

SKRIPSI

**KOMBINASI FENTON DAN *SUBCRITICAL WATER OXIDATION*
UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI FARMASI**



Diajukan oleh :

Stefanus 5203012001

Debbie Ariella Pongpalilu 5203012037

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2015

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Stefanus

NRP : 5203012001

Telah diselenggarakan pada tanggal 25 Mei 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D

NIK. 521.99.0391



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

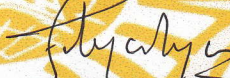
Ketua

Sekretaris



Aning Ayucitra, M.Eng.Sc

NIK. 521.03.0563



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D

NIK. 521.99.0391

Anggota

Anggota



Adriana Anteng Anggorowati, M.Si.

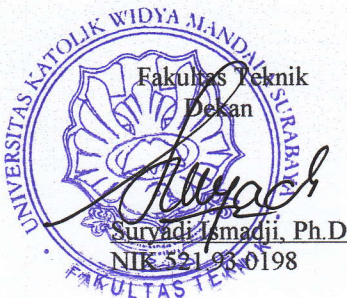
NIK. 521.86.0124



Setyadi, MT

NIK. 521.88.0137

Mengetahui



Fakultas Teknik
Dekan

Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198



Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Debbie Ariella Pongpalilu

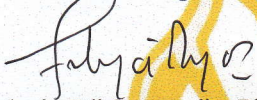
NRP : 5203012037

Telah diselenggarakan pada tanggal 25 Mei 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II


Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D
NIK. 521.99.0391


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris


Aning Ayucitra, M.Eng.Sc
NIK. 521.03.0563


Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D
NIK. 521.99.0391

Anggota

Anggota


Adriana Anteng Anggorowati, M.Si.
NIK. 521.86.0124


Setiyadi, MT
NIK. 521.88.0137

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Jurusan Teknik Kimia
Ketua


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198


Wenny Irawaty, Ph.D
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama/NRP : Stefanus / 5203012001
Debbie Ariella Pongpalilu / 5203012037

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :
**KOMBINASI FENTON DAN *SUBCRITICAL WATER OXIDATION*
UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI FARMASI**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.



Stefanus
NRP. 5203012001

Surabaya, 15 Juni 2015
Yang menyatakan,



Debbie Ariella Pongpalilu
NRP. 5203012037

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Mahasiswa


Stefanus

NRP. 5203012001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 15 Mei 2015

Mahasiswa,



Debbie Ariella Pongpanlu

NRP. 5203012037

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kombinasi Fenton dan *Subcritical Water Oxidation* untuk Pengolahan Limbah Industri Farmasi” ini. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
2. Suryadi Ismadji, Ph.D selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Kepala Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
3. Aning Ayucitra, M.Eng.Sc, Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. dan Setiyadi, MT selaku penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
4. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Teknik Kimia yang telah memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat laboratorium.
5. Bpk. Novi selaku laboran pada Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. Wenny Irawaty, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
7. Suryadi Ismadji, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 15 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK.....	
.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.4. Pembatasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Antibiotik.....	5
II.2. Pengolahan Limbah	7
II.3. Reagen Fenton	8
II.4. Subcritical Water Oxidation	9
II.5. Mekanisme Pengolahan Amoxicillin dengan menggunakan Reagen Fenton dan <i>Subcritical Water Oxidation</i>	11
II.6. Response Surface Methodology (RSM)	12
II.7. Penelitian yang telah ada	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1. Rancangan Penelitian.....	17
III.2. Bahan.....	17
III.3. Alat	18
III.4. Variabel Penelitian	18
III.4.1. Variabel Tetap.....	18
III.4.2. Variabel bebas.....	18
III.5. Desain Penelitian	19
III.6. Prosedur Penelitian	21
III.6.1. Pembuatan Limbah Cair Sintetis Amoxicillin.....	21
III.6.2. Penurunan Konsentrasi Limbah Sintetis Amoxicillin	21
III.7. Rangkaian Alat.....	22

BAB IV HASIL PENELITIAN	23
IV.1. Desain of Experiment	23
IV.2. Persamaan Matematika	24
IV.3. Optimasi Penurunan Konsentrasi Amoxicillin dengan RSM.....	26
IV.4. Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Penurunan Konsentrasi Amoxicillin	28
IV.5. Pengaruh Penambahan Kadar Hidrogen Peroksida Terhadap Penurunan Konsentrasi Amoxicillin	29
IV.6. Pengaruh Penambahan Massa Besi Sulfat Terhadap Penurunan Konsentrasi Amoxicillin	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
V.1. Kesimpulan	31
V.2. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
APPENDIX A PEMBUATAN LARUTAN.....	35
APPENDIX B ANALISA AMOXICILLIN TRIHIDRAT.....	40
APPENDIX C MENENTUKAN KURVA BAKU AMOXICILLIN	42
APPENDIX D ANALISA SAMPEL.....	44
APPENDIX E RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Amoxicillin	6
Gambar II.2. Ampicillin	6
Gambar II.3. Diagram Fase dari Air	10
Gambar II.4. Contoh Tampilan Hasil Analisis Varian.....	13
Gambar II.5. Contoh Tampilan Hasil Nilai p dan Nilai Koefisien Perhitungan RSM	14
Gambar III.1. Rangkaian Alat <i>Subcritical Water</i>	22
Gambar IV.1. Analisis Varian dengan Variabel Waktu.....	24
Gambar IV.2. Analisis Varian Tanpa Variabel Waktu	25
Gambar IV.3. Nilai Koefisien dari Perhitungan RSM	25
Gambar IV.4. Optimasi Penurunan Konsentrasi Amoxicillin	26
Gambar IV.5. Surface Plot Persen Degradasi vs Temperatur dan Massa Besi Sulfat.....	27
Gambar IV.6. Surface Plot Persen Degradasi vs Temperatur dan Kadar Hidrogen Peroksida	28
Gambar C.1. Panjang Gelombang Maksimum Amoxicillin Trihidrat	42
Gambar C.2. Kurva Baku Amoxicillin Trihidrat	43

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Sifat Air dalam Kondisi Normal dan Subkritis	11
Tabel II.2. Penelitian yang Telah Ada	15
Tabel III.1. Desain Percobaan Tiga Level Empat Faktor.....	19
Tabel III.2. Kombinasi Variabel <i>Response Surface Methodology</i>	20
Tabel D.1. Hasil Sampel	45

ABSTRAK

Limbah antibiotik dari industri farmasi menjadi salah satu masalah yang serius dewasa ini. Jika limbah antibiotik tidak diolah dengan baik akan menimbulkan dampak yang sangat berbahaya bagi lingkungan seperti meningkatnya resistensi mikroba sehingga menyebabkan munculnya jenis-jenis penyakit baru ataupun dibutuhkan antibiotik lain yang dosisnya lebih tinggi untuk pengobatan pasien. Untuk limbah cair antibiotik dengan konsentrasi tinggi membutuhkan pengenceran apabila hendak diolah dengan proses adsorpsi yang pada akhirnya banyaknya air yang digunakan menyebabkan kurang efektif. Oleh karena itu perlu dilakukan berbagai penelitian untuk mencari suatu metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah antibiotik berkonsentrasi tinggi. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kombinasi metode *subcritical water* dengan reagen fenton.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar penurunan konsentrasi limbah antibiotik dengan menggunakan kombinasi proses *subcritical water oxidation* dengan reagen fenton dan menyelidiki pengaruh kondisi operasi *subcritical* serta konsentrasi reagen fenton terhadap penurunan konsentrasi antibiotik dalam limbah antibiotik. Dalam penelitian ini diteliti divariasi suhu dan waktu dari proses *subcritical water* dan kadar hidrogen peroksida dan massa besi sulfat untuk reagen fenton.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat reaktor *subcritical*, ke dalam reaktor *subcritical* di masukkan larutan amoxicillin sintesis sebesar 4000 ppm dan ditambahkan hidrogen peroksida dan besi sulfat yang merupakan reagen fenton. Reaktor *subcritical* dijalankan dengan variasi temperatur dan waktu proses. Setelah itu sampel yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer dan menentukan data optimum menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

Berdasarkan hasil percobaan dengan konsentrasi amoxicillin mula-mula sebesar 4000 ppm didapatkan hasil optimasi dengan menggunakan metode RSM untuk persen penurunan konsentrasi amoxicillin sebesar 96,371% pada variasi variabel temperatur 200°C, variabel kadar hidrogen peroksida 2,7124%, massa besi sulfat 1,250 gram dan waktu proses selama 15 menit.

ABSTRACT

Pharmaceutical industry wastewater is harmful for environment particularly due to its antibiotic content. If the antibiotics in wastewater cannot be treated, it cause a very harmful impact for the environment like increased the resistance of germs that cause appearance of the new disease. Many treatment methods can be used to treat the antibiotics waste such as biological treatment method, however this method usually takes a long time and a large area for processing. Another method is adsorption, but for high concentration of antibiotics waste it takes dilution and needed of many water consumption. Therefore, it necessary to do various study to find a method for treating high concentration of antibiotics waste. The method used in this study is the combination of subcritical water and fenton reagent.

The aim of the study is to investigate the degradation concentration of antibiotic waste using combination of subcritical water oxidation and fenton reagent and to investigate the influence operation condition subcritical and concentration fenton reagent on the degradation of antibiotics wastewater. This study investigates various temperature and time process of subcritical water and also investigates the concentration of hydrogen peroxide add to the system and mass of ferrous sulfate for the fenton reagent.

These study were carried out in a high pressure batch reactor subcritical. The reactor was filled with 100 mL of the amoxicillin solution with concentration at 4,000 mg L⁻¹. Fenton reagent was added to the solution and stir with magnetic stirrer (500 rpm) until the solution was dissolved. Subcritical reactor run with variations of temperature and process time. Samples were then analyzed with spectrophotometer and the optimum condition was determined using Response Surface Methodology (RSM).

From the research that was done, the optimum condition for decreased the concentration of amoxicillin in amount of 96,371% under temperature of 200°C, hydrogen peroxide concentration of 2,7124%, mass of ferrous sulfate 1,250 gram, and 15 minutes processing time.