



SINTESIS Natrium Silikat Berbasis Silika Dari Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

GITA PAGLUSIA



**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 “Sintesis Natrium Silikat Berbasis Silika dari Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi” 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, Juli 2025

Gita Paglusia
G4401211006

- 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.



GITA PAGLUSIA. Sintesis Natrium Silikat Berbasis Silika dari Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Dibimbing oleh MUHAMMAD FARID dan ZAKY AL FATONY.

Limbah padat panas bumi mengandung SiO_2 84% tetapi masih terdapat logam pengotor sehingga perlu dimurnikan pemurnian. Pemurnian silika dengan pelarut asam (HCl , HNO_3 , H_2SO_4) telah dilaporkan berhasil menghilangkan pengotor logam hingga 70%. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh teknik pemisahan magnetik, penambahan agen pengoksidasi, dan pelarut asam, serta produk natrium silikat yang optimum. Pemurnian dilakukan dengan teknik pemisahan magnetik menggunakan magnet neodium, dilanjutkan dengan menambahkan agen pengoksidasi (H_2O_2) dengan ragam konsentrasi dan pelarut asam (campuran HCl dan HNO_3). Sintesis natrium silikat berbahan dasar silika geothermal menggunakan NaOH 1,6M dengan pengadukan dan pemanasan 50 °C selama 6 jam. Hasilnya menunjukkan bahwa pemurnian silika dengan H_2O_2 3M, campuran HCl dengan HNO_3 3M, dan pemisahan magnetik mampu menghilangkan pengotor logam dan dapat menghasilkan natrium silikat dengan kondisi optimum. Produk natrium silikat yang dihasilkan mendekati spesifikasi natrium silikat komersial berdasarkan karakteristik kandungan senyawa, nilai pH, massa jenis, dan rendemen.

Kata kunci: limbah padat panas bumi, natrium silikat, pemurnian silika, silika

ABSTRACT

GITA PAGLUSIA. Synthesis of Silica-Based Sodium Silicate from Waste of Geothermal Power Plants. Supervised by MUHAMMAD FARID and ZAKY AL FATONY.

Geothermal solid waste contains 84% SiO_2 , however it still has metal contaminants that require treatment. Silica purification with acid solvents (HCl , HNO_3 , H_2SO_4) has been shown to remove up to 70% of metal contaminants. The purpose of this research is to investigate the effects of magnetic separation techniques, the addition of oxidizing agents and acid solvents, and the optimal sodium silicate product. Magnetic separation techniques using neodymium magnets were used for purification, followed by the addition of different amounts of oxidizing agents (H_2O_2) and acid solvents (HCl and HNO_3). Sodium silicate was synthesized from geothermal silica with 1.6 M NaOH , stirring, and heating at 50 °C for 6 hours. This study found that silica purification using 3M H_2O_2 , a mixture of HCl with 3M HNO_3 , and magnetic separation can efficiently remove metal contaminants and generate sodium silicate in optimal conditions. The obtained sodium silicate product approaches commercial sodium silicate standards in terms of chemical concentration, pH, density, and yield.

Keywords: geothermal sludge, silica, silica purification, sodium silicate



- 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 2025¹
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 Natrium Silikat Berbasis Silika Dari LIMBAH PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

GITA PAGLUSIA

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 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 Skripsi : Sintesis Natrium Silikat Berbasis Silika dari Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
Nama : Gita Paglusia
NIM : G4401211006

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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Muhammad Farid, M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Zaky Al Fatony, S.Si., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr
NIP 196707301991032001

Tanggal Ujian: 30 Juni 2025

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.



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 Desember 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah pemurnian silika, dengan judul “Sintesis Natrium Silikat Berbasis Silika dari Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Drs. Muhammad Farid, M.Si. selaku pembimbing pertama dan Dr. Zaky Al Fatony, S.Si., M.T. selaku pembimbing kedua atas bimbingan, dukungan, saran, dan masukan pada penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh analis Laboratorium Process and Development Research, PT Pertamina Technology Innovation yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Selain itu, terima kasih kepada Gilang Padhil Muhamad, teman-teman Kimia IPB Angkatan 58, dan teman-teman magang di Pertamina Technology Innovation yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian ini.

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

Bogor, Juli 2025

Gita Paglusia

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



@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.



DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.3.1 Pembuatan Larutan Asam Peroksida (H_2O_2) 3M, 5M, dan 7M	4
2.3.2 Pembuatan Larutan Asam Klorida (HCl) 3M, 5M, dan 7M	4
2.3.3 Pembuatan Larutan Asam Nitrat (HNO_3) 3M, 5M, dan 7M	5
2.3.4 Pemurnian Silika dengan Pemisahan Magnetik Sebelum Pelarut Asam	5
2.3.5 Pemurnian Silika dengan Pemisahan Magnetik Setelah Pelarut Asam	5
2.3.6 Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 1,6M	6
2.3.7 Sintesis Natrium Silikat	6
2.3.8 Karakterisasi XRD	7
2.3.9 Karakterisasi XRF	7
2.3.10 Pengukuran Derajat Keasaman (pH)	7
2.3.11 Pengukuran Massa Jenis	7
2.3.12 Perhitungan Rendemen (%)	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Kristalinitas Silika dari Limbah Geothermal	9
3.2 Variasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H_2O_2) terhadap Efisiensi Pemurnian Silika	10
3.3 Variasi Konsentrasi Campuran HCl dan HNO_3 terhadap Efisiensi Pemurnian Silika	11

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University



3.4 Pengaruh Pemisahan Magnetik terhadap Kemurnian Silika	14
3.5 Hasil Sintesis Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	16
IV SIMPULAN DAN SARAN	19
4.1 Simpulan	19
4.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	34

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 TABEL

2.1 Komposisi pemurnian silika dengan pemisahan magnetik sebelum pelarut asam	5
2.2 Komposisi pemurnian silika dengan pemisahan magnetik setelah pelarut asam	6
2.3 Komposisi natrium silikat	7
3.1 Komposisi senyawa pada sampel setelah pemurnian dengan H_2O_2	11
3.2 Komposisi senyawa pada sampel setelah pemurnian dengan campuran HCl dan HNO_3	13
3.3 Komposisi senyawa pada natrium silikat	16
3.4 Nilai pH, massa jenis, dan rendemen natrium silikat	17

DAFTAR GAMBAR

1.1 Limbah silika milik PT Pertamina Geothermal Energy	1
3.1 Difraktogram silika hululais	9
3.2 Difraktogram silika setelah pemurnian dengan H_2O_2 dan campuran HCl dan HNO_3	13
3.3 Pengaruh perlakuan magnet sebelum penambahan pelarut asam terhadap kandungan SiO_2	15
3.4 Pengaruh perlakuan magnet setelah penambahan pelarut asam terhadap kandungan SiO_2	15

DAFTAR LAMPIRAN

1 Diagram alir penelitian	24
2 Pembuatan larutan asam	245
3 Perhitungan konsentrasi $NaOH$ 1,6M	26
4 Perhitungan pemurnian dengan H_2O_2	26
5 Kandungan senyawa pada sampel setelah perlakuan H_2O_2	27
6 Perhitungan pemurnian dengan campuran HCl dan HNO_3	28
7 Dokumentasi pemurnian silika dan sintesis natrium silikat	28
8 Kandungan senyawa pada sampel setelah perlakuan campuran HCl dan HNO_3	29
9 Dokumentasi perlakuan magnetik	30
10 Perhitungan pemisahan magnetik	31
11 Kandungan senyawa pada silika hululais	31
12 Kandungan senyawa pada sampel setelah pemisahan magnetik	32
13 Kandungan senyawa pada natrium silikat	32
14 Perhitungan massa jenis	33
15 Perhitungan rendemen	33