

SINTESIS DAN KARAKTERISASI ADSORBEN ION Fe^{3+} DAN Zn^{2+} DARI LIMBAH LUMPUR IPAL INDUSTRI TEKSTIL MENGGUNAKAN AKTIVATOR KOH DAN H_3PO_4

ALVIO WARDHANA



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Ion Fe^{3+} dan Zn^{2+} dari Limbah Lumpur IPAL Industri Tekstil Menggunakan Aktivator KOH dan H_3PO_4 ” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan proyek akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Alvio Wardhana
J0412221137



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

ALVIO WARDHANA. Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Ion Fe^{3+} dan Zn^{2+} dari Limbah Lumpur IPAL Industri Tekstil Menggunakan Aktivator KOH dan H_3PO_4 . Dibimbing oleh DEDED SAPRUDIN dan DENAR ZULIANDANU.

Limbah lumpur IPAL industri tekstil berpotensi dikonversi menjadi adsorben bernilai guna. Penelitian ini bertujuan mensintesis dan mengarakterisasi adsorben berbasis lumpur IPAL tekstil menggunakan variasi agen pengaktif kimia H_3PO_4 (10% v/v, 30% v/v, 50% v/v) dan KOH (5,83%, 17,47%, dan 29,11%), serta mengevaluasi performa penyerapan dan selektivitasnya terhadap kation logam berat Fe^{3+} dan Zn^{2+} . Karakterisasi fisikokimia diuji mengacu pada SNI 06-3730-1995, meliputi analisis proksimat, daya serap iodine dan metilen biru, serta analisis gugus fungsi menggunakan FTIR. Hasil pengujian menunjukkan seluruh sampel memenuhi standar SNI untuk kadar air (2.79% - 12.05%) dan kadar abu (5.7% - 9.1%). Nilai daya serap iodine belum mencapai standar minimum dengan capaian tertinggi 137.05 mg/g pada KOH 29,11%, namun uji metilen biru menunjukkan pembentukan mesopori fungsional hingga 199.76 mg/g pada H_3PO_4 30% v/v. Uji adsorpsi menunjukkan perlakuan KOH 29,11% menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum teoritis (q_{max}) paling stabil (0.578 mg/g untuk Fe^{3+} dan 0.551 mg/g untuk Zn^{2+}).

Kata Kunci: Adsorben, aktivator H_3PO_4 , aktivator KOH, ion Fe^{3+} , ion Zn^{2+}

ABSTRACT

ALVIO WARDHANA. Synthesis and Characterization of Adsorbent for Fe^{3+} and Zn^{2+} Ions from Textile Industrial WWTP Sludge Using KOH and H_3PO_4 Activators. Supervised by DEDED SAPRUDIN and DENAR ZULIANDANU.

Textile industrial Wastewater Treatment Plant (WWTP) sludge has the potential to be converted into valuable adsorbents. This study aims to synthesize and characterize WWTP sludge-based adsorbents using chemical activating agents of H_3PO_4 (10% v/v, 30% v/v, and 50% v/v) and KOH (5.83%, 17.47%, and 29.11%), and evaluate their removal performance and selectivity towards Fe^{3+} and Zn^{2+} heavy metal cations. Physicochemical characterization was tested referring to SNI 06-3730-1995, including proximate analysis, iodine and methylene blue adsorption, and FTIR functional group analysis. The results showed that all samples met the SNI standards for moisture content (2.79% - 12.05%) and ash content (5.7% - 9.1%). Although the iodine number did not reach the minimum standard with the highest value of 137.05 mg/g in KOH 29,11%, the methylene blue test confirmed functional mesopore formation up to 199.76 mg/g in H_3PO_4 30% v/v. Adsorption tests showed that KOH 29.11% treatment yielded the most stable theoretical maximum adsorption capacity (q_{max}) of 0.578 mg/g for Fe^{3+} and 0.551 mg/g for Zn^{2+} .

Keywords: Adsorbent, H_3PO_4 activator, KOH activator, ion Fe^{3+} , ion Zn^{2+}



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

SINTESIS DAN KARAKTERISASI ADSORBEN ION Fe^{3+} DAN Zn^{2+} DARI LIMBAH LUMPUR IPAL INDUSTRI TEKSTIL MENGGUNAKAN AKTIVATOR KOH DAN H_3PO_4

ALVIO WARDHANA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

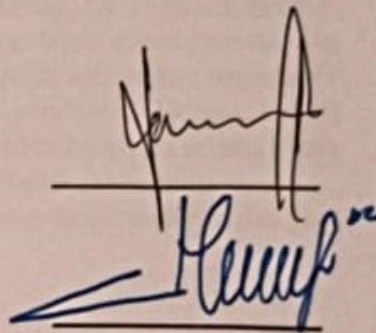
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Laporan : Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Ion Fe^{3+} dan Zn^{2+} dari
Proyek Akhir : Limbah Lumpur IPAL Industri Tekstil Menggunakan
Aktivator KOH H_3PO_4
Nama : Alvio Wardhana
NIM : J0412221137

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si.
NIP. 19680518994121001

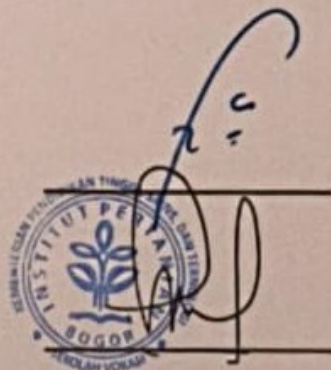
Pembimbing 2:
Denar Zuliandanu, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 197611032014042002

Ketua Departemen Sekolah Vokasi:
Dr Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian : 27 Juli 2026

Tanggal Lulus :



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Maret 2026 dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Ion Fe^{3+} dan Zn^{2+} dari Limbah Lumpur IPAL Industri Tekstil Menggunakan Aktivator KOH dan H_3PO_4 ”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si. dan Denar Zuliandanu, S.Si., M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT ITEC Solution Indonesia yang telah memberikan izin penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Alpian dan Ibu Milda Murniati selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Alvio Wardhana

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR PERSAMAAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lumpur Limbah Industri Tekstil	4
2.2 Adsorben	5
2.3 Aktivator Kimia	7
2.4 Ion Fe^{3+} dan ion Zn^{2+}	8
2.5 Penelitian Sebelumnya dan <i>Research Gap</i>	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Analisis Data	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Mutu Adsorben dari Limbah Lumpur Industri Tekstil	17
4.2 Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Ion Fe^{3+} dan Zn^{2+}	27
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	67



DAFTAR TABEL

2.1	Syarat mutu adsorben	6
2.2	Penelitian sebelumnya dan perbandingan dengan penelitian ini	10
4.1	Mutu adsorben dari limbah lumpur industri tekstil	17
4.2	Hasil Uji <i>two-way</i> ANOVA	30
4.3	Nilai koefisien determinasi (R^2) model isoterm Langmuir dan Freundlich pada adsorpsi ion Fe^{3+} dan Zn^{2+}	35

DAFTAR GAMBAR

2.1	Sistem IPAL tekstil (Apriliyani <i>et al.</i> 2023)	4
3.2	Skema penelitian	12
4.1	Histogram kadar air adsorben limbah lumpur yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	18
4.2	Histogram kadar abu adsorben limbah lumpur yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	19
4.3	Histogram kadar zat volatil adsorben limbah yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	21
4.4	Histogram kadar karbon terikat adsorben limbah lumpur yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	22
4.5	Histogram daya serap iodine adsorben limbah lumpur yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	23
4.6	Histogram daya serap biru metilen adsorben limbah lumpur yang diaktivasi (a) H_3PO_4 dan (b) KOH	25
4.7	Hubungan persen efisiensi adsorpsi $Zn^{2+}(\bullet)$ dan $Fe^{3+}(\circ)$ pada adsorben aktivator H_3PO_4 (---) dan KOH (—) dengan variasi konsentrasi rendah ($\blacksquare, \blacksquare$), sedang ($\blacksquare, \blacksquare$), dan tinggi ($\blacksquare, \blacksquare$)	28
4.8	Hubungan kapasitas adsorpsi $Zn^{2+}(\bullet)$ dan $Fe^{3+}(\circ)$ pada adsorben aktivator H_3PO_4 (---) dan KOH (—) dengan variasi konsentrasi rendah ($\blacksquare, \blacksquare$), sedang ($\blacksquare, \blacksquare$), dan tinggi ($\blacksquare, \blacksquare$)	29
4.9	Spektrum FTIR sebelum (—) dan sesudah (—) adsorpsi adsorben yang diaktivasi H_3PO_4	32
4.10	Spektrum FTIR sebelum (—) dan sesudah (—) adsorpsi adsorben yang diaktivasi KOH	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan kadar air	41
2	Perhitungan kadar abu	45
3	Perhitungan kadar zat volatil	47
4	Perhitungan kadar karbon terikat	49
5	Perhitungan uji daya serap iodine	51
6	Perhitungan uji daya serap biru metilen	53
7	Perhitungan kadar ion Fe^{3+}	55
8	Perhitungan kadar ion Zn^{2+}	59



9	Hasil uji SPSS kapasitas adsorpsi dan %efisiensi	63
10	Interpretasi gugus fungsi berdasarkan spektrum FTIR adsorben sebelum dan sesudah adsorpsi	64
11	Data perhitungan nilai konstanta dan koefisien determinasi model isotherm adsorpsi	65

DAFTAR PERSAMAAN

1	Reaksi demineralisasi menggunakan HCl	6
2	Reaksi pembentukan pori menggunakan KOH	7
3	Reaksi dehidrasi oleh asam fosfat	8
4	Rumus perhitungan pengujian kadar air	14
5	Rumus perhitungan pengujian kadar abu	14
6	Rumus perhitungan pengujian kadar zat volatil	14
7	Rumus perhitungan pengujian kadar karbon terikat	15
8	Rumus perhitungan persen efisiensi adsorpsi	16
9	Rumus perhitungan kapasitas adsorpsi adsorpsi	16