

# **KAJIAN KINETIKA DAN TERMODINAMIKA ADSORPSI BIRU METILENA MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI**

**DEVI SUKMAGUPHYTA**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



**IPB University**  
Bogor Indonesia

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kajian Kinetika dan Termodinamika Adsorpsi Biru Metilena Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi” 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, November 2024

Devi Sukmaguphyta  
G4401201046

@Perpustakaan IPB University

## ABSTRAK

DEVI SUKMAGUPHYTA. Kajian Kinetika dan Termodinamika Adsorpsi Biru Metilena Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi. Dibimbing oleh SRI MULIJANI dan KOMAR SUTRIAH.

Zeolit adalah senyawa aluminosilikat kristal mikropori yang terdiri atas  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  tetrahedra yang membentuk struktur tiga dimensi dan memiliki rongga. Pada penelitian ini, zeolit alam diaktivasi menggunakan HCl dan dievaluasi kinerjanya sebagai adsorben. Parameter yang diamati berupa model kinetika dan termodinamika adsorpsi. Analisis difraksi sinar X memperlihatkan zeolit teraktivasi berjenis clinoptilolit dan mordenit. Analisis mikroskop elektron payar menunjukkan morfologi zeolit aktivasi dan adanya penurunan persentase konsentrasi atom Al dan meningkatnya rasio Si/Al. Adsorpsi biru metilena mengikuti model kinetika orde kedua semu dan kajian termodinamika menunjukkan proses adsorpsi bersifat eksoterm dan nonspontan.

Kata kunci: adsorpsi, biru metilena, zeolit, zeolit teraktivasi

## ABSTRACT

DEVI SUKMAGUPHYTA. Kinetic and Thermodynamics Study of Methylene Blue Adsorption Using Activated Natural Zeolite. Supervised by SRI MULIJANI and KOMAR SUTRIAH.

Zeolites are microporous crystalline aluminosilicate compounds composed of  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  and  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  tetrahedra that form a three-dimensional structure and contain cavities. In this study, natural zeolite was activated using HCl and evaluated for its performance as an adsorbent. The observed parameters include kinetic models and adsorption thermodynamics. X-ray diffraction analysis shows that the activated zeolites have clinoptilolite and mordenite types. Scanning electron microscopy shows the morphology of the activated zeolite and a decrease in the percent concentration of atomic Al and an increase in the Si/Al ratio. Methylene blue adsorption followed a pseudo second-order kinetics model and thermodynamic studies showed that the adsorption process was exothermic and nonspontaneous.

*Keywords:* activated zeolite, adsorption, methylene blue, zeolite



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
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.*

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.

# **KAJIAN KINETIKA DAN TERMODINAMIKA ADSORPSI BIRU METILENA MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI**

**DEVI SUKMAGUPHYTA**

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  
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University  
Bogor Indonesia



- 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. rer. nat. Noviyan Darmawan, S.Si., M.Sc.
2. Dr. Budi Arifin, M.Si.
3. Prof. Dr. Dra. Eti Rohaeti, M.S.

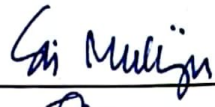
Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Kajian Kinetika dan Termodinamika Adsorpsi Biru Metilena  
Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi


Nama : Devi Sukmaguphyta  
NIM : G4401201046

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Dra. Sri Mulijani, M.Si.

---

---

Pembimbing 2:  
Dr. Drs. Komar Sutriah, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc. Agr.  
NIP 196707301991032001

---

Tanggal Ujian: 17 September 2024

Tanggal Lulus:



vi

@Hak cipta milik IPB University

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 mengemukakan 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 Maret 2024 sampai bulan Juli 2024 ini ialah adsorben, dengan judul “Kajian Kinetika dan Termodinamika Adsorpsi Biru Metilena Menggunakan Adsorben Zeolit Alam Teraktivasi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Dra. Sri Mulijani, M.Si. dan Dr. Drs. Komar Sutriah, M.Si. yang telah membimbing, memberi banyak saran, dan motivasi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada ayah, ibu, abang, dan kakak yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Fransisca G, Michael Sardo N, Nurul F, Anargya RP, Yuna TA yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, November 2024

*Devi Sukmaguphyta*

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



*@Hak cipta milik IPB University*

**IPB University**



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

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 mengemukakan 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 Aktivasi Zeolit Alam	3
2.3.2 Pembuatan Larutan Stok Biru Metilena	3
2.3.3 Penentuan Bobot Adsorben pada Adsorpsi	3
2.3.4 Kinetika Adsorpsi	4
2.3.5 Termodinamika Adsorpsi	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1 Zeolit Alam Teraktivasi	6
3.2 Ciri-ciri Adsorben Zeolit Alam Teraktivasi	6
3.2.1 Difraktogram Zeolit Alam dan Zeolit Teraktivasi Asam	6
3.2.2 Analisis Morfologi SEM Zeolit Alam dan Zeolit Teraktivasi	7
3.3 Bobot Adsorben Optimum	8
3.4 Kajian Kinetika Adsorpsi	10
3.5 Kajian Parameter Termodinamika Adsorpsi	11
IV SIMPULAN DAN SARAN	13
4.1 Simpulan	13
4.2 Saran	13
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	17
RIWAYAT HIDUP	24

## DAFTAR TABEL

3.1	Sudut difraksi zeolit dengan tipe klinoptilolit dan mordenit	7
3.2	Rasio Si/Al zeolit alam dan zeolit teraktivasi	8
3.3	Nilai parameter kinetika adsorpsi biru metilena pada zeolit teraktivasi	11

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Difraktogram zeolit alam (biru) dan zeolit teraktivasi (merah)	7
3.2	Morfologi zeolit alam (A) dan zeolit teraktivasi (B) perbesaran 2500×	8
3.3	Kurva hubungan antara bobot adsorben dengan kapasitas adsorpsi biru metilena	9
3.4	Kurva hubungan antara bobot adsorben dengan persentase adsorpsi biru metilena	10
3.5	Kurva model laju reaksi orde pertama semu (A) dan orde kedua semu (B) untuk adsorpsi biru metilena pada zeolit teraktivasi	10
3.6	Kurva termodinamika adsorpsi untuk biru metilena pada zeolit teraktivasi	12

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	18
2	Hasil karakterisasi XRD	19
3	Hasil karakterisasi SEM-EDX zeolit alam	19
4	Hasil karakterisasi SEM-EDX zeolit alam teraktivasi	20
5	Spektrum serapan maksimum biru metilena	20
6	Pengukuran standar biru metilena pada $\lambda$ 662 nm	21
7	Pengaruh bobot adsorben terhadap adsorpsi biru metilena	21
8	Penentuan model kinetika adsorpsi	22
9	Model termodinamika adsorpsi	23