

TUGAS AKHIR

**EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS TEBU KERING
DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK MENURUNKAN POLUTAN PADA
AIR LIMBAH TAHU**

OLEH:

ISNAINI NUR HIDAYATI

21.26.001



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

2025



TUGAS AKHIR
EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS TEBU KERING
DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK MENURUNKAN POLUTAN
PADA LIMBAH TAHU



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



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 : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : ISNAINI NUR HIDAYATI

NIM : 2126001

JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN

JUDUL : EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS
TEBU KERING DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK
MENURUNKAN POLUTAN PADA AIR LIMBAH TAHU

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

Hari : Jumat

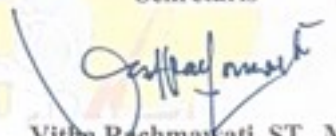
Tanggal : 1 Agustus 2025

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua


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

Sekretaris


Vittha Rachmayati, ST., MT
NIP.P. 1031900560

Tim Penguji

Dosen Penguji I


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

Dosen Penguji II


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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS TEBU
KERING DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK MENURUNKAN
POLUTAN PADA LIMBAH TAHU

Disusun Oleh:

ISNAINI NUR HIDAYATI

21.26.001

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

Menyetujui,

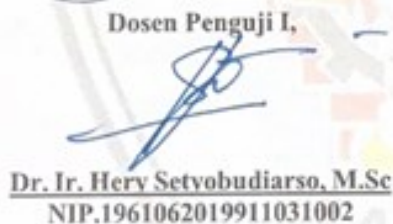
Dosen Pembimbing I,


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

Dosen Pembimbing II,


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

Dosen Penguji I,


Dr. Ir. Herv Setvobudiarso, M.Sc
NIP.1961062019911031002

Dosen Penguji II,


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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Dr. Ir. Herv Setvobudiarso, M.Sc
NIP.1961062019911031002

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS TEBU
KERING DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK MENURUNKAN
POLUTAN PADA LIMBAH TAHU**

Disusun Oleh:

ISNAINI NUR HIDAYATI

21.26.001

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

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

Candra Dyiratna W. ST., MT
NIP.Y. 1030000349

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



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

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Isnaini Nur Hidayati

NIM : 2126001

Dengan ini menyatakan bahwa:

Tugas Akhir yang saya susun dan saya tulis dengan judul “ **EFISIENSI REAKTOR KOLOM DENGAN MEDIA AMPAS TEBU KERING DAN ARANG AKTIF AMPAS TEBU UNTUK MENURUNKAN POLUTAN PADA AIR LIMBAH TAHU**” 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,



Isnaini Nur Hidayati
NIM 21.26.001

Efisiensi Reaktor Kolom Dengan Media Ampas Tebu Kering dan Arang Aktif Ampas Tebu Untuk Menurunkan Polutan Pada Air Limbah Tahu

Isnaini Nur Hidayati¹, Sudiro², Candra Dwiratna Wulandari³

^{1,2,3}) 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)iisnurhhh@gmail.com ²)sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id

³)candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Limbah tahu umumnya mengandung parameter pencemar seperti TSS sebesar 305,5 mg/l, BOD sebesar 222,8 mg/l, COD sebesar 461,3 mg/l dan pH sebesar 4,95. Dalam hal ini yang melebihi baku mutu jika untuk pemanfaatan lanjut. Oleh sebab itu membutuhkan pengolahan sebelum pemanfaatannya, sebagaimana yang ditetapkan pada PP No. 22 Tahun 2021. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk mengurangi kadar polutan limbah cair tahu adalah metode filtrasi- adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan dan efisiensi ampas tebu kering, arang aktif ampas tebu, serta kombinasi keduanya dalam menurunkan kadar TSS, BOD, COD, dan pH pada reaktor kolom filtrasi-adsorpsi terhadap limbah tahu. Variasi waktu detensi yang digunakan 60, 90, dan 120 menit pada tiga jenis reaktor kolom, Reaktor 1 dengan media ampas tebu kering setinggi 45 cm, Reaktor 2 dengan arang aktif ampas tebu setinggi 45 cm, dan Reaktor 3 dengan kombinasi ampas tebu kering dan arang aktif masing-masing setinggi 22,5 cm. Proses filtrasi dan adsorpsi pada air limbah tahu menunjukkan penurunan kadar TSS sebesar 66%, BOD sebesar 51,7% dan COD sebesar 77,9% serta pH meningkat dari 4,95 menjadi 6,13. Efisiensi tertinggi dicapai pada reaktor 3 dengan media kombinasi ampas tebu kering dan arang aktif ampas tebu pada waktu detensi 120 menit.

Kata Kunci : Adsorpsi, Ampas Tebu, Filtrasi, Limbah Tahu

Efficiency of Column Reactor With Dry Bagasse Media and Sugarcane Grounds Activated Charcoal to Reduce Pollutants in Tofu Wastewater

Isnaini Nur Hidayati¹, Sudiro², Candra Dwiratna Wulandari³

^{1,2,3} *Environmental Engineering Study Program*

Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang

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

Email : ¹⁾iisnurhhh@gmail.com ²⁾sudiro_enviro@lecturer.itn.ac.id

³⁾candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

Tofu waste generally contains pollutant parameters such as TSS of 305.5 mg/l, BOD of 222.8 mg/l, COD of 461.3 mg/l and pH of 4.95. In this case, it exceeds the quality standard if it is for further utilization. Therefore, it requires processing before its use, as stipulated in Government Regulation No. 22 of 2021. One of the alternatives that can be applied to reduce the level of tofu liquid waste pollutants is the filtration-adsorption method. This study aims to analyze the ability and efficiency of dry bagasse, activated charcoal of bagasse, and the combination of both in reducing TSS, BOD, COD, and pH levels in the filtration-adsorption column reactor against tofu waste. The variation in detention time used was 60, 90, and 120 minutes in three types of column reactors, Reactor 1 with dry bagasse media as high as 45 cm, Reactor 2 with activated charcoal of bagasse as high as 45 cm, and Reactor 3 with a combination of dried bagasse and activated charcoal as high as 22.5 cm each. The filtration and adsorption process in tofu wastewater showed a decrease in TSS levels by 66%, BOD by 51.7% and COD by 77.9% and pH values increased from 4.95 to 6.13. The highest efficiency is achieved in reactor 3 with a combination medium of dry bagasse and activated charcoal of bagasse at a detention time of 120 minutes

Keywords: Adsorption, Bagasse, Filtration, Tofu Waste

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang begitu besar Penyusun haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan kasih-Nya yang begitu sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Efisiensi Reaktor Kolom Dengan Media Ampas Tebu Kering dan Arang Aktif Ampas Tebu Untuk Menurunkan Polutan Pada Air Limbah Tahu ”** Proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari keikutsertaan pihak-pihak lain yang dengan sabar dan ikhlas meluangkan waktu dalam memberikan saran dan masukan serta dukungan penuh. Rasa terimakasih yang begitu besar pada kesempatan ini penyusun haturkan 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 Ir. Sudiro, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Candra Dwiratna W, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Anis Artiyani, ST., MT., selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso. M.Sc, selaku dosen penguji II dalam penyusunan tugas akhir ini
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kedua Orang tua saya, dan Keluarga yang senantiasa mendoakan, dan memberi dukungan penuh untuk agar tetap kuat dan semangat dengan apa yang telah dijalankan.
7. Para sobat Annisa, Dini, Salsa, dan Chindy, kehadiran kalian bukan hanya sebagai teman, melainkan juga sebagai keluarga yang selalu setia menemani penulis dalam setiap suka dan duka selama proses penyusunan tugas akhir ini. Dari awal hingga akhir perjalanan, kalian senantiasa hadir untuk mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat di kala penulis merasa lelah, serta menjadi tempat berbagi cerita di sepanjang proses penyusunan skripsi ini.
8. Para The Jacker's, The Klaps dan ADIQO yang selalu senantiasa mendampingi dalam setiap langkah penyusunan tugas akhir ni. Kehadiran mereka tidak hanya

memberikan dukungan moril, namun juga menjadi sumber motivasi, inspirasi, serta semangat baru ketika menghadapi kesulitan. Kebersamaan yang terjalin dalam suka maupun duka telah memberikan kekuatan tersendiri bagi saya untuk tetap berjuang hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

9. Terkhusus sahabat tercinta Nadiya, Dinda, Salsa, Nanda, Yuk reg, Kinay, Mandut, Chaca, Rosa, Ael dan Siti dengan kesediaan hati untuk mendengarkan keluh kesah, memberikan nasihat, serta menemani saya melewati hari-hari sulit selama penyusunan skripsi ini. Walau jarak memisahkan, perhatian dan dukungan yang diberikan mampu menghadirkan rasa dekat dan menjadi penguat bagi saya untuk terus melangkah.
10. Teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan dukungan kepada saya, serta perhatian dan kepedulian yang telah diberikan dengan penuh canda dan tawa.
11. Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri, yang dengan segala keterbatasan dan tantangan tetap berusaha untuk menyelesaikan tugas akhir ini hingga tuntas. Dalam perjalanan panjang ini, penulis belajar untuk lebih sabar, lebih kuat, dan lebih berani menghadapi setiap rintangan. Terima kasih kepada diri sendiri karena tidak menyerah dan berusaha sebaik mungkin hingga sampai pada titik ini.

Malang, Agustus 2025

Penulis

Isnaini Nur Hidayati

DAFTAR ISI

ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Umum Air Limbah	5
2.2 Proses Pembuatan Tahu	5
2.3 Proses Pembentukan Limbah Cair Industri Tahu.....	6
2.4 Pengertian Air Limbah Tahu	7
2.5 Baku Mutu Air Limbah Tahu.....	7
2.6 Pengolahan Air Limbah	8
2.6.1 Filtrasi	10
2.6.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Filtrasi.....	11
2.6.3 Media Filtrasi	11
2.7 Mekanisme Filtrasi	12
2.8 Parameter Pencemar.....	13
2.9 Hasil Review Jurnal	16
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	20
3.3 Jenis Data	20
3.4 Alat dan Bahan.....	21

3.4.1	Alat Penelitian	21
3.4.2	Bahan Penelitian.....	22
3.5	Variabel Penelitian	22
3.6	Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1	Proses Penyiapan bahan Uji	23
3.6.1.a	Pengeringan Media	23
3.6.1.b	Karbon Aktif.....	23
3.6.1.c	Aktivasi Karbon.....	23
3.6.2	Persiapan Reaktor Penelitian.....	23
3.7	Parameter Uji	24
3.7.1	Pengukuran BOD	24
3.7.2	Pengukuran TSS.....	25
3.7.3	Pengukuran COD	26
3.7.4	Pengukuran pH.....	27
3.8	Metode Analisa Data.....	27
1.	Metode Deskriptif	27
2.	Metode Statistik	27
3.9	Kerangka Penelitian	28
BAB IV		29
HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Karakteristik Awal Limbah Tahu	29
4.2	Analisis Deskriptif	30
4.2.1	Analisis Deskriptif <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	31
4.2.2	Analisis Deskriptif <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	32
4.2.3	Analisis Deskriptif <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	34
4.2.4	Analisis Deskriptif pH	36
4.3	Analisis Statistik	37
4.3.1	Analisis Statistik Parameter TSS	38
4.3.2	Analisis Statistik Parameter BOD	40
4.3.3	Analisis Statistik Parameter COD.....	42
4.3.4	Analisis Statistik pH	45
4.1	Pembahasan	47
4.3.1	Pengaruh Jenis Media dan Waktu Detensi Terhadap <i>Total Suspended</i>	

<i>Solid</i> (TSS).....	47
4.3.2 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Detensi Terhadap <i>Biologycal Oxygen Demand</i> (BOD).....	48
4.3.3 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Detensi Terhadap <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	49
4.3.4 Pengaruh Jenis Media dan Waktu Detensi Terhadap pH	51
BAB V	54
Kesimpulan dan Saran	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN 1	63
LAMPIRAN 2	68
LAMPIRAN 3	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Skema Reaktor	19
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 Limbah Air Tahu sebelum pengolahan	30
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Jenis Media Terhadap Persentase Penyisihan ..	32
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Jenis Media Terhadap Persentase Penyisihan ..	34
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Jenis Media Terhadap Persentase Penyisihan ..	35
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Antara Jenis Media Terhadap Persentase Penyisihan ..	37
Gambar 4. 6 Hasil Uji Normalitas TSS.....	38
Gambar 4. 7 Hasil uji homogenitas TSS.....	38
Gambar 4. 8 Hasil uji ANOVA Two-Way TSS.....	39
Gambar 4. 9 Hasil tukey homogeneous subsets hubungan antara reaktor dan waktu ..	40
Gambar 4. 10 Hasil Uji Normalitas BOD	40
Gambar 4. 11 Hasil uji homogenitas BOD	41
Gambar 4. 12 Hasil uji ANOVA Two-Way BOD	41
Gambar 4. 13 Hasil tukey homogeneous subsets hubungan antara reaktor dan waktu ..	42
Gambar 4. 14 Hasil Uji Normalitas COD	43
Gambar 4. 15 Hasil uji homogenitas COD	43
Gambar 4. 16 Hasil uji ANOVA Two-Way COD	43
Gambar 4. 17 Hasil tukey homogeneous subsets hubungan antara reaktor dan waktu ..	44
Gambar 4. 18 Hasil Uji Normalitas pH.....	45
Gambar 4. 19 Hasil uji homogenitas pH.....	45
Gambar 4. 20 Hasil uji ANOVA Two-Way pH.....	46
Gambar 4. 21 Tabel tukey homogeneous subsets hubungan antara reaktor dan waktu ..	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Tahu.....	8
Tabel 2. 2 Hasil Review Jurnal.....	14
Tabel 3. 1 Parameter dan metode pengukuran.....	24
Tabel 4. 1 Kualitas Air Limbah Sebelum Pengolahan.....	29
Tabel 4. 2 Hasil Analisis TSS	31
Tabel 4.3 Hasil Analisis BOD.....	33
Tabel 4. 4 Hasil Analisis COD.....	34
Tabel 4. 5 Hasil PH.....	36