

## **ANALISIS KADAR BESI DAN MANGAN DALAM LIMBAH INDUSTRI DENGAN ICP-AES SEBELUM DIDEGRADASI DENGAN REAKTOR FOTOKATALITIK FILM TITANIA MENJADI AIR BERSIH**

**Gusfiyesi<sup>1\*</sup>, Suci Nurjanah<sup>2</sup>, Iwan Mulyawan<sup>3</sup>**

<sup>1\*,2</sup>Program Studi Analisis Kimia, Politeknik ATI Padang  
Bungo Pasang-Tabing, Padang 25171 Indonesia

<sup>3</sup>PT Surveyor Batam, Batam

\*email : [gusfiyesi@yahoo.com](mailto:gusfiyesi@yahoo.com)

### **Abstrak**

*Telah dilakukan pengembangan reaktor fotokatalitik titania sebagai salah satu solusi pengolahan air gambut menjadi air bersih yang memenuhi syarat Baku Mutu Air Bersih. Pada penelitian ini reaktor fotokatalitik titania akan digunakan untuk mendegradasi logam berat besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air limbah industri di Kota Batam. Untuk tahap awal, air limbah yang akan didegradasi adalah air limbah enam industri yang masing-masingnya telah melalui tahap pengolahan. Kadar besi dan mangan dalam air outlet pengolahan limbah ditentukan dengan alat Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES). Hasil analisis didapatkan kadar besi dan mangan masing-masing <0,0017 ppm dan <0,0023 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah industri di setiap perusahaan sudah bisa meminimalkan kandungan logam berat besi dan mangan dan sudah memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 Lampiran 47. Metode APHA 3120 B:2012. Namun hasil ini belum optimal menghilangkan logam berat dan disamping itu proses pengolahan limbah masih menyisakan limbah baru dan banyak menggunakan chemical. Penelitian ini akan dilanjutkan untuk menghilangkan logam berat dalam limbah industri tersebut dengan reaktor fotokatalitik titania.*

**Kata kunci:** air limbah industri, logam berat, besi, mangan, fotokatalitik, titania

## **ANALYSIS OF IRON AND MANGANESE CONTENT IN INDUSTRIAL WASTE WITH ICP-AES BEFORE DEGRADED WITH TITANIA FILM PHOTOCATALYTIC REACTOR TO CLEAN WATER**

### **Abstract**

*The development of titania photocatalytic reactors has been carried out as a solution for processing peat water into clean water that meets the Clean Water Quality Standard requirements. In this study the titania photocatalytic reactor will be used to degrade heavy metals iron (Fe) and manganese (Mn) in industrial wastewater in Batam City. For the initial stage, the wastewater to be degraded is wastewater from*

*six industries, each of which has treated stage. Iron and manganese levels in waste water outlets are determined by the Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES) device. The results of the analysis found iron and manganese content of 0.0017 ppm and 0.0023 ppm respectively. These results indicate that the processing of industrial waste in each company has been able to eliminate the content of heavy metals iron and manganese and has fulfilled the Regulation of the Minister of Environment No. 5 of 2014 Appendix 47. APHA 3120 B Method: 2012. However, these results have not optimally disappeared heavy metals and besides that the waste treatment process still leaves new waste and uses a lot of chemicals. This research will be continued to remove heavy metals in the industrial wastes with the titania photocatalytic reactor.*

**Keywords:** *industrial waste water, heavy metals, iron, manganese, photocatalytic, titania*

---

## PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditambahkan pada segenap pengguna air (Febri, Chairunnisa. 2017). Salah satu cara pelestarian sumber daya air adalah dengan pencegahan dari cemaran seperti cemaran logam berat yang berasal dari industri.

Industri merupakan faktor penting dalam pengembangan ekonomi negara, semakin tingginya perkembangan industri menunjukkan semakin berkembang negara tersebut. Namun disamping itu, industri juga akan menghasilkan limbah yang memiliki potensi untuk mencemari lingkungan. Seperti yang terjadi di kota Batam Provinsi Kepulauan Riau di Indonesia, masalah air limbah dan sanitasi di Kota Batam belum

mendapat perhatian yang cukup memadai dari pemerintah kota.

Pesatnya pertumbuhan ekonomi, yang diiringi dengan peningkatan jumlah penduduk dengan laju pertumbuhan penduduk 12 %/tahun memberikan dampak positif dan negatif terhadap kenyamanan lingkungan dan berakibat pada kawasan kumuh dan pencemaran, ditambah dengan karakteristik Kota Batam yang merupakan daerah dengan struktur tanah bauksit (sifat impermiabel), menyebabkan air limbah yang dibuang oleh warga Batam ke drainase kota tidak dapat terurai dan terserap oleh tanah, sehingga akan menambah beban pencemaran air baku pada waduk. Implikasinya terjadi peningkatan kasus (*water born disease*) setiap tahun.

Air limbah industri adalah air hasil pengolahan suatu proses industri. Jenis air ini tergolong memiliki kualitas yang kurang baik karena kontaminan yang terkandung di dalamnya. Kontaminan yang terkandung dalam air industri bermacam-macam tergantung dari proses terkait yang menghasilkan air tersebut. Air limbah industri biasanya dibuang begitu saja oleh perusahaan

yang menghasilkannya. Tidak ada tindak lanjut yang berarti karena limbah tersebut tidak digunakan lagi pada proses yang ada. Air limbah industri biasanya bersifat racun bagi lingkungan sekitarnya sehingga membahayakan kehidupan sekitar industri.

Buangan industri yang mengandung persenyawaan logam berat Fe dan Mn bukan hanya bersifat toksik terhadap tumbuhan tetapi juga terhadap hewan dan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan dapat terakumulasi dalam lingkungan perairan termasuk kerang, ikan dan sedimen, memiliki paruh waktu yang tinggi dalam tubuh biota. Dalam pengelolaan air limbah harus menerapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) agar tidak mencemari lingkungan, karena air limbah dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Contohnya yaitu Fe dan Mn, karena jika melebihi batas maksimum maka akan menyebabkan penyakit.

Merujuk pada pentingnya pengelolaan air limbah industri di Kota Batam, maka perlu dilakukan kegiatan Pengujian Air limbah Industri yang diambil dari beberapa lokasi yaitu Sei Harapan, Sei Nongsa, Sei Ladi, Muka Kuning, Duriangkang, dan Tembesi. Kegiatan tersebut meliputi sampling dan pengujian air limbah di enam tempat yang ada kemudian diuji di laboratorium menggunakan alat Inductively Coupled Plasma (ICP) iCAP 6300 duo. Pengujian ini ditujukan untuk menentukan kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam sampel air limbah industri Kota Batam. Hasil pengujian ini akan menjadi rujukan

untuk pengolahan lebih lanjut dengan reaktor fotokatalitik film titania ( $\text{TiO}_2$ ).

## **METODE PENELITIAN**

### ***Bahan***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air limbah, CRM 100 ppm, asam nitrat 68%, aquabides.

### ***Peralatan***

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini ICP-AES (iCAP 6300 Duo), peralatan gelas, bulb.

### ***Prosedur***

#### ***Preparasi Sampel***

Sebelum pengambilan, alat-alat pengambilan contoh air seperti botol dan water sampler dibilas sebanyak 2 kali dengan contoh air yang akan diambil. Untuk pengambilan sampel, diambil pada kolam penampungan air limbah dengan menggunakan gayung. Sampel yang diteliti adalah sampel yang diambil dari pengolahan air limbah industri yang berasal dari enam tempat di Kota Batam yaitu: Sei Harapan, Sei Nongsa, Sei Ladi, Muka Kuning, Duriangkang, dan Tembesi.

Sampel air limbah yang telah diambil kemudian dibawa ke laboratorium lingkungan Surveyor Indonesia cabang Batam untuk diteliti. Sampel air limbah harus disaring menggunakan kertas saring agar terpisah dari suspensi.

#### ***Preparasi Sampel Air Limbah***

Dipipet sampel air limbah 10 mL dengan menggunakan pipet gondok dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 0.5 mL  $\text{HNO}_3$  p.a. Letakkan pada rak tabung reaksi yang diletakkan di auto sampel. Pada auto sampel akan dihubungkan ke pipa kapiler ICP AES iCAP 6300 Duo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan terhadap sampel pengolahan air limbah 6 lokasi di Kota Batam dimulai dari pengukuran konsentrasi larutan *Certificate Reference Material* (CRM) dengan menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy* (ICP-AES) dengan metoda APHA 3120 B:2012.

Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar besi dan mangan dalam masing-masing sampel dengan membandingkan data absorbansi sampel dengan absorbansi CRM. Kadar besi dan mangan dalam sampel air limbah industri kota Batam dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar besi dan mangan dalam sampel air limbah industri kota Batam.

No.	Lokasi Sampel	Besi (Fe) (mg/L)		Mangan (Mn) (mg/L)	
		BML	Konsentrasi	BML	Konsentrasi
1	Sei. Harapan	10	<0.0017	5	<0.0023
2	Sei. Nongsa	10	0.0108	5	0.0132
3	Sei. Ladi	10	0.0195	5	0.0284
4	Muka Kuning	10	0.0469	5	0.0221
5	Duriang-kang	10	<0.0017	5	<0.0023
6	Tembesi	10	<0.0082	5	0.0221

\*Baku Mutu Lingkungan (BML) sesuai dengan Persyaratan Kementerian Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Lampiran 47.

Pada Tabel 1, dapat dilihat data hasil analisis air limbah industri di enam lokasi di Kota Batam. Dari hasil penelitian ini didapatkan kadar logam Fe dan Mn masih dalam konsentrasi yang rendah. Industri di Kota Batam yang telah diuji air limbahnya dinyatakan telah melakukan pengolahan air limbah yang baik terlihat dari hasil yang didapatkan.

Hasil ini menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah industri di setiap perusahaan sudah bisa meminimalkan kandungan logam berat besi dan mangan dan sudah memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 Lampiran 47. Metode APHA 3120 B:2012. Namun hasil ini belum optimal menghilangkan logam berat dan disamping itu proses pengolahan limbah masih menyisakan limbah baru dan banyak menggunakan *chemical*.

Sisa besi dan mangan dalam air limbah yang telah diolah dalam jangka panjang akan mengakibatkan masalah

pada lingkungan industri tersebut karena adanya pemekatan atau terbentuknya deposit sehingga kadar besi dan mangan kembali tinggi. Kadar besi yang tinggi dapat mengakibatkan timbulnya warna merah dan dapat menghambat fiksasi unsur lainnya pada proses fotosintesis.

Perlu dilakukan analisis parameter yang lain sehingga dapat dikatakan bahwa air limbah industri tersebut telah memenuhi Persyaratan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Syarat Baku Mutu Air Limbah.

## KESIMPULAN

Hasil analisis kadar Besi (Fe) dalam air limbah enam industri di Kota Batam yaitu sebesar: < 0.0017 mg/L; 0.0108 mg/L; 0.0195 mg/L; 0.0469 mg/L; <0.0017 mg/L; <0.0082 mg/L, dengan Standar 10 mg/. Kadar Mangan (Mn) dalam air limbah enam industri di Kota Batam yaitu sebesar : <0.0023

mg/L; 0.0132 mg/L; 0.0284 mg/L; 0.0221 mg/L; <0.0023 mg/L; 0.0221 mg/L, dengan Standar 5 mg/L. Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa logam Fe dan Mn dalam air limbah 6 industri di Kota Batam telah memenuhi Persyaratan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Penelitian ini akan dilanjutkan untuk menghilangkan sisa logam berat dalam air limbah industri yang telah diolah tersebut dengan reaktor fotokatalitik titania.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pusdiklat Industri, atas Dana SPIRIT tahun 2018

### DAFTAR PUSTAKA

- Domanik, Ornia Dreamy. 2017. Penetapan Kadar Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Sumber Tanah Bor dan dalam Tangki DMI (De Manganese Iron) dengan Metode Spektrofotometri di PT Tirta Sukses, [pdf], (<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/4439>) diakses 10 Maret 2019.
- Febri, Chairunnisa. 2017. Analisa Kadar Besi (Fe) Dan Seng (Zn) Pada Air Limbah Industri Di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (Btklpp) Kelas 1 Medan, [pdf], diakses 10 Maret 2019.
- Gusfiyeni, Syukra Nezzla, 2017, *Sampling dan Uji Kualitas Air Gambut untuk Air Baku Solar Reaktor Fotokatalitik Film TiO<sub>2</sub>-UV*, Jurnal Saini, vol.1 tahun 2017
- Gusfiyeni, Elizarni, Randi Permana, Berlian Muttaqin, 2016, Design and permormance test of films TiO<sub>2</sub> for solar uv- TiO<sub>2</sub> photocatalytic reactor *The 3<sup>rd</sup> Annual International Seminar on Trend in Science Proceeding*, UNIMED-Desember 2016
- Gusfiyeni, Elizarni, Berlian Muttaqin, Marina Ersa 2016, Synthesis and characterization of films TiO<sub>2</sub> for solar UV- TiO<sub>2</sub> photocatalytic reactor, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, September 2017, vol. 12 No. 18, ISSN 1819-6608, hal 51-54
- Gusfiyeni, 2016. Preparasi dan karakterisasi film TiO<sub>2</sub> untuk reaktor fotokatalitik film TiO<sub>2</sub>-UV, *Jurnal Saini*, vol.1 tahun 2016 Juni 2016
- Gusfiyeni, Admin alif, Hermansyah Azis, Syukri Arif, Edison Munaf., 2014, Degradation of Humic Acid as Peat Water Degradation Model by TiO<sub>2</sub> Thin Layer Photocatalytic Reactor, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, Vol. 5 No. 4, 918-930
- Gusfiyeni, Admin alif, Hermansyah Azis, Syukri Arif., 2015, Photocatalytic Degradation Study of Humic Acid with TiO<sub>2</sub> Film Coated onto Glassbeads, *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2015- UNY*, ISBN: 978-602-14548-2-4 hal. 51-58
- Gusfiyeni, Admin alif, Hermansyah Azis, Syukri Arif., 2015, Photocatalytic Degradation of Humic Acid with TiO<sub>2</sub> Film Coated by Dipcoating Technique, *The 8<sup>th</sup> Asia Pacific Symposium on Ion Analysis Proceeding*, Online-September 2015
- Gusfiyeni, Admin alif, Hermansyah Azis, Syukri Arif, Abd. Rahim Yacoob., 2015 Photocatalytic Degradation of Humic Acid with

- TiO<sub>2</sub> Film Coated onto Glassbeads, The 4th International Conference on Chemical Sciences (4th ICCS) Proceeding Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Syarat Baku Mutu Air Limbah.
- Prasyetia, Heru. 2018. *Analisis Kandungan Logam Fe, Mn, Zn, Co, Cr dalam Debu Sekitar Pabrik Semen Curah di Medan Estate dengan Metode Inductively Coupled Plasma* [pdf]. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/2611>.
- SNI 06-6989.8-2004 tentang Air dan air limbah – Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyata.
- Tim IPEHIJAU, 2016. Buku Manual Air Gambut & Pengolahannya, Jakarta.
- Werdianti, Titis. 2018. Analisis Tingkat Pencemaran Logam Berat (Cu, Zn, dan Fe) Pada Sedimen Permukaan di Perairan Kawasan Industri Gresik (KIG) Kabupaten Gresik, Jawa Timur [pdf], diakses tanggal 11 Maret 2019
- Wiszniowski, J, *et al.* 2002. Photocatalytic Decomposition of Humic Acids on TiO<sub>2</sub> Part I: Discussion of Adsorption and Mechanism, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 15: 267–273.