

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PELARUT DAN KONSENTRASI AMINE DALAM MODIFIKASI LIMBAH PASIR SILIKA DENGAN METODE *GRAFTING* SEBAGAI ADSORBEN

Disusun Oleh:

DOMINICA EDORA STELLA R. 2114010



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dominica Edora Stella Raharjanto

NIM : 2114010

Malang, 17 Juli 2025

Menyatakan bahwa seluruh hasil Penelitian ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tanda tangan



Dominica Edora S.R.

LEMBAR PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH PELARUT DAN KONSENTRASI AMINE DALAM
MODIFIKASI LIMBAH PASIR SILIKA DENGAN METODE
GRAFTING SEBAGAI ADSORBEN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh:

DOMINICA EDORA STELLA R. 2114010

Malang, 15 Juli 2025

Mengetahui,

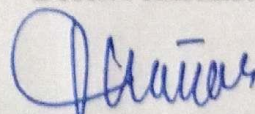
Ketua Program Studi Teknik Kimia



Ir. Rini Kartika Dewi, ST., MT., IPM
NIP. P. 103 0100 370

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Dwi Ana Anggorowati, ST., MT.
NIP. 197009282005012001

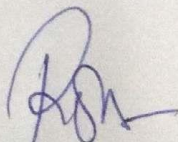
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama	:	DOMINICA EDORA STELLA RAHARJANTO
NIM	:	2114010
Jurusan/Program Studi	:	Teknik Kimia (S-1)/Teknik Kimia
Judul Skripsi	:	PENGARUH PELARUT DAN KONSENTRASI AMINE DALAM MODIFIKASI LIMBAH PASIR SILIKA DENGAN METODE <i>GRAFTING</i> SEBAGAI ADSORBEN

Dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

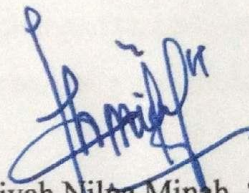
Hari : Senin
Tanggal : 21 Juli 2025
Nilai : A

Ketua,



Ir. Rini Kartika-Dewi, ST., MT., IPM
NIP. P. 103 0100 370

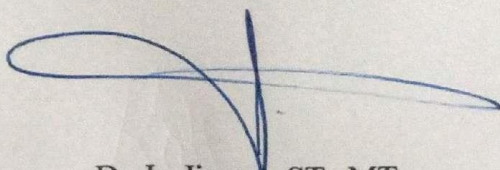
Sekretaris,



Ir. Faidliyah Nilha Minah, ST., MT., IPM
NIP. P. 103 0400 392

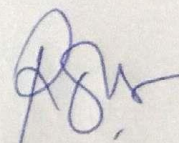
Anggota penguji

Penguji Pertama,



Dr. Ir. Jimmy, ST., MT.
NIP. Y. 1039900330

Penguji Kedua,



Ir. Rini Kartika Dewi, ST., MT., IPM
NIP. P. 103 0100 370

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pelarut dan Konsentrasi Amine dalam Modifikasi Limbah Pasir Silika dengan Metode *Grafting* sebagai Adsorben” ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka menyelesaikan penulisan skripsi ini. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendak-Nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Rini Kartika Dewi, ST., MT., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dan penguji dalam seminar proposal penelitian dan sidang skripsi.
2. Ibu Dwi Ana Anggorowati, S.T., M.T. selaku pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Jimmy, S.T., M.T. selaku penguji dalam seminar proposal penelitian dan sidang skripsi.
4. Orang tua yang senantiasa memberikan saran dan dukungan tanpa henti.
5. Teman-teman seangkatan atas kebersamaan dan semangat yang diberikan dalam menempuh perjalanan akademik ini.

Dalam proses penulisan ini, penulis sadar bahwa masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja.

Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan menjadi bahan rujukan yang bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Malang, 17 Juli 2025

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS PENELITIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK... ..	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	6
1.3. Tujuan	6
1.4. Luaran yang Diharapkan.....	6
1.5. Kegunaan	6
BAB II TINJAUAN PISTAKA	7
2.1. Silika	7
2.2. <i>Sandblasting</i>	7
2.3. Adsorben	9
2.4. Metode Adsorpsi	9
2.5. Metode <i>Grafting</i>	10
2.6. <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA)	13
2.7. <i>Fourier Transmission Infra-Red</i> (FTIR)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Metode Penelitian	18
3.2. Variabel Penelitian	18
3.3. Alat dan Bahan.....	19
3.4. Prosedur Penelitian	19
3.5. Kerangka Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Analisis termogravimetri (TGA) terhadap silika termodifikasi <i>Amine</i>	22

4.2. Analisis termogravimetri dalam perhitungan <i>Loading Amine</i> pada silika termodifikasi <i>Amine</i>	30
4.3. Analisis <i>Fourier Transmission Infra-Red</i> (FTIR) terhadap gugus fungsi pada silika termodifikasi <i>Amine</i>	33
BAB V KESIMPULAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Penelitian terdahulu	2
Tabel 2.1. Komposisi kimia pasir silika Indonesia.....	8
Tabel 2.2. Kisaran suhu analisis termogravimetri	14
Tabel 2.3. Posisi puncak gelombang analisis FTIR	16
Tabel 4.1. Data <i>Loading Amine</i> pada silika amina menggunakan metode <i>Grafting</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema modifikasi permukaan silika menggunakan amina dengan cara <i>Grafting</i>	11
Gambar 2.2. Skema peralatan TGA	13
Gambar 2.3. Interferometer <i>Michelson</i>	15
Gambar 3.1. Blok diagram alir	21
Gambar 4.1. Grafik uji TGA pelarut etanol.....	22
Gambar 4.2. Grafik uji TGA pelarut air	24
Gambar 4.3. Grafik uji TGA pelarut toluena.....	27
Gambar 4.4. Kurva %massa silika setelah dimodifikasi untuk pelarut etanol	30
Gambar 4.5. Kurva %massa silika setelah dimodifikasi untuk pelarut air.....	30
Gambar 4.6. Kurva %massa silika setelah dimodifikasi untuk pelarut toluena	31
Gambar 4.7. FTIR silika sebelum proses <i>Grafting</i>	33
Gambar 4.8. Grafik uji FTIR untuk pelarut etanol.....	34
Gambar 4.9. Grafik uji FTIR untuk pelarut air	35
Gambar 4.10. Grafik uji FTIR untuk pelarut toluena.....	36
Gambar 4.11. Grafik uji FTIR untuk pelarut etanol, air, dan toluena	38

ABSTRAK

Limbah industri adalah semua jenis bahan buangan atau bahan sisa yang berasal dari hasil suatu proses industri. Salah satu limbah industri dalam bentuk padat adalah limbah pasir silika dari proses *Sandblasting* yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber silika untuk adsorben. Percobaan ini dilakukan untuk menentukan jenis pelarut dan volume penambahan APTES terbaik dalam modifikasi silika menggunakan amina (APTES). Proses yang digunakan dalam percobaan ini adalah proses *Grafting*, dimana silika mengalami proses refluks dengan pelarut dan APTES sehingga gugus amina menempel pada permukaan silika yang dimodifikasi. Hasil percobaan dianalisis menggunakan TGA dan FTIR, dan menunjukkan bahwa volume penambahan APTES yang paling optimal adalah 5 mL dengan jenis pelarut terbaik adalah pelarut etanol dan toluena dengan jumlah *Loading Amine* yang terkandung dalam silika yang dimodifikasi masing-masing adalah 1,9430 dan 5,2552 mmol γ aminopropil/gram silika, tetapi tidak dalam pelarut air. Hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan *Grafting* APTES dari silika termodifikasi yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk *CO₂ Capture*.

Kata kunci: Adsorben, APTES, Loading Amine, Silika mesopori, Toluena

ABSTRAK

Industrial waste is all types of waste materials or residual materials originating from the results of an industrial process. One of the industrial wastes in solid form is silica sand waste from the sandblasting process which has the potential to be used as a source of silica for adsorbents. This experiment is conducted to determine the type of solvent and the best addition volume of APTES in silica modification using amine (APTES). The process used in this experiment is a grafting process, where silica goes through a reflux process with solvents and APTES so that the amine groups attach to the surface of the modified silica. The results of the experiment is analysed using TGA and FTIR, and shows that the most optimal addition volume of APTES is 5 mL with the best types of solvents being ethanol and toluene solvents with the amount of amine loading contained in the modified silica being 1,9430 and 5,2552 mmol γ aminopropyl/gram silica, respectively, but not in water solvents. The results of this study shows a successful APTES grafting of modified silica which can be used as an adsorbent for CO₂ capture.

Keywords: Adsorbent, Amine Loading, APTES, Mesoporous silica, Toluene