasi semakin lama akan menjadi konstan bahkan mengalami penurunan (Megha *et al.*, 2013)



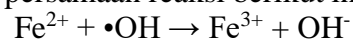
Gambar 1. Kurva optimasi waktu dekolorisasi dengan kapasitas dekolorisasi limbah pengolahan gurita

Optimasi konsentrasi Fe^{2+}

Pada proses dekolorisasi dengan reagen Fenton adanya Fe^{2+} akan berperan sebagai katalis pada pembentukan radikal hidroksil. Fe^{2+} berfungsi sebagai katalis untuk dekomposisi H_2O_2 . Besarnya konsentrasi Fe^{2+} sangat berpengaruh dalam pembentukan radikal hidroksil yang akan berperan untuk mendekolorisasi warna. Hasil optimasi konsentrasi Fe^{2+} dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Hasil terbaik untuk optimasi Fe^{2+} pada dekolorisasi limbah pengolahan gurita terjadi pada saat penambahan Fe^{2+} sebesar 42,86 ppm. Dari percobaan yang telah dilakukan pada dekolorisasi limbah pengolahan gurita, kapasitas dekolorisasi meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi Fe^{2+} , tetapi apabila kelebihan penambahan konsentrasi Fe^{2+} dapat

menurunkan nilai kapasitas dekolorisasi. Penurunan kapasitas dekolorisasi disebabkan karena ion Fe^{2+} akan bereaksi dengan radikal hidroksil yang terbentuk, seperti persamaan reaksi berikut ini:



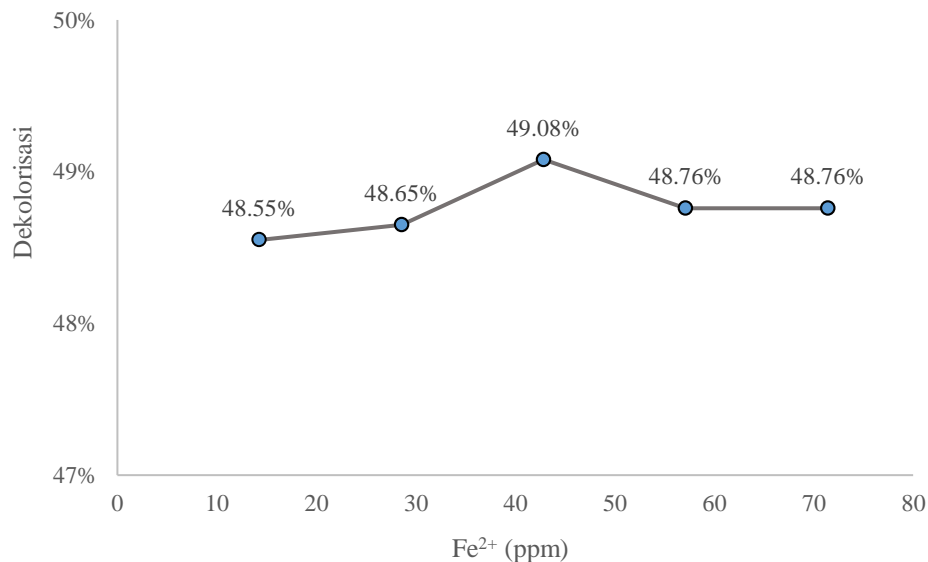
Dengan demikian pembentukan radikal bebas akan berkurang dan mengakibatkan efisiensi degradasi berkurang (Yao-Hui Huang, *et al.*, 2009).

Optimasi konsentrasi H_2O_2

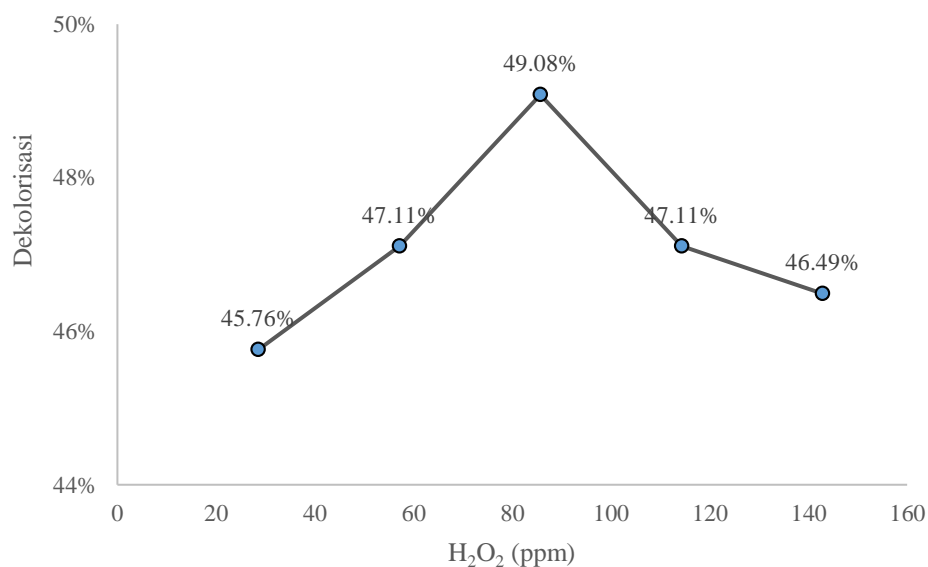
H_2O_2 dalam reaksi dekolorisasi dengan reagen Fenton berfungsi sebagai sumber radikal hidroksi $\bullet OH$. Hasil optimasi konsentrasi H_2O_2 dapat dilihat pada **Gambar 3**. Penambahan H_2O_2 sebesar 85,71 ppm merupakan kondisi optimum pada dekolorisasi warna merah pada limbah pengolahan gurita. Persentase

dekolorisasi yang terjadi pada penambahan 85,71 ppm merupakan persentase terbesar yaitu 49,08 %. Hal ini dikarenakan produksi $\bullet\text{OH}$ yang dihasilkan dari bereaksinya H_2O_2 berada pada puncaknya atau keadaan maksimum sehingga dengan banyaknya $\bullet\text{OH}$ yang terbentuk mengakibatkan proses dekolorisasi berjalan optimum dan setelahnya malah mengalami penurunan. Dalam hal ini, H_2O_2 berfungsi sebagai

oksidator yang akan mengoksidasi ion Fe^{2+} menjadi ion Fe^{3+} yang disertai dengan terbentuknya radikal $\bullet\text{OH}$. Akan tetapi, konsentrasi H_2O_2 yang berlebih juga mampu menghambat aktivitas dekolorisasi, karena pada konsentrasi yang berlebih, H_2O_2 justru akan bereaksi dengan $\bullet\text{OH}$ membentuk suatu radikal $\bullet\text{OH}_2$ yang bersifat kurang reaktif (Abo-Farha, 2010).



Gambar 2. Kurva optimasi konsentrasi Fe^{2+} dengan kapasitas dekolorisasi limbah pengolahan gurita



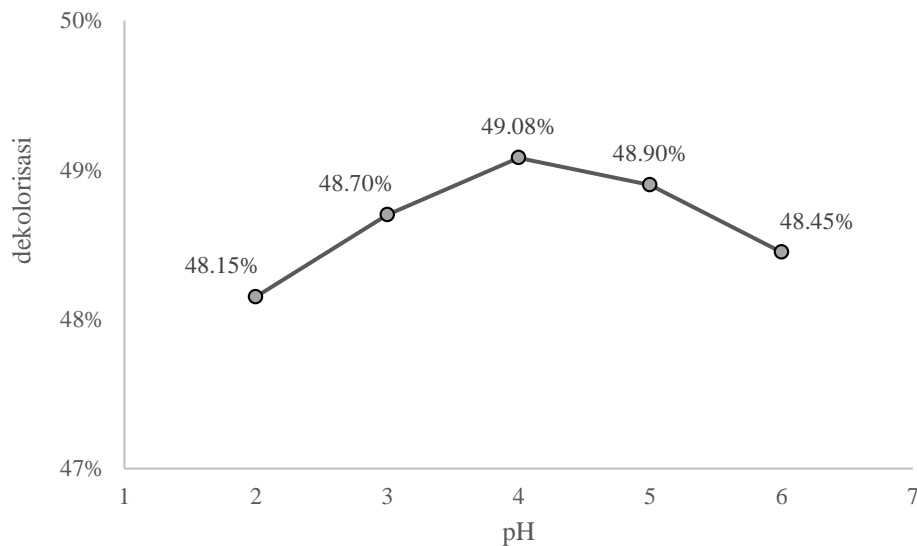
Gambar 3. Kurva optimasi konsentrasi H_2O_2 dengan kapasitas dekolorisasi limbah pengolahan gurita

Optimasi pH

pH merupakan salah satu variabel penting yang dapat mempengaruhi proses dekolourisasi karena reaksi pembentukan radikal bebas dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan ion Ferrous dan dekomposisi H_2O_2 terjadi pada kondisi asam. Variasi pH digunakan untuk mengetahui pada pH berapa reagen Fenton dapat mendekolorisasi warna merah pada limbah pengolahan gurita secara maksimum. Optimasi dilakukan pada rentang pH 2, 3, 4, 5, dan 6 selama waktu yang sudah teroptimasi, yaitu 55 menit. Hasil optimasi pH dapat dilihat pada Gambar 1.4.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan pH optimum dekolourisasi pada pH 4. Pada pH asam, terjadi reaksi pembentukan $\bullet OH$

dari H_2O_2 dan air yang meningkat dengan cepat. Ion OH^- dengan adanya H^+ pada pH asam akan membentuk molekul air yang selanjutnya terurai menjadi $\bullet OH$. Adanya $\bullet OH$ yang banyak terbentuk mengakibatkan proses dekolourisasi oleh reagen Fenton berjalan cepat. Sedangkan semakin besar nilai pH, menyebabkan jumlah ion Fe^{2+} berkurang karena semakin mendekati keadaan basa maka proses terjadinya reaksi oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} menjadi semakin cepat, dikarenakan ion Fe^{3+} tidak dapat mereduksi H_2O_2 menjadi radikal hidroksil, sehingga pembentukan radikal hidroksil berkurang. Hal inilah yang menyebabkan pada pH lebih dari 4, proses dekolourisasi akan berjalan lebih lambat dan tidak optimum.



Gambar 4. Kurva optimasi pH dekolourisasi dengan kapasitas dekolourisasi limbah pengolahan gurita

Pengukuran Intensitas Warna Merah Limbah Cair Pengolahan Gurita

Dekolorisasi warna merah pada limbah pengolahan gurita dilakukan pada dua macam sampel, yaitu sampel asli yang belum di dekolourisasi dan sampel yang telah di dekolourisasi dengan reagen Fenton. Setelah limbah berhasil di dekolourisasi, sampel limbah hasil dekolourisasi diukur intensitas warnanya menggunakan skala Pt/Co yang mana hasilnya akan digunakan untuk menghitung berapa persen dekolourisasi yang dapat tercapai. Hasil

persen dekolourisasi (D) ditentukan berdasarkan persamaan 1, dengan I_0 dan I_t adalah Intensitas warna sebelum dan sesudah proses dekolourisasi.

$$D (\%) = \frac{I_0 - I_t}{I_0} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk sampel limbah yang belum di dekolourisasi, intensitas warna yang terukur sebesar 68,09 Pt/Co. Sedangkan untuk sampel limbah yang sudah di dekolourisasi intensitas warna yang

terukur mengalami penurunan menjadi 34,67 Pt/Co. Sehingga setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus diatas didapatkan persen dekolonisasi yang dapat tercapai adalah sebesar 49,08 %.

Analisis nilai COD, BOD, dan TSS limbah cair pengolahan gurita

Penentuan kadar COD, BOD, dan TSS pada limbah pengolahan gurita dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah dilakukan poses dekolonisasi menggunakan reagen Fenton. Karakteristik Limbah Cair Pengolahan Gurita dapat dilihat pada **Tabel 1**.

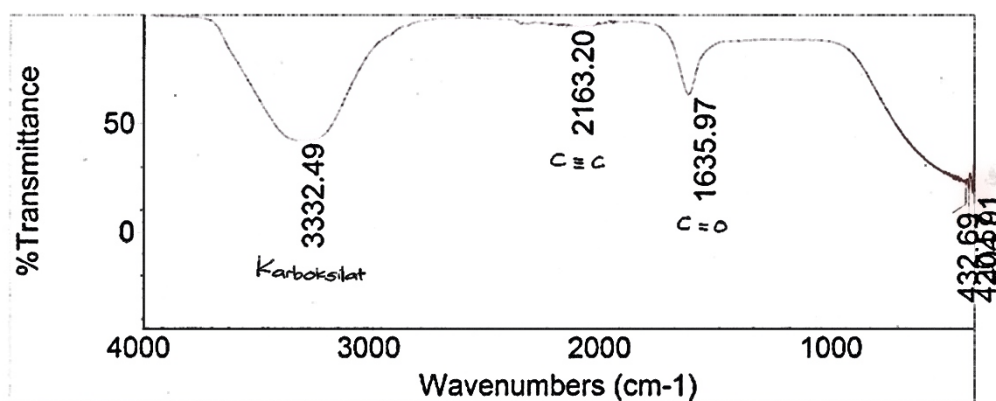
Berdasarkan **Tabel 1**, limbah cair hasil pengolahan gurita tersebut masih belum diizinkan untuk dibuang ke badan air karena masih terdapat parameter yang belum memenuhi standar baku mutu air limbah yang bisa dilepas ke lingkungan. Parameter COD, BOD, dan TSS nya yang terbaca sebelum dilakukan dekolonisasi adalah sebesar 18019 mgO₂/L, 4748 mgO₂/L, dan 1202 mg/L. Nilai tersebut tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2007 tentang baku mutu air

limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan hasil perikanan.

Adapun untuk sampel yang telah didekolonisasi, nilai COD yang terbaca sebesar 7893 mgO₂/L, BOD sebesar 1126 mgO₂/L, dan TSS sebesar 78 mg/L. Meskipun pada sampel yang telah didekolonisasi terdapat satu parameter yang sudah memenuhi baku mutu yaitu TSS, tetapi sampel tersebut masih tidak boleh untuk dilepas ke lingkungan karena masih ada beberapa parameter lain (COD dan BOD) yang belum memenuhi baku mutu air limbah yang bisa dilepas ke lingkungan. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2007 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan hasil perikanan nilai COD, BOD dan TSS berturut-turut adalah 200 mgO₂/L, 100 mgO₂/L, dan 100 mg/L.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair pengolahan gurita

Parameter	Satuan	Nilai		Degradasi (%)
		I _o	I _t	
COD	mgO ₂ /L	18019	7893	56,19
BOD	mgO ₂ /L	4748	1126	76,28
TSS	mg/L	1202	78	93,51



Gambar 5. Spektra Hasil Pembacaan IR

Analisis gugus fungsi limbah cair pengolahan gurita menggunakan spektrofotometer IR

Uji *Infra Red* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gugus apa saja yang terdapat di dalam limbah hasil pengolahan gurita. Uji *Infra red* ini hanya

dilakukan pada sampel limbah pengolahan gurita yang belum didekolonisasi. Dari hasil spektra IR yang muncul, didapati di dalam limbah hasil pengolahan gurita terdapat berbagai macam gugus fungsi. Yaitu pada puncak 1635.97 cm⁻¹ untuk vibrasi karbonil C=O, pada puncak

2163.20 cm^{-1} untuk vibrasi alkuna $\text{C}\equiv\text{C}$, dan pada puncak 3332.49 cm^{-1} untuk vibrasi alkohol OH.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa metode AOT dapat diterapkan dalam mendekolorisasi warna merah pada limbah

cair pengolahan gurita. Reagen fenton dapat mendekolorisasi warna merah pada limbah cair pengolahan gurita secara maksimum pada waktu 55 menit, konsentrasi Fe^{2+} sebesar 42,86 ppm, konsentrasi H_2O_2 sebesar 85,71 ppm, dan pH 4 dengan kapasitas dekolorisasi sebesar 49,08%.

Daftar Pustaka

- Diya'uddeen, Hasan, B., Abdul, A.A.R., dan Daud, W.M.A.W., 2012. **On the Limitation of Fenton Oxidation Operational Parameters**, *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. **10**. 211-213
- Barbusinski, K., 2009. **Fenton Reaction – Controversy Concerning the Chemistry**, *Journal of Ecological Chemistry and Engineering*. **16**. 347-358
- Megha N. Patel, Mitali Shah Feasibility, 2013. **Study of Fenton Method for the Treatment of Dyeing and Printing Mill Wastewater**, *International Journal of Scientific Engineering and Technology*. **2**. 411-416
- Abo-Farha, S.S., 2010. **Photocatalytic Degradation of Monoazo and Diazo dyes in Wastewater on Nanometer-Sized TiO_2** . Al-Azhar University, Cairo, Egypt
- Yao-Hui Huang, Hsiao-Ting Su, Li-Way Lin, 2009. **Removal of citrate and hydrophosphie Binry components using Fenton, Photo-fenton and electro-fenton processes**, *Journal of Enviromental Science*. **21**. 35-40