

PERBAIKAN KUALITAS AIR LIMBAH
INDUSTRI KERUPUK DENGAN SISTEM *SUBSURFACE FLOW*
CONSTRUCTED WETLAND MENGGUNAKAN TUMBUHAN
TYPHA ANGUSTIFOLIA



Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

Hamdani Abdulgani
21080111400052

PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2013

TESIS

PERBAIKAN KUALITAS AIR LIMBAH
INDUSTRI KERUPUK DENGAN SISTEM *SUBSURFACE FLOW*
CONSTRUCTED WETLAND MENGGUNAKAN TUMBUHAN
TYPHA ANGUSTIFOLIA

Disusun oleh

Hamdani Abdulgani
21080111400052

Mengetahui,

Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Dr. Munifatul Izzati, M.Sc

Dr. Ing. Sudarno, M.Sc

Ketua Program Studi

Ilmu Lingkungan

Prof. Dr.Ir. Purwanto, DEA

LEMBAR PENGESAHAN

PERBAIKAN KUALITAS AIR LIMBAH INDUSTRI KERUPUK DENGAN SISTEM *SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN TUMBUHAN *TYPHA ANGUSTIFOLIA*

Disusun oleh

Hamdani Abdulgani
21080111400052

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 31 Desember 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda tangan

Dr. Munifatul Izzati, M.Sc

Anggota

1. Prof. Dr.Ir. Purwanto, DEA

2. Dr. Ing. Sudarno, M.Sc

3. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, MAppSc

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Hamdani Abdulgani yang dilahirkan di Indramayu pada tanggal 27 September 1977 dari bapak bernama H. Hilman Abdulgani (Alm) dan ibu Hj. Syakiroh. Penulis merupakan anak ke-4 dari 5 (lima) bersaudara. Pada tahun 1983 penulis mulai sekolah di Sekolah Dasar Negeri (SDN) Singaraja II Kabupaten Indramayu Jawa Barat dan lulus pada tahun 1989.

Selanjutnya penulis meneruskan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri Balongan di Indramayu dan lulus tahun 1992, di SMP N Balongan penulis pernah menjadi Ketua OSIS. Pada tahun 1992 sampai 1995 penulis bersekolah di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Indramayu pada jurusan Biologi (A-2). Setelah lulus SMA, penulis meneruskan ke Perguruan Tinggi di Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) YLH Yogyakarta pada tahun 1995 sampai 2000. Setelah lulus Sarjana (S-1), pada tahun 2001 sampai sekarang penulis mengajar di Fakultas Teknik Universitas Wiralodra kabupaten Indramayu. Penulis juga pernah bekerja di PT. Batavindo Kridanusa (*Epoxy Resin Plant*) di Indramayu pada tahun 2002-2005 sebagai *Supervisor of Environmental and WWTP*. Pada tahun 2011-2013 penulis menempuh Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT yang telah memberikan karunia dan kekuatan dan atas kehendak serta kuasanya tesis berjudul ” Perbaikan Kualitas Air Limbah Industri Kerupuk dengan Sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* Menggunakan Tumbuhan *Typha Angustifolia* dengan Studi Kasus Air Limbah Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Jawa Barat ini dapat terselesaikan. Penyusunan Tesis ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan.

Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada saya sehingga terselesaikannya tesis ini kepada:

1. Dr. Munifatul Izzati, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis;
2. Dr. Ing. Sudarno, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Kedua yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis;
3. Istri tercinta yang selalu memberikan motivasi dalam penyusunan tesis;
4. Teman – teman semua yang ikut membantu dalam penyusunan tesis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak terdapat, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini dapat lebih baik lagi. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi perkembangan teknologi pengolahan air limbah.

Semarang Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penulisan	4
1.4. Manfaat Penulisan	4
1.5. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Industri Kerupuk	6
2.1.1. Proses Pembuatan Kerupuk.....	6
2.1.2. Karakteristik Air Limbah Industri Kerupuk.....	13
2.2. Dampak Air limbah Industri Kerupuk Terhadap Lingkungan.....	14
2.2.1. Dampak terhadap air permukaan	14
2.2.2. Dampak terhadap estetika dan sosial	17
2.3. Sistem Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetlands</i>).....	18
2.3.1. Definisi lahan basah buatan.....	18
2.3.2. Prinsip dasar <i>Constructed Wetland</i>	19
2.3.3. Klasifikasi <i>Constructed Wetland</i>	28
2.3.4. Faktor yang mempengaruhi sistem lahan basah	31
2.3.5. Tumbuhan <i>Typha Angustifolia</i>	37
2.4. Penelitian Terdahulu.....	41
III. METODE PENELITIAN	48
3.1. Pra Penelitian	48
3.2. Rancangan Penelitian	49
3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian.....	51
3.2.1. Bahan Penelitian	51
3.2.2. Peralatan Penelitian.....	51
3.3. Variabel Penelitian	53
3.3.1. Variabel Bebas.....	53
3.3.2. Variabel Terikat	53
3.4. Ruang Lingkup Penelitian	54
3.5. Lokasi Penelitian.....	54

3.6	Prosedur Penelitian.....	55
3.6.1	Persiapan	55
3.6.2	Prosedur Penelitian	56
3.7.	Analisis Data	59
VI.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	62
4.1.	Gambaran Umum Industri Kerupuk Desa Kenanga	62
4.2.	Kondisi Awal Kualitas Air Limbah	64
4.3.	Kualitas Air Limbah Setelah Pengolahan	67
4.3.1	Perubahan Warna Air limbah Industri Kerupuk	67
4.3.2	Kualitas Air Limbah Industri kerupuk	70
4.3.2.1	Data Parameter Uji	70
4.3.2.2	Nilai pH (Tingkat Keasaman) Air Limbah Industri Kerupuk.....	72
4.3.2.3	Penurunan TSS.....	72
4.3.2.4	Penurunan BOD ₅	75
4.3.2.5	Penurunan COD	79
4.3.2.6	Penurunan Amoniak (NH ₃ -N).....	82
4.3.2.7	Penurunan Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	85
4.4.	Kondisi Cuaca Selama Penelitian	90
4.5.	Pengurangan Air Limbah Akibat Evaporasi dan Penyerapan Tumbuhan <i>Typha angustifolia</i>	90
4.6.	Analisis Statistik	91
4.6.1	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	91
4.6.2	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	92
4.6.3	<i>Chemistry Oxygen Demand</i> (COD)	93
4.6.4	Amoniak (NH ₃ -N).....	93
4.6.5	Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	95
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
5.1.	Kesimpulan	97
5.2.	Saran	98
VI.	RINGKASAN	99
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu	13
2. Hasil Pengujian Kualitas Air Permukaan (Drainase) Lokasi Pembuangan Limbah Cair Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Tahun 2010.....	15
3. Hasil Pengujian Kualitas Air Permukaan (Drainase) Lokasi Pembuangan Limbah Cair Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Tahun 2012.....	16
4. Peranan Media, Tanaman dan Mikroorganisme Terhadap Pengurangan Zat Polutan dalam <i>SSF-Wetlands</i>	26
5. Karakteristik media dalam <i>SSF-Wetlands</i>	32
6. Kinerja Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Berdasarkan Jenis Media Yang digunakan.....	33
7. Beberapa Jenis Tanaman yang digunakan dalam Sistem Lahan Basah.....	34
8. Karakteristik Tanaman <i>Typha angustifolia</i>	40
9. Keterkaitan antar variable penelitian terhadap tanpa perlakuan dan dengan perlakuan penelitian	54
10. Jumlah Sample Uji	57
11. Perusahaan Kerupuk Ikan / Udang dan Jumlah Produksinya di Sentra Industri Kerupuk Kenanga Kabupaten Indramayu Tahun 2013	62
12. Kondisi Awal Kualitas Air Limbah Industri Kerupuk Padi Kapas Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu	64
13. Data Kandungan Parameter Uji pada Air Limbah Industri Kerupuk	71
14. Hasil Pengujian Konsentrasi Zat Pencemar pada Air Limbah Industri Kerupuk Setelah Pengolahan	89
15. Pengurangan Air Limbah Akibat Evaporasi dan Penyerapan Tumbuhan <i>Typha angustifolia</i>	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Diagram proses pembuatan kerupuk ikan, udang dan kulit ikan.....	12
2. Mekanisme Pergerakan Senyawa Kimia Anatar Akar, Zona Rizosfer dan Substrat	25
3. Tipe Aliran Lahan Basah.....	29
4. <i>Horizontal Subsurface Flow</i> dan <i>Vertical Subsurface Flow</i>	30
5. Tumbuhan <i>Typha angustifolia</i>	41
6. <i>Prototipe Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland</i>	52
7. <i>Prototipe Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland</i> dengan tanaman <i>Typha angustifolia</i>	53
8. Diagram alir proses penelitian.....	58
9. Proses Perhitungan statistik.....	59
10. Proses Perhitungan statistik pada SPSS	60
11. Perubahan Warna Air Limbah Industri Kerupuk.....	69
12. Grafik Rata – Rata Nilai pH Air limbah Industri Kerupuk pada Masing – Masing Perlakuan dan Waktu pengolahan.....	72
13. Grafik Rata – Rata Penurunan Kandungan TSS Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	73
14. Grafik Persentase Efisiensi Penurunan TSS Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	74
15. Grafik Rata – Rata Penurunan Kandungan BOD ₅ Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	76
16. Grafik Persentase Efisiensi Penurunan BOD ₅ Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	77
17. Grafik Rata – Rata Penurunan Kandungan COD Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	80
18. Grafik Persentase Efisiensi Penurunan COD Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	80
19. Grafik Rata – Rata Penurunan Kandungan NH ₃ -N Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	83
20. Grafik Persentase Efisiensi Penurunan Rata – Rata NH ₃ -N pada Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian	83
21. Grafik Rata – Rata Penurunan Kandungan H ₂ S pada Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian.....	86
22. Grafik Persentase Efisiensi Penurunan Rata – Rata H ₂ S pada Masing – Masing Pengolahan Berdasarkan Variasi Waktu Penelitian	86

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
23. Hasil Pengukuran pH pada Air Limbah Industri Kerupuk.....	114
24. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Efisiensi Penurunan Kandungan TSS pada Air Limbah Industri Kerupuk.....	115
25. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Efisiensi Penurunan Kandungan BOD ₅ pada Air Limbah Industri Kerupuk.....	116
26. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Efisiensi Penurunan Kandungan COD pada Air Limbah Industri Kerupuk.....	117
27. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Efisiensi Penurunan Kandungan NH ₃ -N pada Air Limbah Industri Kerupuk	118
28. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Efisiensi Penurunan Kandungan H ₂ S pada Air Limbah Industri Kerupuk.....	119
29. <i>Output</i> data SPSS pada Hasil Rata – Rata Kandungan TSS	120
30. <i>Output</i> data SPSS pada Hasil Rata – Rata Kandungan BOD ₅	123
31. <i>Output</i> data SPSS pada Hasil Rata – Rata Kandungan COD	126
32. <i>Output</i> data SPSS pada Hasil Rata – Rata Kandungan Amoniak.....	129
33. <i>Output</i> data SPSS pada Hasil Rata – Rata Kandungan H ₂ S.....	132
34. Photo – photo pelaksanaan penelitian	135
35. Photo – photo proses pembuatan kerupuk.....	138

ABSTRAK

Sentra industri kerupuk di Desa Kenanga telah dapat mengangkat perekonomian masyarakat setempat, tetapi sudah menimbulkan pencemaran terhadap air permukaan disekitarnya yang diakibatkan oleh air limbah yang dibuang secara langsung tanpa melalui pengolahan, sehingga air berwarna hitam dan bau busuk. Oleh karena itu perlu alternatif pengolahan air limbah, salah satunya adalah dengan sistem lahan basah buatan (*constructed wetland*). Dalam penelitian ini menggunakan sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* aliran vertikal dengan tumbuhan *Typha angustifolia* dan yang belum ditanami tumbuhan. Desain konstruksinya dibuat dari bahan kayu yang dilapisi plastik dan berdimensi 90 cm x 45 cm x 50 cm dengan media isian berupa pasir ukuran 1 – 5 mm setinggi 30 cm. Sedangkan untuk kontrol menggunakan menggunakan ember ukuran diameter 40 cm dan tinggi 20 cm.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *Subsurface Flow Constructed Wetland* yang belum ditanami tumbuhan dan kemampuan tumbuhan *Typha angustifolia* dalam sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* dalam menurunkan kandungan TSS, Amoniak (NH₃-N), BOD₅, COD dan Sulfida (H₂S) pada air limbah industri kerupuk. Tumbuhan *Typha angustifolia* yang digunakan mempunyai ketinggian 120 cm dan jumlah daun 10 buah yang sebelumnya diaklimatisasikan terlebih dahulu selama 10 hari dan ditanam dengan jarak 15 cm tiap rumpunnya. Pengoperasian dilakukan dengan cara mensirkulasikan air limbah secara intermiten 6 kali sehari, masing-masing selama 30 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sistem pengolahan *Subsurface Flow Constructed Wetland* dengan *Typha angustifolia* menghasilkan efisiensi penurunan pada waktu tinggal 5, 10 dan 15 hari, yaitu berturut - turut untuk TSS 73,78%; 77,18%; 84,71%; BOD₅ 85,83%; 90,33%; 94,17%; COD 86,94%; 90,65%; 94,87%; Amoniak (NH₃-N) 76,07%; 84,25%; 87,52%; Sulfida (H₂S) 94,56%; 99,18%; 99,81%.

Kata kunci : Air limbah, kerupuk, *Typha*, lahan basah buatan.

ABSTRACT

Crackers industrial centers at Kenanga Village has been able to lift the local economy , but it has caused pollution to the surrounding surface water caused by waste water discharged directly without any treatment, so the water is black and smells foul . Therefore it is necessary wastewater treatment alternatives, one of which is the artificial wetland system (constructed wetland) . In this study, using a system of Subsurface Flow Constructed Wetland Vertical Flow with *Typha angustifolia* plants and the plants have not been planted. Construction design is made of wood covered with plastic and measuring 90 cm x 45 cm x 50 cm with a stuffing medium sand size 1-5 mm height 30 cm . While using use the bucket to control the size of 40 cm diameter and 20 cm high .

This study aims to analyze the ability of Subsurface Flow Constructed Wetland unplanted plants and the ability of plants *Typha angustifolia* in Subsurface Flow Constructed Wetland system in lowering the content of TSS , Ammonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$) , BOD_5 , COD and sulfide (H_2S) in industrial waste water crackers. *Typha angustifolia* plants used have a height of 120 cm and the number of leaves 10 pieces of previously acclimate during the first 10 days and planted with a distance of 15 cm each clump. Operation is done by intermittently circulating waste water 6 times a day , each for 30 minutes .

The results showed that the treatment system Subsurface Flow Constructed Wetland with *Typha angustifolia* produces a decrease in the efficiency of the residence time 5, 10 and 15 days, straight to TSS (73,78%; 77,18%; 84,71%; 85,83%; BOD_5 (90,33%, 94,17%; COD (86,94%; 90,65%; 94,87%; Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) (76,07%; 84,25 %; 87,52%; Sulfide (H_2S) (94,56%; 99,18%; 99,81%).

Keywords : Wastewater, crackers, *Typha*, constructed wetland.

