



ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) MENGGUNAKAN ADSORBEN SILIKA SEKAM PADI

DHIA RAMALAH



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Adsorpsi Logam Berat Pb(II) Menggunakan Adsorben Silika Sekam Padi” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Dhia Ramalah
G4401201082



ABSTRAK

DHIA RAMALAH. Adsorpsi Logam Berat Pb(II) Menggunakan Adsorben Silika Sekam Padi. Dibimbing oleh ETI ROHAETI dan DEDEN SAPRUDIN.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang membahayakan kesehatan sehingga keberadaannya dalam air minum harus dibatasi. Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, kadar maksimum Pb yang diizinkan dalam air minum adalah 0,01 mg/L. Nilai ini lebih rendah dibandingkan limit deteksi pengukuran Pb menggunakan FAAS. Oleh karena itu, diperlukan prakonsentrasi sebelum analisis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan material pengekstraksi fase padat berupa adsorben silika yang disintesis dari arang sekam padi melalui pelindian HCl 1 M, kalsinasi pada suhu 600 °C selama 4 jam, dan perlakuan hidrotermal pada 120 °C selama 6 jam. Adsorpsi Pb(II) mencapai kondisi optimum pada pH 5, massa adsorben 0,1 g, dan waktu kontak 35 menit yang ditentukan menggunakan metodologi respons permukaan melalui *Central Composite Design* (CCD). Pola adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir dan kapasitas adsorpsi 81,3 mg/g. Silika sekam padi ini berpotensi sebagai adsorben untuk tahap prakonsentrasi Pb sebelum analisis menggunakan FAAS.

Kata kunci: *Central Composite Design*, hidrotermal, Pb(II), silika sekam padi

ABSTRACT

DHIA RAMALAH. Adsorption of Heavy Metal Pb(II) Using Rice Husk Silica Adsorbent. Supervised by ETI ROHAETI and DEDEN SAPRUDIN

Lead (Pb) is a heavy metal that is toxic to humans, thus its levels in drinking water must be properly monitored. According to Minister of Health Regulation No. 2 of 2023, the maximum allowed quantity of lead in drinking water is 0.01 mg/L. This number is below the detection limit of Pb measurements using FAAS. Therefore, a preconcentration step is required before analysis. This study employed a solid-phase extraction (SPE) method with silica adsorbent derived from rice husk charcoal via leaching with 1 M HCl, calcination at 600 °C for 4 hours, and hydrothermal treatment at 120 °C for 6 hours. Pb(II) adsorption achieved optimum conditions at pH 5, adsorbent mass of 0,1 g, and contact period of 35 minutes, as calculated by the response surface methodology via *Central Composite Design* (CCD). The adsorption pattern followed the Langmuir isotherm, with an adsorption capacity of 81,3 mg/g. Rice husk silica could act as an adsorbent in the preconcentration of Pb before analysis with FAAS.

Keywords: *Central Composite Design*, hydrothermal, Pb(II), rice husk silica



@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.



ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) MENGGUNAKAN ADSORBEN SILIKA SEKAM PADI

DHIA RAMALAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Kimia

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

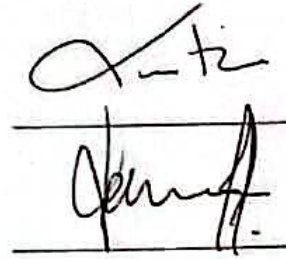
1. Dr. Henny Purwaningsih, S.Si., M.Si.
2. Wisnu Widikdo, S.Si., M.Si.
3. Sri Sugiarti, S.Si., Ph.D.

Judul Skripsi : Adsorpsi Logam Berat Pb(II) Menggunakan Adsorben Silika
Sekam Padi
Nama : Dhia Ramalah
NIM : G4401201082

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Dra. Eti Rohaeti, MS

Pembimbing 2:
Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:
Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr.
NIP. 196707301991032001



Tanggal Ujian: 4 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.



@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 Mei sampai bulan Juli 2024 ini ialah adsorpsi dengan judul “Adsorpsi Logam Berat Pb(II) Menggunakan Adsorben Silika Sekam Padi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Dra. Eti Rohaeti, MS dan Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Nunung dan Pak Kosasih sebagai staf Laboratorium Kimia Analitik dan Pak Eko sebagai staf Laboratorium Bersama yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan berupa doa, motivasi, perhatian, serta materil.

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

Bogor, Agustus 2025

Dhia Ramalah



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.3.1 Sintesis Silika Sekam Padi	3
2.3.2 Penentuan Kondisi Optimum Dalam Penjerapan Logam Pb(II)	4
2.3.3 Penentuan Kapasitas dan Pola Isoterm Adsorpsi	4
2.3.4 Pencirian Adsorben Melalui Analisis FTIR dan PSA	4
2.4 Analisis Data	4
2.4.1 Kapasitas Adsorpsi	4
2.4.2 Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1 Proses Sintesis Silika Sekam Padi dengan Metode Hidrotermal	6
3.2 Ukuran Partikel Silika	9
3.3 Gugus Fungsi Silika	10
3.4 Kondisi Optimum Dalam Penjerapan Logam Pb(II)	10
3.5 Kapasitas dan Pola Isoterm Adsorpsi	13
IV SIMPULAN DAN SARAN	17
4.1 Simpulan	17
4.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	23



DAFTAR TABEL

3.1	Tingkat variabel proses adsorpsi yang diselidiki	11
3.2	Persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi Pb(II) oleh silika sekam padi	13
3.3	Perbandingan hasil kapasitas adsorpsi Pb(II) oleh adsorben berbasis silika	14
3.4	Parameter-parameter adsorpsi silika sekam padi terhadap Pb(II)	16

DAFTAR GAMBAR

2.1	Reaktor yang digunakan dalam metode hidrotermal	3
3.1	Arang yang sudah bersih setelah dilindikan dengan HCl	6
3.2	Abu kalsinasi arang sekam padi pada suhu 600 °C	7
3.3	Larutan natrium silikat	7
3.4	Penambahan HCl 1 M ke dalam larutan natrium silikat	8
3.5	Silika gel (A) sebelum dan (B) setelah pengeringan	9
3.6	Grafik distribusi frekuensi ukuran partikel silika sekam padi	9
3.7	Spektrum FTIR dari silika gel sekam padi	10
3.8	Kontur plot (A) pH vs bobot adsorben; (B) waktu kontak vs bobot adsorben; (C) waktu kontak vs pH	12
3.9	Isoterm Langmuir pada adsorpsi Pb(II) oleh silika sekam padi	15
3.10	Isoterm Freundlich pada adsorpsi Pb(II) oleh silika sekam padi	15

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Penelitian	24
2	Kadar abu dari pembakaran arang sekam padi	25
3	Kurva standar Pb(II) untuk penentuan keadaan optimum adsorpsi Pb(II) oleh silika sekam padi	27
4	Kapasitas adsorpsi Pb(II) pada ragam pH, bobot adsorben, dan waktu kontak oleh silika sekam padi	28
5	Analisis ANOVA dari optimasi menggunakan metode CCD	29
6	Isoterm Langmuir dan Freundlich adsorpsi Pb(II)	30
7	Hasil analisis ukuran partikel silika sekam padi dengan PSA	32