

TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON
AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA *ANAEROBIC BIOFILTER*
REAKTOR

DISUSUN OLEH :
MARCHELLO GABRIEL
21.26.007



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2025



TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON
AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA *ANAEROBIC BIOFILTER*
REAKTOR



Disusun Oleh:
MARCHELLO GABRIEL
21.26.007

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2025

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON
AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA *ANAEROBIC BIOFILTER*
REAKTOR

Disusun Oleh:

MARCHELLO GABRIEL

21.26.007

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,


Ir. Sudiro, ST., MT
NIP.Y. 1039900327

Dosen Pembimbing II,


Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON
AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA *ANAEROBIC BIOFILTER*
REAKTOR

Disusun Oleh:

MARCHELLO GABRIEL

21.26.007

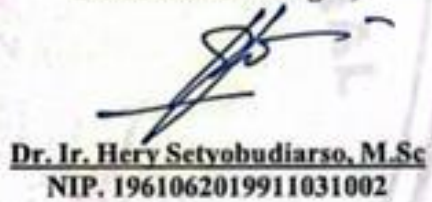
Telah dipertahankan di depan Penguji Ujian Tugas Akhir jenjang Program Strata Satu (S-1) pada 01/08/2025 dan dinyatakan memenuhi syarat.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,


Ir. Sudiro, S.T., MT
NIP. Y 1039900327

Dosen Pembimbing II,


Dr. Ir. Hery Setyohudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002

Dosen Penguji I,


Candra Dwiratna W, S.T., M.T
NIP. Y 1030000349

Dosen Penguji II,


Anis Artivani, S.T., M.T
NIP. P 1030300384

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Dr. Ir. Hery Setyohudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417838 Fax. (0341) 417834 Malang

BERITA ACARA TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : MARCHELLO GABRIEL
NIM : 2126007
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN
KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA
ANAEROBIC BIOFILTER REAKTOR

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Program Strata Satu (S-1), pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 1 Agustus 2025

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua


Dr. Ir Hery Setyobudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002

Sekretaris


Vitha Rachmawati, ST., MT
NIP.P. 1031900560

Tim Penguji

Dosen Penguji I


Candra Dwiratna W, S.T., M.T
NIP.Y 1030000349

Dosen Penguji II


Anis Artiyani, S.T., M.T
NIP.P 1030300384

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Marchello Gabriel

NIM : 2126007

Dengan ini menyatakan bahwa:

Tugas Akhir yang saya susun dan saya tulis dengan judul "**PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA ANAEROBIC BIOFILTER REAKTOR**" tidak terdapat ilmiah yang pernah diajukan oleh penulis lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila kemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari kenyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sebagaimana aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Malang, 18 Agustus 2025
Yang menyatakan,



Marchello Gabriel
NIM 21.26.007

PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI MEDIA ANAEROBIC BIOFILTER REAKTOR

Marchello Gabriel¹, Sudiro², Hery Setyobudiarso³

¹²³)Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang

Email: ¹)marchellogabriel08@gmail.com

²)sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id³)hery_sba@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu yang memiliki beban organik yang tinggi dapat secara efektif dengan metode anaerob biofilter, anaerob biofilter memiliki keunggulan yaitu dapat mereduksi senyawa organik yang besar. Karbon aktif dikenal sebagai adsorben yang efektif untuk menyisihkan berbagai polutan organik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan karbon aktif ampas kopi sebagai media anaerobic biofilter untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD limbah cair tahu, serta pengaruh variasi ketebalan media terhadap efisiensi penyisihannya. Penelitian dilakukan menggunakan reaktor anaerobic biofilter skala laboratorium dengan sistem aliran kontinyu, variasi ketebalan media 20 cm dan 24 cm, serta variasi waktu detensi 1–5 hari. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan tertinggi dicapai pada ketebalan media 24 cm dan waktu detensi 5 hari, yaitu sebesar 62,2% untuk COD dan 57,6% untuk BOD, lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan 20 cm. Temuan ini membuktikan bahwa karbon aktif ampas kopi berpotensi sebagai media biofilter yang efektif, dimana proses penyisihan polutan terjadi melalui kombinasi mekanisme adsorpsi dan biodegradasi anaerob.

Kata kunci: Ampas Kopi, Anaerob biofilter, BOD, COD, Karbon Aktif.

TREATMENT OF TOFU WASTEWATER USING ACTIVATED CARBON FROM COFFEE GROUNDS AS A MEDIUM IN AN ANAEROBIC BIOFILTER REACTOR

Marchello Gabriel¹, Sudiro², Hery Setyobudiarso³

¹²³)Study Program of Environmental Engineering,

Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology
Malang Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang

Email: ¹)marchellogabriel08@gmail.com

²)sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id³)hery_sba@yahoo.com

ABSTRACT

Wastewater from tofu industries, which contains a high organic load, can be effectively treated using the anaerobic biofilter method. Anaerobic biofilters have the advantage of being able to reduce complex organic compounds. Activated carbon is widely recognized as an effective adsorbent for removing various organic pollutants. This study aims to analyze the potential of coffee ground-based activated carbon as a medium in an anaerobic biofilter to reduce BOD and COD concentrations in tofu wastewater, as well as to evaluate the effect of media thickness variations on removal efficiency. The experiment was carried out using a laboratory-scale anaerobic biofilter reactor with a continuous flow system, applying media thickness variations of 20 cm and 24 cm, and detention times ranging from 1 to 5 days. The results showed that the highest removal efficiency was achieved at a media thickness of 24 cm with a detention time of 5 days, reaching 62.2% for COD and 57.6% for BOD, which was higher compared to the 20 cm media thickness. These findings demonstrate that coffee ground-based activated carbon has strong potential as an effective biofilter medium, where pollutant removal occurs through a combination of adsorption and anaerobic biodegradation mechanisms.

Keywords: Activated Carbon, Anaerobic Biofilter, BOD, COD, Coffee Grounds.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Karbon Aktif Dari Ampas Kopi Sebagai Media Anaerobic Biofilter Reaktor”**. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang dengan ikhlas memberikan dorongan dan bimbingan, maka dari itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada seluruh jajaran pimpinan Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Sudiro, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi.
5. Ibu Candra Dwiratna W, S.T., M.T, selaku dosen penguji I dan Ibu Anis Artiyani, ST., MT, selaku dosen penguji II dalam penyusunan tugas akhir ini Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kedua Orang Tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moril maupun material.
7. Keluarga yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, memberikan dukungan penuh, serta kebersamaan yang berarti.
8. Teman - teman, rekan-rekan Teknik Lingkungan ITN Malang, khususnya angkatan 2021 dan Teman teman Discord , yang telah bersedia membantu, memberi semangat, bertukar pikiran kepada penulis selama kuliah.

9. Daniel Caesar. Terima kasih atas karya yang telah dibuat sehingga dapat menemani penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
10. Penulis menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri. Terima kasih karena tetap terus maju dan tidak menyerah dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, maka dari itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan peneliti selanjutnya.

Malang, Agustus 2025

Penyusun, Marchello Gabriel

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
BERITA ACARA.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pemahaman Umum Tentang Air Limbah	5
2.1.1 Definisi Air Limbah	5
2.1.2 Sumber Air Limbah.....	5
2.1.3 Karakteristik Air Limbah	6
2.1.4 Baku Mutu Air Limbah.....	9
2.2. Limbah Cair Tahu	9
2.3. Pengolahan Air Limbah	10
2.3.1 Metode Pengolahan Air Limbah	11
2.3.2 Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biologis.....	13
2.3.3 Pengolahan Secara Anaerob.....	14
2.3.4 Pengolahan Limbah Cair dengan Biofilter.....	16
2.3.5 Biofilm	17
2.3.6 Seeding dan Aklimatisasi.....	17
2.3.7 Kriteria Desain Anaerob biofilter.....	19
2.4. Media Karbon Aktif.....	19

2.4.1	Karbon Aktif Berbentuk Serbuk.....	20
2.4.2	Karbon Aktif Berbentuk Granular.....	21
2.4.3	Aktivasi Karbon Aktif.....	21
2.5.	Ampas Kopi.....	22
2.6.	Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi.....	23
2.7.	Hasil Review Jurnal Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1.	Jenis Penelitian.....	31
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian	31
3.3.	Alat dan Bahan.....	31
3.3.1	Alat	31
3.3.2	Bahan	31
3.4.	Variabel Penelitian.....	32
3.5.	Prosedur Penelitian.....	32
3.5.2	Perhitungan Waktu Detensi	33
3.5.3	Persiapan Reaktor Penelitian.....	33
3.5.4	Persiapan Media Filter	35
3.5.5	Proses <i>Seeding</i>	35
3.5.6	Proses Aklimitisasi.....	36
3.6.	Uji Parameter	36
3.6.1	Pengukuran BOD (Biological Oxygen Demand).....	36
3.6.2	Pengukurana COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	37
3.7.	Analisis Data	38
3.7.1	Analisis Deskriptif	38
3.7.2	Analisis Statistik	38
3.8.	Kerangka Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Karakteristik Limbah Cair Tahu.....	40
4.2	Proses Pengolahan Limbah Cair Tahu.....	40
4.2.1	<i>Seeding</i>	41
4.2.2	Aklimatisasi	42
4.3	Analisis Data.....	44

4.3.1 Analisis Deskriptif.....	45
4.3.2 Analisis ANOVA <i>Two Way</i>	48
4.3.2.1..... Uji Normalitas	48
4.3.2.2..... Uji Homogenitas	49
4.3.2.3 Analisis ANOVA <i>Two Way Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	50
4.3.2.4 Analisis ANOVA <i>Two Way Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	51
4.4 Pembahasan	52
4.4.1 Penyisihan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	55
4.4.2 Penyisihan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN 1	66
HASIL ANALISIS LABORATORIUM	66
LAMPIRAN 2	69
DOKUMENTASI	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	9
Tabel 2.2 Kriteria Desain Anaerobik Biofilter.....	19
Tabel 2.1 Hasil Review Jurnal.....	26
Tabel 4.1 Kualitas Awal Limbah Cair Tahu	40
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran COD pada Proses <i>Seeding</i> dengan Ketebalan Media 20cm.....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran COD pada Proses <i>Seeding</i> dengan Ketebalan Media 24cm	41
Tabel 4.4 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan COD Proses Aklimatisasi dengan Ketebalan Media 20cm.....	43
Tabel 4.5 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan COD Proses Aklimatisasi dengan Ketebalan Media 24cm.....	43
Tabel 4.6 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan COD dengan Ketebalan Media 20 cm	45
Tabel 4.7 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan COD dengan Ketebalan Media 24 cm	46
Tabel 4.8 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan BOD dengan Ketebalan Media 20 cm	47
Tabel 4.9 Hasil Analisis dan Presentase Efisiensi Penurunan BOD dengan Ketebalan Media 24 cm	47
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Chemical Oxygen Demand (COD).....	48
Tabel 4.11 Hasil Uji Normalitas <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	49
Tabel 4.12 Hasil uji homogenitas Chemical Oxygen Demand (COD).....	49
Tabel 4.13 Hasil uji homogenitas <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	50
Tabel 4.14 Hasil analisis ANOVA <i>Two Way Chemical Oxygen Demand</i> (COD)...	50
Tabel 4.15 Hasil analisis ANOVA <i>Two Way Biological Oxygen Demand</i> (BOD)...	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karbon Aktif Berbentuk Serbuk	20
Gambar 2.2 Karbon Aktif Berbentuk Granular.....	21
Gambar 3.1 Tampak Samping Anaerobik Biofilter	34
Gambar 3.2 Tampak Depan Anaerobik Biofilter	34
Gambar 4.1 Grafik Seeding Presentase Penyisihan Parameter COD	42
Gambar 4.1 Grafik Aklimatisasi Presentase Penyisihan Parameter COD	44
Gambar 4.2 Grafik Presentase Penyisihan Parameter COD	46
Gambar 4.3 Grafik Presentase Penyisihan Parameter BOD	48