

**SKRIPSI**

**PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR  
RESIRKULASI UNTUK MENYISIHKAN BEBAN  
PENCEMAR PADA LINDI**



Oleh :

**WILLIAM STEVIANO LESA**

**NPM 1552010083**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA**

**SKRIPSI**

**PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR  
RESIRKULASI UNTUK MENYISIHKAN BEBAN  
PENCEMAR PADA LINDI**



Oleh :

**WILLIAM STEVIANO LESA**

**NPM 1552010083**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2020**

**PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR RESIRKULASI UNTUK  
MENYISIHKAN DEBAN PENCEMAR PADA LINDI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)  
Program Studi Teknik Lingkungan.**

**Diajukan Oleh :**

**WILLIAM STEVIANO LESA  
15520100183**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA**

**2020**

**Lembar Pengesahan**

**Skripsi / Tugas Akhir**

**PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR RESIRKULASI UNTUK  
MENYISIHKAN BEBAN PENCEMAR PADA LINDI**

Oleh

**WILLIAM STEVIANO LESA**

**NPM :1552010083**

Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik  
Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Pada Tanggal .....

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Ir. Munawar Ali, MT**

**NIP. 19600401 198803 1 001**

**Firra Rosariawari, ST, MT**

**NIP. 375040401961**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Dr. Dra. Jariyah, MP**


**NIP. 19650403 199103 2 001**

## ABSTRAK

Air lindi dari proses rembesan air sampah organik yang ada pada rumah kompos umumnya mengandung beban pencemar yang sukar terurai. Air lindi tersebut akan menyebabkan masalah terhadap lingkungan jika dibuang langsung ke badan air apabila tanpa adanya pengolahan. Penanganan beban pencemar ini dapat dilakukan dengan metode *Advanced Oxidation Process* (AOP). Salah satu dari metode AOP adalah FotoFenton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pengolahan air lindi dengan metode fotofenton secara resirkulasi berdasarkan perbandingan molar  $H_2O_2:FeSO_4$  dan Debit aliran resirkulasi. Pada penelitian ini, parameter yang diamati meliputi TSS, COD, BOD, Total N, dan  $PO_4$ . Pada penelitian *batch* yang dilakukan dengan 5 liter air lindi ditetapkan variabel perbandingan molar  $H_2O_2:FeSO_4$  dengan variasi 10:0,10, 10:0,15, 10:0,20, 10:0,25, dan 10:0,30 dan variabel Debit aliran resirkulasi dengan variasi debit 0,2, 0,25, 0,34, 0,4, dan 0,6 liter/detik. Selain secara *batch*, penelitian ini juga dilakukan percobaan kontinu fotofenton secara resirkulasi dengan variabel terbaik dari proses *batch*. Berdasarkan penelitian, efisiensi pengolahan TSS, COD, BOD, Total N, dan  $PO_4$  pada lindi menggunakan fotofenton secara resirkulasi masing-masing sebesar 91%, 87%, 70%, 65% dan 79% pada perbandingan molar 10:0,30 dengan debit aliran 0,6 liter /detik.

**Kata Kunci :** air lindi, fenton, fotofenton, debit aliran resirkulasi, perbandingan molar  $H_2O_2:FeSO_4$ , *total suspended solid*, *chemical oxygen demand (COD)*, *Biochemical oxygen demand (BOD)*<sub>5</sub>, total nitrogen, fosfat

## CURRICULUM VITAE

| No             |                          | PENELITI  |             |  |
|----------------|--------------------------|---|-------------|---|
| 1              | Nama Lengkap             | William Steviano Lesa   |             |   |
| 2              | NPM                      | 1552010083  |             |   |
| 3              | Tempat Tanggal Lahir     | Palangkaraya, 19 September 1997   |             |   |
| 4              | Alamat                   | Jalan Bukit raya V no 99B, Palangkaraya   |             |   |
| 5              | Nomor HP                 | 081252870160  |             |   |
| 6              | Email                    | <a href="mailto:williamsteviano@gmail.com">williamsteviano@gmail.com</a>  |             |   |
| PENDIDIKAN     |                          |   |             |   |
| No.            | Nama Universitas/Sekolah | Jurusan   | Tahun       | Keterangan  |
| 1              | SD Katolik Don Bosco     | -   | 2003 – 2009 | Lulus   |
| 2              | SMP Katolik Santo Paulus | -   | 2009 - 2012 | Lulus   |
| 3              | SMA Katolik Santa Agnes  | Ilmu Pengetahuan<br>Alam  | 2012 – 2015 | Lulus   |
| 4              | FT UPN “VETERAN” JATIM   | Teknik Lingkungan   | 2015 - 2020 | Lulus   |
| Tugas Akademik |                          |   |             |   |
| No.            | Kegiatan                 | Tempat / Judul  |             | Selesai Tahun   |
| 1              | Kuliah Lapangan          | PDAM Surya Sembada Surabaya. PT. Coca Cola Amatil Indonesia, PT. ITDC Nusa Dua Bali, PT. Gapura Ligua, PDAM Tirta Mangutama |             | 2018  |
| 2              | KKN                      | Desa Sumberagung, Kec. Gondang, Kab. Nganjuk  |             | 2018  |
| 3              | Kerja Praktik            | PT. Tanjung Enim Lestari Pulp&Paper, Tanjung enim   |             | 2018  |
| 4              | Tugas PBPAB              | Bangunan Pengolahan Air Buangan Pabrik kertas   |             | 2018  |
| 5              | Skripsi                  | PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR RESIRKULASI UNTUK MENYISIHKAN BEBAN PENCEMAR PADA LINDI                                    |             | 2020  |
| Orang Tua      |                          |   |             |   |
| 1              | Nama                     | Budi Imanuel Lesa   |             |   |
| 2              | Alamat                   | Jalan Bukit raya V no 99B, Palangkaraya   |             |   |
| 3              | Pekerjaan                | PNS   |             |   |
| 4              | Telp                     | 082253099110  |             |   |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan YME karena dengan segala limpahan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“PROSES FOTO FENTON DALAM REAKTOR RESIRKULASI UNTUK MENYISIHKAN BEBAN PENCEMAR PADA LINDI”**.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa program S1 pada Program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak dan Ibu atas dukungan baik moril maupun materil serta doa yang telah diberikan.
2. Ibu Dr.Dra.Jariyah,MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Bapak Dr.Ir. Munawar Ali, MT dan Ibu Fira Rosariawari, ST.,MT selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan arahan maupun kritik dan saran bimbingan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen dan staff Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu saya untuk dapat melaksanakan penulis dalam studi.

6. Terima kasih juga kepada teman-teman serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan bagi dunia pendidikan.

Surabaya, November 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| KATA PENGANTAR .....  | i  |
| BAB 1 .....   | 1  |
| PENDAHULUAN .....   | 1  |
| 1.1 Latar Belakang.....   | 1  |
| 1.2 Perumusan Masalah.....  | 2  |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....  | 2  |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                                       | 3  |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....                                | 3  |
| BAB 2 .....   | 4  |
| TINJAUAN PUSTAKA.....   | 4  |
| 2.1 Air Lindi .....   | 4  |
| 2.1.1 Karakteristik Air Lindi .....                               | 4  |
| 2.1.2 Baku Mutu Air Lindi .....                                   | 6  |
| 2.2 AOPs ( <i>Advanced Oxidation Process</i> ) .....              | 9  |
| 2.3 Metode Fotokimia .....  | 11 |
| 2.4 Metode Fenton .....   | 12 |
| 2.4.1 Hidrogen Peroksida (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....    | 12 |
| 2.4.2 Reaksi Kimia.....   | 13 |
| 2.4.3 Faktor yang Memengaruhi Metode Fenton.....                  | 14 |
| 2.5 Metode Foto-Fenton.....                                       | 16 |
| 2.5.1 Reaksi Foto-Fenton .....                                    | 17 |
| 2.5.2 Variabel yang Memengaruhi Kombinasi Proses Foto-Fenton..... | 18 |
| 2.6 Penelitian Terdahulu .....                                    | 19 |
| BAB 3 .....   | 20 |
| METODE PENELITIAN.....  | 20 |
| 3.1 Kerangka Penelitian.....                                      | 20 |
| 3.2 Bahan dan Alat .....  | 21 |
| 3.2.1 Bahan Penelitian.....                                       | 21 |
| 3.2.2 Peralatan Penelitian .....                                  | 21 |
| 3.2.3 Gambar reaktor.....   | 21 |

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| 3.3                  | Cara Kerja .....  | 24 |
| 3.3.1                | Diagram alir.....   | 24 |
| 3.3.2                | Proses persiapan penelitian dan penelitian pendahuluan .....                                | 24 |
| 3.3.3                | Penelitian Utama Secara Batch .....   | 24 |
| 3.3.4                | Penelitian Utama Secara Kontinu.....  | 25 |
| 3.4                  | Variabel dan parameter penelitian .....   | 26 |
| 3.4.1                | Variabel dan parameter penelitian secara batch.....   | 26 |
| 3.4.1.1              | Variabel Bebas .....  | 26 |
| 3.4.1.2              | Variabel Tetap.....   | 26 |
| 3.4.1.3              | Variabel Kontrol .....  | 26 |
| 3.4.2                | Variabel dan parameter penelitian secara kontinu .....                                      | 26 |
| 3.4.2.1              | Variabel Bebas .....  | 26 |
| 3.4.2.2              | Variabel Tetap.....   | 26 |
| 3.4.2.3              | Analisa Kontrol.....  | 27 |
| 3.5                  | Analisa parameter.....  | 27 |
| 3.6                  | Jadwal Kegiatan .....   | 27 |
| BAB 4                | .....   | 28 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | .....   | 28 |
| 4.1                  | Karakteristik Limbah .....  | 28 |
| 4.2                  | Hasil Penelitian.....   | 29 |
| 4.3                  | Pengaruh Proses Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Penyisihan TSS .....                | 32 |
| 4.4                  | Pengaruh Proses Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Penyisihan COD .....                | 37 |
| 4.5                  | Pengaruh Proses Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Penyisihan BOD .....                | 41 |
| 4.6                  | Pengaruh Proses Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Penyisihan Fosfat ( $PO_4$ ) .....  | 44 |
| 4.7                  | Pengaruh Proses Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Penyisihan Total Nitrogen (N) ..... | 48 |
| 4.8                  | Pengaruh Proses kontinu Foto Fenton Secara Resirkulasi Terhadap Beban Pencemar Lindi.....   | 52 |
| BAB 5                | .....   | 55 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | .....   | 55 |

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan.....      | 55 |
| 5.2 | Saran .....          | 55 |
|     | DAFTAR PUSTAKA ..... | 57 |
|     | LAMPIRAN A           |    |
|     | LAMPIRAN B           |    |
|     | LAMPIRAN C           |    |
|     | LAMPIRAN D           |    |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 2-1</b> Rangkaian alat Foto-fenton (Huang, Su, & Lin, 2009) .....   | 17 |
| <b>Gambar 3-1</b> Kerangka Penelitian .....   | 23 |
| <b>Gambar 3-2</b> Reaktor Resirkulasi .....   | 24 |
| <b>Gambar 3-3</b> Reaktor Resirkulasi secara Batch .....  | 25 |
| <b>Gambar 3-4</b> Reaktor Resirkulasi secara Kontinu .....  | 25 |
| <b>Gambar 3-5</b> Diagram Alir Cara Kerja .....   | 26 |
| <b>Gambar 4-1</b> Hubungan antara penyisihan kadar TSS (%) dengan debit aliran pada berbagai perbandingan molar $H_2O_2:FeSO_4$ .....                           | 36 |
| <b>Gambar 4-2</b> ..... Hubungan antara penyisihan kadar COD (%) dengan debit aliran pada berbagai perbandingan molar $H_2O_2:FeSO_4$ .....                     | 40 |
| <b>Gambar 4-3</b> Hubungan antara penyisihan kadar BOD (%) dengan debit aliran pada berbagai perbandingan molar $H_2O_2:FeSO_4$ .....                           | 43 |
| <b>Gambar 4-4</b> Hubungan antara penyisihan kadar $PO_4$ (%) dengan debit aliran resirkulasi (L/detik) pada berbagai perbandingan molar $H_2O_2:FeSO_4$ .....  | 46 |
| <b>Gambar 4-5</b> Hubungan antara penyisihan kadar Total N (%) dengan debit aliran resirkulasi (L/detik) pada berbagai perbandingan molar $H_2O_2:FeSO_4$ ..... | 50 |
| <b>Gambar 4-6</b> Hubungan antara penyisihan kadar beban pencemar(%) dengan Waktu sampling pada debit resirkulasi 0,6 L/detik dan molar fenton 10:0,30.....     | 52 |

## DAFTAR TABEL

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b>  | Karakteristik Air Lindi .....  | 5  |
| <b>Tabel 2.2</b>  | Karakteristik dan Baku Mutu Air Lindi.....                                   | 6  |
| <b>Tabel 2.3</b>  | Jenis radikal dan potensinya.....  | 10 |
| <b>Tabel 2.4</b>  | Penelitian terdahulu .....   | 19 |
| <b>Tabel 3.1</b>  | Jadwal Kegiatan .....  | 29 |
| <b>Tabel 4.1</b>  | Karakteristik awal lindi.....  | 30 |
| <b>Tabel 4.2</b>  | Kebutuhan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dan FeSO <sub>4</sub> .....          | 32 |
| <b>Tabel 4.3</b>  | Hasil analisa penyisihan COD, TSS, BOD, Total N dan PO <sub>4</sub> -P ..... | 33 |
| <b>Tabel 4.4</b>  | Hasil analisa penyisihan TSS .....   | 34 |
| <b>Tabel 4.5</b>  | Hasil analisa penyisihan COD .....   | 38 |
| <b>Tabel 4.6</b>  | Hasil analisa penyisihan BOD .....   | 41 |
| <b>Tabel 4.7</b>  | Hasil analisa penyisihan PO <sub>4</sub> .....                               | 44 |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Hasil analisa penyisihan Total N.....  | 48 |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Hasil analisa penyisihan beban pencemar secara kontinu .....                 | 51 |
| <b>Tabel 4.10</b> | Persentase Hasil analisa beban pencemar secara kontinu.....                  | 52 |

## **ABSTRACT**

*Leachate from seepage process of organic waste water in compost houses generally contains pollutant load which is difficult to decompose. Leachate will cause problems to the environment if it is discharged directly into water if there is no treatment. The handling of these pollutants can be done by the Advanced Oxidation Process (AOP) method. One of the AOP methods is PhotoFenton. This study aims to determine the efficiency of leachate water treatment with the photofenton method by recirculation based on  $H_2O_2$ :  $FeSO_4$  molar ratio and recirculation flow discharge. In this study, the parameters observed included TSS, COD, BOD, Total N, and  $PO_4$ . In a batch study conducted with 5 liters of leachate water, the molar ratio variables of  $H_2O_2$ :  $FeSO_4$  were determined with variations of 10: 0.10, 10: 0.15, 10: 0.20, 10: 0.25, and 10: 0.30 and variable discharge of recirculation flow with discharge variations of 0,2, 0,25, 0,34, 0,4, and 0,6 liter / second. Aside from being batch, this research also carried out a continuous fotofenton recirculation experiment with the best variables from the batch process. Based on the research, the processing efficiency of TSS, COD, BOD, Total N, and  $PO_4$  in leachate using photofenton by recirculation were respectively 91%, 87%, 70%, 65% and 79% at a molar ratio of 10: 0.30 with discharge flow of 0.6 liters / second.*

**Keywords:** *Leachate, fenton, PhotoFenton, discharge of recirculation flow, the molar ratio variables of  $H_2O_2$ :  $FeSO_4$ , total suspended solid, chemical oxygen demand(COD), Biochemical oxygen demand (BOD)<sub>5</sub>, total nitrogen, fosfat*