

PENENTUAN KADAR ZINK LIMBAH LUMPUR INDUSTRI PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM

JENNY JAYANTI



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek tugas akhir dengan judul “Penentuan Kadar Zink Limbah Lumpur Industri pada Instalasi Pengolahan Air Limbah secara Spektrofotometer Serapan Atom” 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 2025

Jenny Jayanti
J0312211062



ABSTRAK

JENNY JAYANTI. Penentuan Kadar Zink Limbah Lumpur Industri pada Instalasi Pengolahan Air Limbah secara Spektrofotometer Serapan Atom. Dibimbing oleh ARMI WULANAWATI dan DENAR ZULIANDANU.

Evaluasi efektivitas pengolahan lumpur IPAL dari industri pelapisan logam dan tekstil dilakukan melalui analisis kadar Zn total, potensi pelindian menggunakan metode TCLP, serta validasi metode analisis. Kadar Zn total mengalami penurunan signifikan, dari 142,11 menjadi 43,44 mg/kg (pelapisan logam) dan dari 408,19 menjadi 80,9 mg/kg (tekstil). Uji TCLP menunjukkan penurunan potensi pelindian Zn dari 3,40 menjadi 1,32 mg/L dan dari 8,62 menjadi 2,15 mg/L, yang mengindikasikan berkurangnya mobilitas logam setelah pengolahan. Perubahan bentuk lumpur dari kondisi basah menjadi padat dan kering mendukung dugaan terjadinya dehidrasi dan transformasi termal. Validasi metode analisis Zn memberikan hasil yang memenuhi syarat AOAC 2016, ditunjukkan oleh nilai linearitas $r = 0,9995$, %RSD = 0,33%, akurasi 99,84–100,99%, serta ketahanan dan ketangguhan yang diterima. Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa metode analisis yang digunakan valid, dan proses pengolahan lumpur efektif dalam menurunkan kadar dan potensi pelindian zink.

Kata kunci: destruksi basah, limbah lumpur, zink total, spektrofotometri serapan atom, validasi metode

ABSTRACT

JENNY JAYANTI. Determination of Zinc Content of Industrial Sludge Waste in Wastewater Treatment Plants using Atomic Absorption Spectrophotometer. Supervised by ARMI WULANAWATI and DENAR ZULIANDANU.

The effectiveness of sludge treatment from wastewater treatment plants (WWTP) in metal plating and textile industries was evaluated through total Zn content analysis, leaching potential using the TCLP method, and analytical method validation. The total Zn concentration showed a significant decrease, from 142.11 to 43.44 mg/kg (metal plating) and from 408.19 to 80.9 mg/kg (textile). TCLP tests indicated a reduction in Zn leaching potential from 3.40 to 1.32 mg/L and from 8.62 to 2.15 mg/L, indicating decreased metal mobility after treatment. The transformation of sludge from wet to dry and solid form supported the assumption of dehydration and thermal transformation. The validation of Zn analytical method yielded results in accordance with AOAC 2016 standards, as shown by linearity value $r = 0.9995$, %RSD = 0.33%, accuracy of 99.84–100.99%, and acceptable robustness and ruggedness. Overall, the results confirmed that the analytical method was valid and the sludge treatment process was effective in reducing Zn levels and leaching potential.

Keywords: atomic absorption spectrophotometry, sludge waste, total zinc, validation method, wet destruction



@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 milik IPB, tahun 2025
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.

PENENTUAN KADAR ZINK LIMBAH LUMPUR INDUSTRI PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM

JENNY JAYANTI

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
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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 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 : Penentuan Kadar Zink Limbah Lumpur Industri pada
Proyek Akhir Instalasi Pengolahan Air Limbah secara Spektrofotometer
Serapan Atom
Nama : Jenny Jayanti
NIM : J0312211062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Armi Wulanawati, 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: 04 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

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 2025 sampai bulan Maret 2025 ini ialah penetapan kadar dengan judul “Penentuan Kadar Zink Limbah Lumpur Industri pada Instalasi Pengolahan Air Limbah secara Spektrofotometer Serapan Atom”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing Ibu Armi Wulanawati, S.Si., M.Si dan Bapak Denar Zuliandanu, S.Si., M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik Bapak Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si. dan dosen penguji Ibu Dr. Novia Amalia Sholeha, S.Si. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT ITEC Solution Indonesia yang telah memberikan izin penelitian, beserta staf laboratorium yang telah membantu selama pengumpulan data, terutama Ulaa Safani Nur Azizah, A.Md.Si selaku analis yang bertanggung jawab untuk analisis logam menggunakan AAS. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Denny Supriyadi dan Ibu Juarsih selaku orang tua penulis, serta adik Deanisa Putri Jayanti dan tante Astri Astuti yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman seperjuangan Searra Nandya Azzahra, Marisa Siswandi dan Indriana Ridatin yang berjuang bersama dengan penulis mulai dari masa perkuliahan sampai penelitian berakhir.

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

Bogor, Agustus 2025

Jenny Jayanti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR RUMUS	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Zink (Zn)	3
2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah	3
2.3 Limbah Lumpur	5
2.4 Destruksi Basah	6
2.5 Validasi Metode	6
2.6 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	8
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 Hasil Pengolahan Limbah Lumpur IPAL	17
4.2 Hasil Kadar Zn Total dan Potensi Pelindian Limbah Lumpur IPAL	18
4.3 Hasil Uji Linearitas Metode Penentuan Kadar Zink Total	20
4.4 Hasil Uji Batas Deteksi (BD) dan Batas Kuantifikasi (BK)	21
4.5 Hasil Uji Presisi Metode Penentuan Kadar Zink Total	22
4.6 Hasil Uji Akurasi Metode Penentuan Kadar Zink Total	23
4.7 Hasil Uji Ketahanan Metode Penentuan Kadar Zink Total	23
4.8 Hasil Uji Ketangguhan Metode Penentuan Kadar Zink Total	24
4.9 Hasil Validasi Metode Penentuan Kadar Zink Total	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	42



DAFTAR TABEL

2.1	Nilai % perolehan kembali berdasarkan konsentrasi analit	7
3.1	Kondisi pengukuran logam Zn dengan SSA	13
4.1	Hasil penentuan presisi analisis zink dalam limbah lumpur	22
4.2	Hasil penentuan akurasi analisis zink dalam limbah lumpur	23
4.3	Hasil uji ketangguhan analisis zink dalam limbah lumpur	24
4.4	Hasil validasi zink total	25

DAFTAR GAMBAR

2.1	Sistem IPAL industri (Apriliyani <i>et al.</i> 2023)	3
2.2	Bentuk fisik limbah lumpur IPAL (dokumen pribadi 2025)	5
2.3	Skema alat spektrofotometer serapan atom <i>singlebeam</i> (PE 1996)	9
3.1	Skema alur penelitian	12
4.1	Limbah lumpur IPAL industri (dokumen pribadi 2025)	17
4.2	Kadar Zn total limbah lumpur industri	18
4.3	Potensi pelindian Zn secara TCLP	20
4.4	Kurva kalibrasi logam zink	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data penentuan linearitas, BD dan BK metode analisis logam zink	34
2	Data perhitungan presisi metode analisis logam zink dalam lumpur	35
3	Data perhitungan akurasi metode analisis logam zink dalam lumpur	36
4	Uji Ketahanan metode analisis logam zink dalam lumpur	37
5	Uji Ketangguhan metode analisis logam zink dalam lumpur	39
6	Perhitungan kadar Zn Total dan potensi pelindian	41

DAFTAR RUMUS

1	Rumus penentuan simpangan baku relatif	7
2	Rumus penentuan %CV <i>Horwitz</i>	7
3	Rumus penentuan %perolehan kembali	7
4	Rumus penentuan batas deteksi	8
5	Rumus penentuan batas kuantifikasi	8
6	Reaksi redoks penambahan asam nitrat proses destruksi basah	19
7	Reaksi redoks penambahan hidrogen peroksida destruksi basah	19