

**PENGARUH PROSES DESORPSI
TERHADAP STRUKTUR MORFOLOGI KARBON AKTIF
SEBAGAI ADSORBEN DAN STRATEGI PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR HASIL DESORPSI**

SKRIPSI



Oleh:
REGITA MAHARANI
NPM 21034010023

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**PENGARUH PROSES DESORPSI
TERHADAP STRUKTUR MORFOLOGI KARBON AKTIF
SEBAGAI ADSORBEN DAN STRATEGI PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR HASIL DESORPSI**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

REGITA MAHARANI

NPM: 21034010023

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH PROSES DESORPSI TERHADAP STRUKTUR MORFOLOGI KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DAN STRATEGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR HASIL DESORPSI

Disusun Oleh:


Regita Maharani
NPM. 21034010023

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Mohamad Mirwan S.T., M.T.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004


Syadzadhiya O. Z. Nisa' S.T., M.T.
NIP./NPT. 21219940930296

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PROSES DESORPSI TERHADAP STRUKTUR MORFOLOGI KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DAN STRATEGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR HASIL DESORPSI

Disusun Oleh:

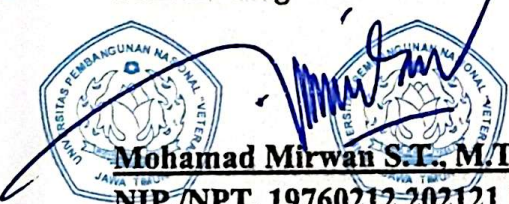

Regita Maharani

NPM. 21034010023

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
*Jurnal Asian Journal of Applied Research for Community Development and
Empowerment (AJARCDE) (Terakreditasi Sinta 4)*

Menyetujui,

Pembimbing 1


Mohamad Mirwan S.T., M.T.
NIP./NPT. 19760212-202121 1 004

TIM PENGUJI
1. Ketua


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP./NPT. 19620501-198803 1 001

Pembimbing 2


Syadzadhiya O. Z. Nisa' S.T., M.T.
NIP./NPT. 21219940930296

2. Anggota


Raden Kokoh Haryo Putro S.T., M.T.
NIP./NPT. 19900905-201903 1 026

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2-001

LEMBAR REVISI

**PENGARUH PROSES DESORPSI
TERHADAP STRUKTUR MORFOLOGI KARBON AKTIF
SEBAGAI ADSORBEN DAN STRATEGI PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR HASIL DESORPSI**

Disusun Oleh:


Regita Maharani
NPM. 21034010023

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 1 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Ir. Tuhu Agung Rachmanto., M.T.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001


Raden Kokoh Haryo Putro S.T., M.T.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Regita Maharani
NPM : 21034010023
Program : Sarjana (S1)/~~Magister (S2)/Doktor (S3)~~
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/~~Tesis/Disertasi~~ ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapa pun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 28 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Regita Maharani
NPM. 21034010023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Proses Desorpsi terhadap Struktur Morfologi Karbon Aktif sebagai Adsorben dan Strategi Pengolahan Limbah Cair Hasil Desorpsi” ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Mohamad Mirwan ST., MT., dan Syadzadhiya Q. Z. Nisa’ S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran selama proses pengerjaan proposal serta memberikan dorongan kepada penulis untuk terus mengerjakan proposal.
4. Orang Tua dan keluarga yang selalu ikhlas memberi dorongan dan senantiasa mendoakan penulis dalam setiap doa yang dipanjatkan.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 21, terutama NPM 024, 145, 015, 090, 025, 039, 045, yang selalu ada disisi penulis dalam segala keadaan susah maupun senang, berjuang bersama hingga ada pada titik ini bersama sama, yang tanpa mereka penulis mungkin tidak bisa sekuat ini dalam berjuang menyelesaikan perkuliahan hingga penulisan proposal ini.
6. Teman teman “OTW Trawas” yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan proposal hingga penelitian berlangsung serta bantuan moril kepada penulis. Sedikit pesan untuk teman temanku ini, semoga kalian dapat menyelesaikan segal bentuk sesak kedepan nantinya.

7. Kakak tingkat penulis Angkatan 20 dengan NPM 056 yang senantiasa menemani penulis dalam perjalanan kuliah hingga akhir perkuliahan, yang sampai tidak bisa disebutkan satu persatu segala bentuk dukungannya dalam membantu segala bentuk keperluan penulis hingga penulis berada di titik ini.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 1 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2. 1. Tinjauan Umum	5
2.1.1 Standar Baku Mutu Air Limbah.....	5
2.1.2 Logam Berat Tembaga (Cu)	6
2. 2. Landasan Teori.....	8
2.2.1 Konsep Dasar Adsorpsi.....	8
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	9
2.2.3 Adsorben	10
2.2.4 Morfologi Adsorben.....	11
2.2.5 Karbon Aktif	13
2.2.6 Konsep Dasar Desorpsi (Regenerasi Adsorben)	15
2.2.7 Uji Penelitian AAS (<i>Atomic Absorption Spectroscopy</i>).....	16
2.2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Desorpsi	17
2.2.9 Larutan Pendesorpsi	18
2.2.10 Netralisasi pH.....	20
2. 3. Penelitian Terdahulu	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	29

3.1	Kerangka Penelitian	29
3.2	Bahan dan Alat.....	31
3.2.1	Adsorpsi	31
3.2.2	Desorpsi	32
3.2.3	Netralisasi	32
3.3	Cara Kerja	33
3.4	Variabel Penelitian.....	36
3.5	Analisis Data.....	37
3.6	Matriks Penelitian	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Hasil Penelitian	40
4.1.1	Hasil Adsorpsi Awal	40
4.1.2	Hasil Desorpsi	43
4.1.3	Hasil Uji Statistika	47
4.2	Pembahasan Penelitian.....	55
4.2.1	Efektifitas Desorpsi menggunakan Larutan Asam dan Basa	55
4.2.2	Pengaruh Desorpsi terhadap Struktur Morfologi Adsorben.....	62
4.2.3	Efektifitas Adsorpsi menggunakan Adsorben Hasil Perlakuan Desorpsi ..	69
4.2.4	Netralisasi Larutan Desorpsi	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS.....		87
LAMPIRAN B PERHITUNGAN		92
LAMPIRAN C DOKUMENTASI		96
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....		98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3.1 Matriks Penelitian	39
Tabel 4.1 Konsentrasi Tembaga (Cu) Sebelum dan Setelah Adsorpsi Awal pada Air Limbah.....	40
Tabel 4.2 Konsentrasi Tembaga (Cu) pada Larutan Asam setelah Desorpsi	44
Tabel 4.3 Konsentrasi Tembaga (Cu) pada Larutan Basa setelah Desorpsi.....	45
Tabel 4.4 Analisis Statistika Pengaruh Konsentrasi Larutan Desorpsi	48
Tabel 4.5 Model Statistika Pengaruh Konsentrasi Larutan Desorpsi.....	49
Tabel 4.6 Analisis Statistika Pengaruh Waktu Kontak Desorpsi	50
Tabel 4.7 Model Statistika Pengaruh Waktu Kontak Desorpsi	51
Tabel 4.8 Analisis Adsorpsi Berulang dari Adsorben Hasil Desorpsi	52
Tabel 4.9 Analisis Netralisasi Limbah Cair Hasil Desorpsi.....	53
Tabel 4.10 Komposisi Elemen Karbon Aktif Setelah Desorpsi Asam.....	65
Tabel 4.11 Komposisi Elemen Karbon Aktif Setelah Desorpsi Basa	67
Tabel 4.12 Hasil Persentase Adsorpsi dari Desorpsi Asam dan Basa.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Adsorben Alami Biji Pepaya	10
Gambar 2.2 Morfologi Adsorben	11
Gambar 2.3 Ukuran Partikel Adsorben	12
Gambar 2.4 Karbon Aktif.....	15
Gambar 4.1 Morfologi Permukaan Karbon Aktif sebelum Adsorpsi.....	62
Gambar 4.2 Morfologi Permukaan Karbon Aktif setelah Desorpsi Asam.....	63
Gambar 4.3 Morfologi Permukaan Karbon Aktif setelah Desorpsi Basa	64
Gambar 4.4 Spot 1 SEM-EDX Desorpsi Asam.....	65
Gambar 4. 5 Spektrum EDX Karbon Aktif setelah Desorpsi Asam	66
Gambar 4.6 Spot 1 SEM-EDX Desorpsi Basa	67
Gambar 4.7 Spektrum EDX Karbon Aktif setelah Desorpsi Basa	67
Gambar 4.8 Persentase Adsorpsi Berulang	69

ABSTRAK

Pengaruh Proses Desorpsi Terhadap Struktur Morfologi Karbon Aktif Sebagai Adsorben Dan Strategi Pengolahan Limbah Cair Hasil Desorpsi

REGITA MAHARANI

NPM. 21034010023

Keberadaan logam berat dalam limbah cair industri menimbulkan tantangan serius karena sifatnya yang akumulatif dan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan untuk mengatasinya adalah proses adsorpsi menggunakan karbon aktif, yang dikenal memiliki porositas tinggi dan luas permukaan besar. Akan tetapi, keterbatasan utama metode ini terletak pada penurunan kapasitas adsorpsi setelah siklus penggunaan berulang, sehingga diperlukan upaya regenerasi melalui proses desorpsi. Pemilihan jenis larutan pendesorpsi serta strategi penanganan limbah cair hasil desorpsi menjadi aspek penting untuk menjamin keberlanjutan aplikasi adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas desorpsi karbon aktif menggunakan larutan HCL dan NaOH pada berbagai konsentrasi, pengaruhnya terhadap struktur morfologi adsorben, efektivitas adsorpsi berulang, serta kebutuhan larutan netralisasi limbah cair hasil desorpsi. Metode yang digunakan meliputi proses adsorpsi–desorpsi, analisis morfologi dengan SEM-EDX, pengukuran kadar logam menggunakan AAS, serta pengujian kebutuhan netralisasi pH limbah cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HCL lebih efektif dibandingkan NaOH, dengan persentase desorpsi mencapai 49% pada konsentrasi 0,25 M, sedangkan NaOH sekitar 25%. Perlakuan HCL menghasilkan struktur pori lebih terbuka dan homogen serta mampu mempertahankan kapasitas adsorpsi hingga 90,2% pada siklus kedua, jauh lebih tinggi dibandingkan NaOH sebesar 35,2%. Dari aspek pengolahan limbah, larutan HCL lebih mudah dinetralisasi dengan kebutuhan volume basa lebih rendah, sementara NaOH memerlukan volume asam yang lebih besar.

Kata kunci: karbon aktif, desorpsi, adsorpsi berulang, logam berat, limbah cair.

ABSTRACT

The Effect of the Desorption Process on the Morphological Structure of Activated Carbon as an Adsorbent and the Strategy for Treating Liquid Waste from Desorption

REGITA MAHARANI

NPM. 21034010023

The presence of heavy metals in industrial wastewater poses a serious challenge due to their accumulative nature and potential to disrupt ecosystem balance. One widely applied approach to address this issue is the adsorption process using activated carbon, which is known for its high porosity and large surface area. However, the main limitation of this method lies in the decrease of adsorption capacity after repeated cycles of use, thus requiring regeneration through desorption. The selection of desorbing agents and the management strategy of the resulting desorption effluents are important aspects to ensure the sustainability of adsorbent application. This study aims to analyze the effectiveness of activated carbon desorption using HCl and NaOH solutions at various concentrations, their effect on the morphological structure of the adsorbent, the effectiveness of repeated adsorption, and the neutralization requirements of the desorption wastewater. The methods used include adsorption–desorption processes, morphological analysis with SEM-EDX, measurement of metal content using AAS, and pH neutralization testing of the liquid waste. The results showed that HCl was more effective than NaOH, with desorption percentages reaching 49% at a concentration of 0.25 M, while NaOH was around 25%. Treatment with HCl produced more open and homogeneous pore structures and was able to maintain adsorption capacity up to 90.2% in the second cycle, much higher than NaOH at 35.2%. In terms of wastewater treatment, HCl solutions were easier to neutralize with lower base volume requirements, while NaOH required a larger volume of acid.

Keywords: *activated carbon, desorption, repeated adsorption, heavy metals, wastewater.*