

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**“SINTESIS MATERIAL KALSIUM KALIUM FOSFAT (CaKPO_4)
BERBAHAN LIMBAH INDUSTRI GAS ASETILENA (Ca(OH)_2) DENGAN
METODE PELARUTAN DAN PRESIPITASI”**



DISUSUN OLEH :

REYKA DINAR AULIA

NPM. 22031010129

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026

**"SINTESIS MATERIAL KALSIMUM KALIUM FOSFAT (CaKPO_4)
BERBAHAN LIMBAH INDUSTRI GAS ASETILENA ($\text{C}_2(\text{OH})_2$) DENGAN
METODE PELARUTAN DAN PRESIPITASI"**

Skripsi

**Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**



DISUSUN OLEH :

REYKA DINAR AULIA

NPM. 22031010129

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

**"SINTESIS MATERIAL KALSIMUM KALIAM FOSFAT (CaKPO_4)
BERBAHAN LIMBAH INDUSTRI GAS ASETILENA ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) DENGAN
METODE PELARUTAN DAN PRESIPITASI"**

DISUSUN OLEH:

REYKA DINAR AULIA

NPM. 22031010129

**Telah Dipertahankan di Hadapan dan Diterima oleh Tim Penguji
pada Tanggal: 09 Januari 2026**

Tim Penguji

1.



Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

NIP. 19650731 199203 2 001

2.



Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.

NIP. 19611112 198903 2 001

Dosen Pembimbing



Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001



Lilik Suprianti, S.T., M.Sc.

NIP. 19840411 201903 2 012

**Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001



LAPORAN HASIL PENELITIAN
"Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan
Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode
Pelarutan dan Presipitasi"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS MATERIAL KALSIUM KALIUM FOSFAT (CaKPO_4)
BERBAHAN LIMBAH INDUSTRI GAS ASETILENA ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) DENGAN
METODE PELARUTAN DAN PRESIPITASI"

DISUSUN OLEH :

REYKA DINAR AULIA

NPM. 22031010129

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001

Lilik Suprianti, S.T., M.Sc.

NIP. 19840411 201903 2 012

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena (Ca(OH)_2) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reyka Dinar Aulia
NPM : 22031010129
Program : Sarjana (S1) / ~~Magister (S2)~~ / ~~Doktor (S3)~~
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi*~~ ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/~~Tesis/Disertasi~~ ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 09 Januari 2026



Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

KETERANGAN REVISI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : 1. Bernice Barbarossa Adine Romansa Patty NPM. 22031010122
2. Reyka Dinar Aulia NPM. 22031010129

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/~~tidak ada revisi*~~) Proposal/Skripsi/Kerja Praktik, dengan judul :

**“SINTESIS MATERIAL KALSIUM KALIUM FOSFAT (CaKPO_4)
BERBAHAN LIMBAH INDUSTRI GAS ASETILENA ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) DENGAN
METODE PELARUTAN DAN PRESIPITASI”**

Surabaya, 29 Agustus 2025

Dosen Penguji yang Memerintahkan Revisi :

1. (Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)

NIP. 19650731 199203 2 001

2. (Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.)

NIP. 19611112 198903 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001

Lilik Suprianti, S.T., M.Sc.

NIP. 19840411 201903 2 012

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menuntaskan penyusunan laporan penelitian berjudul “Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) Menggunakan Metode Pelarutan dan Presipitasi”. Penyusunan laporan ini tentunya tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan berupa fasilitas, bantuan pemikiran, masukan, maupun saran dari berbagai pihak. Atas hal tersebut, penyusun menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku dosen pembimbing penelitian
4. Lilik Suprianti, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing penelitian
5. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. selaku dosen penguji penelitian
6. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. selaku dosen penguji penelitian

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan penelitian ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan laporan ini.

Surabaya, 19 Agustus 2025

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Gas Asetilena	4
II.2 Limbah Karbit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).....	4
II.3 Pupuk Multrnutrien.....	5
II.4 Reaksi Pembentukan Kalsium Fosfat	7
II.5 Presipitasi.....	8
II.6 Landasan Teori	10
II.6.1 Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	10
II.6.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pembentukan Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	11
II.7 Hipotesis	12
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
III.1 Pelaksanaan Penelitian	13
III.2 Bahan.....	13
III.3 Rangkaian Alat	13
III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian	13

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

III.3.2 Rangkaian Alat Presipitasi.....	14
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian.....	15
III.5 Diagram Alir.....	16
III.6 Prosedur Penelitian.....	17
III.6.1 Uraian Proses	17
III.6.2 Pengujian dengan XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>).....	18
III.6.3 Pengujian dengan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	18
III.6.4 Pengujian dengan SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>).....	19
III.7 Pengolahan Data (RSM).....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
IV.1 Hasil Analisis SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>) Limbah Industri Gas Asetilena	24
IV.2 Hasil (<i>Yield</i>) Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	25
IV.3 Hasil Analisis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	28
IV.3.1 Analisis <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	28
IV.3.2 Optimasi Hasil Analisis <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) dengan <i>Response Surface Method</i> (RSM).....	30
IV.3.3 Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	44
IV.3.4 Analisis <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (SEM-EDX).....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
V.1 Kesimpulan.....	52
V.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN I	61
LAMPIRAN II	63



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena (Ca(OH)_2) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Rangkaian Alat Penelitian	13
Gambar III.2 Rangkaian Alat Presipitasi	14
Gambar III.3 Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	16
Gambar IV.1 Hubungan antara pH terhadap Yield (%).....	26
Gambar IV.2 Grafik Perbandingan Response Kadar CaO (%w/w) dalam Bentuk Predicted vs Actual	35
Gambar IV.3 Grafik Perbandingan Response Kadar K_2O (%w/w) dalam Bentuk Predicted vs Actual	35
Gambar IV.4 Grafik Perbandingan Response Kadar P_2O_5 (%w/w) dalam Bentuk Predicted vs Actual	36
Gambar IV.5 Grafik Contour Plot Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar CaO (%w/w).....	36
Gambar IV.6 Grafik 3D Surface Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar CaO (%w/w).....	37
Gambar IV.7 Grafik Contour Plot Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar K_2O (%w/w)	37
Gambar IV.8 Grafik 3D Surface Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar K_2O (%w/w)	38
Gambar IV.9 Grafik Contour Plot Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar P_2O_5 (%w/w)	38
Gambar IV.10 Grafik 3D Surface Massa Limbah (gr) dan Derajat Keasaman (pH) terhadap Kadar P_2O_5 (%w/w)	39
Gambar IV.11 Hubungan antara pH terhadap Kadar CaO (wt%)	41
Gambar IV.12 Hubungan antara pH terhadap Kadar K_2O (wt%).....	42
Gambar IV.13 Hubungan antara pH terhadap Kadar P_2O_5 (wt%).....	43
Gambar IV.14 Grafik XRD dengan Massa Limbah 30 gram pada Kondisi pH 2	44
Gambar IV.15 Grafik XRD dengan Massa Limbah 30 gram pada kondisi pH 6.	44



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena (Ca(OH)_2) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

Gambar IV.16 Hasil Karakterisasi XRD Material CaKPO_4 dengan Massa Limbah 30 gram pada pH 2 dan pH 6	45
Gambar IV.17 Hasil Analisis SEM Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4)	49
Gambar IV.18 Hasil Analisis SEM Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4)	50



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan Limbah Karbit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	5
Tabel II.2 Syarat Mutu Pupuk NPK Padat	6
Tabel II.3 Syarat Mutu Pupuk Dolomit.....	6
Tabel II.4 Sifat Fisik dan Kimia Asam Fosfat	7
Tabel II.5 Sifat Fisik dan Kimia Kalium Hidroksida.....	9
Tabel IV.1 Hasil Analisis Limbah Industri Gas Asetilena Menggunakan SEM-EDX	24
Tabel IV.2 Yield Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4)	25
Tabel IV.3 Hasil Analisis XRF Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4).....	28
Tabel IV.4 Data Faktor dan Respon untuk Analisa dengan RSM	30
Tabel IV.5 Hasil Optimasi RSM dari Data Kadar CaO (%w/w) dengan Metode ANOVA	31
Tabel IV.6 Hasil Optimasi RSM dari Data Kadar K_2O (%w/w) dengan Metode ANOVA	31
Tabel IV.7 Hasil Optimasi RSM dari Data Kadar P_2O_5 (%w/w) dengan Metode ANOVA	32
Tabel IV.8 Perbandingan Model Persamaan Kadar CaO (%w/w) yang Disarankan oleh Software	33
Tabel IV.9 Perbandingan Model Persamaan Kadar K_2O (%w/w) yang Disarankan oleh Software	33
Tabel IV.10 Perbandingan Model Persamaan Kadar P_2O_5 (%w/w) yang Disarankan oleh Software	34
Tabel IV.11 Hasil Optimasi XRF Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4)...	40
Tabel IV.12 Hasil Analisis Kristal CaKPO_4 pada Massa Limbah 30 gram dengan Kondisi pH 2 dan pH 6	46
Tabel IV.13 Hasil Analisis EDX Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4)....	47



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Material Kalsium Kalium Fosfat (CaKPO_4) Berbahan Limbah Industri Gas Asetilena (Ca(OH)_2) dengan Metode Pelarutan dan Presipitasi”

INTISARI

Limbah industri gas asetilena yang dikenal sebagai limbah karbit (Ca(OH)_2) mengandung unsur utama kalsium (44,64%) dan oksigen (48,56%), serta unsur minor berupa karbon (0,43%), natrium (0,82%), aluminium (1,79%), silika (1,49%), dan sulfur (2,31%). Pada penelitian ini, limbah karbit dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis material multinutrien berbasis kalsium kalium fosfat (CaKPO_4). Sintesis diawali dengan melarutkan limbah Ca(OH)_2 dalam H_3PO_4 30% sebanyak 70,6 mL dengan variasi massa 10; 15; 20; 25; 30 gram. Setelah pelarutan, dilakukan presipitasi dengan penambahan larutan KOH 5 M secara perlahan sambil diaduk. Variasi pH larutan diatur pada pH 2; 3; 4; 5; 6.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa *yield* tertinggi diperoleh pada kondisi pH 5 dengan massa limbah karbit 20 gram, yakni sebesar 62.10%. Analisis XRF mengindikasikan bahwa sebagian besar sampel CaKPO_4 telah memenuhi standar SNI 2803:2024 untuk pupuk NPK padat (kadar $\text{P}_2\text{O}_5 \geq 6\%$ dan $\text{K}_2\text{O} \geq 6\%$). Kondisi terbaik diperoleh pada massa limbah 25 gram di pH 5 dengan komposisi CaO 33,6%; K_2O 25,4%; P_2O_5 41%. Pada keadaan ini, perbandingan Ca-K-P mendekati rasio 1:1:1 serta memenuhi syarat kadar $\text{CaO} \geq 29\%$ menurut SNI. Karakterisasi XRD mengungkapkan bahwa pada massa Ca(OH)_2 30 gram dan pH 2, komposisi fasa terdiri dari CaKPO_4 sebesar 69,6% dan *brushite* sebesar 30,4% dengan kristalinitas 97,16% dan ukuran kristal rata-rata 37,05 nm. Sementara itu pada pH 6, komposisi fasa berubah menjadi CaKPO_4 sebesar 90% dan *brushite* sebesar 9% dengan kristalinitas 94,28% dan ukuran kristal 40,17 nm. Hasil analisis SEM-EDX menunjukkan bahwa pada pH 2, morfologi CaKPO_4 berbentuk agregat tidak beraturan dengan distribusi ukuran partikel yang relatif homogen. Sebaliknya pada pH 6, morfologi cenderung lebih terdefinisi dan ukuran partikel sedikit lebih besar, sejalan dengan peningkatan ukuran kristal yang terdeteksi pada analisis XRD.

Kata kunci: Limbah karbit, kalsium kalium fosfat (CaKPO_4), pupuk multinutrien, pelarutan, presipitasi

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur