# SINTESIS KALSIUM NITRAT DARI BATU KAPUR MELALUI METODE NETRALISASI SEBAGAI GARAM ANORGANIK SISTEM *DUAL SALT* PADA *BULK EMULSION*

**CORNELIUS ABRAM GALIA JOYMAYNARD PURBA**

**DEPARTEMEN KIMIA**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**
**BOGOR**
**2026**

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

# PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Sintesis Kalsium Nitrat dari Batu Kapur Melalui Metode Netralisasi Sebagai Garam Anorganik Sistem *Dual Salt* pada *Bulk Emulsion*" 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 2026

Cornelius Abram Galia Joymaynard Purba
G4401221062

@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

# ABSTRAK

CORNELIUS ABRAM GALIA JOYMAYNARD PURBA. Sintesis Kalsium Nitrat dari Batu Kapur Melalui Metode Netralisasi Sebagai Garam Anorganik Sistem *Dual Salt* pada *Bulk Emulsion*. Dibimbing oleh ZAENAL ABIDIN dan LUSIA EMILIANA WAHYUNINGTYAS

Kalsium nitrat ($Ca(NO_3)_2$) merupakan garam anorganik kunci dalam sistem garam ganda (*dual salt*) pada bahan peledak emulsi yang umumnya masih diimpor. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode sintesis $Ca(NO_3)_2$ dari batu kapur lokal Indonesia melalui jalur netralisasi dengan $HNO_3$ 65%, serta mengevaluasi performanya sebagai oksidator dalam emulsi curah. Tiga formulasi (F1, F2, F3) dengan rasio molar $HNO_3$:$CaCO_3$:$H_2O$ yang divariasikan dipreparasi pada suhu 45 °C dengan pengadukan 500 rpm, dilanjutkan dengan pemekatan, kristalisasi pada penangas es, dan pengeringan vakum pada 220 °C. Karakterisasi dilakukan menggunakan FTIR, ICP-OES, dan titrasi Karl Fischer. Hasil menunjukkan kadar air sampel berkisar 1,14 hingga 1,90% (memenuhi standar anhidrat industri), dengan kemurnian $Ca(NO_3)_2$ yang dihitung dari neraca massa < 90%. Uji VOD dengan metode Dautriche pada formulasi emulsi curah garam ganda menghasilkan rata-rata kecepatan detonasi sebesar 2,9 hingga 3,0 m/s, setara dengan produk komersial. Penelitian ini membuktikan potensi batu kapur lokal sebagai prekursor $Ca(NO_3)_2$ pada skala industri.

Kata kunci: batu kapur, emulsi bahan peledak, kalsium nitrat anhidrat, kecepatan detonasi, sintesis netralisasi

# ABSTRACT

CORNELIUS ABRAM GALIA JOYMAYNARD PURBA. Synthesis of Calcium Nitrate from Limestone by Neutralization Method as Inorganic Salt in Dual Salt System for Bulk Emulsion. Supervised by ZAENAL ABIDIN and LUSIA EMILIANA WAHYUNINGTYAS.

Calcium nitrate ($Ca(NO_3)_2$) is a key inorganic salt in the dual-salt system of emulsion explosives, which is currently largely imported. This study aims to develop a synthesis method for $Ca(NO_3)_2$ from Indonesian local limestone via a neutralization route using 65% $HNO_3$, and to evaluate its performance as an oxidizer in bulk emulsion. Three formulations (F1, F2, F3) with varying molar ratios of $HNO_3$:$CaCO_3$:$H_2O$ were prepared at 45 °C with stirring at 500 rpm, followed by concentration, crystallization in an ice bath, and vacuum drying at 220 °C. Characterization was conducted using FTIR, ICP-OES, and Karl Fischer titration. The results showed that the moisture content of the samples ranged from 1.14 to 1.90% (meeting industrial-anhydrous standards), with a $Ca(NO_3)_2$ purity calculated from mass balance < 90%. The VOD test using the Dautriche method on the dual-salt bulk emulsion formulations yielded an average detonation velocity of 2.9 to 3.0 km/s, comparable to commercial products. This research demonstrates the potential of local limestone as a precursor for industrial-scale $Ca(NO_3)_2$.

Keywords: calcium nitrate anhydrous, emulsion explosive material, limestone, neutralization synthesis, velocity of detonation

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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 KALSIUM NITRAT DARI BATU KAPUR MELALUI METODE NETRALISASI SEBAGAI GARAM ANORGANIK SISTEM *DUAL SALT* PADA *BULK EMULSION*

**CORNELIUS ABRAM GALIA JOYMAYNARD PURBA**

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**
**2026**

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Henny Purwaningsih, S.Si., M.Si.
2 Dr. Budi Arifin, S.Si., M.Si.
3 Dr. Rudi Heryanto, S.Si., M.Si.

IPB University
Bogor Indonesia
@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Sintesis Kalsium Nitrat dari Batu Kapur Melalui Metode Netralisasi Sebagai Garam Anorganik Sistem *Dual Salt* pada *Bulk Emulsion*
Nama : Cornelius Abram Galia Joymaynard Purba
NIM : G4401221062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Zaenal Abidin, S.Si., M.Agr.

Pembimbing 2:
Lusia Emiliana Wahyuningtyas, S.T., M.T.

Diketahui oleh

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

Tanggal Ujian: 15 Juli 2026

Tanggal Lulus:

IPB University — Bogor Indonesia —
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB Uni

@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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

# PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Mei 2026 dengan judul "Sintesis Kalsium Nitrat dari Batu Kapur Melalui Metode Netralisasi Sebagai Garam Anorganik Sistem *Dual Salt* pada *Bulk Emulsion*".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Zaenal Abidin, S.Si., M.Agr., dan Lusia Emiliana Wahyuningtyas, S.T., M.T., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT Dahana Subang dan Institut Pertanian Bogor yang memberikan kesempatan bagi saya melaksanakan penelitian di lokasi, ibu Yulia Hikmah selaku Manager Komersil, pak Surya selaku General Manager, pak Fajri Pahmi, pak Andi Sanusi, pak Kiki, ibu Arimbi, beserta staf Laboratorium mas Hanif, mas Wildan, mas Chandra, teh Pipin, dan teh Ica yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Papi, Mami, Tulang dan Aturang Iel, Tua, seluruh keluarga Purba Pasar 6 Padang Bulan, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya, beserta teman-teman terdekat saya yang selalu mendorong dan menemani saya selama menjalani pendidikan di IPB Yoga, Elisha, Billie, Theresia, Arvinza, Febi, Yori, Antonius, Dionisius, Rajin Mandi, BTM, Pria G4, Alzava, Dea, Tim Pendamping IPB, Keluarga Santo Maximiliamus Kolbe, Santa Katarina de Siena, Keluarga Santa Clara, Keluarga Santa Perawan Maria, Periplanta, bang Ario, DPI IMASIKA, PABSKUY, AWABS, Azzahra, Erisma, Sally, Faiz, Vanilla, Anggun dan seterusnya. Ungkapan terima kasih terakhir saya diberikan kepada kekasih saya, Maria Dinia Primisani, yang saat ini akan memulai penelitian tugas akhir, karena dukungan dan keberadaannya selama penyusunan skripsi dan penelitian berlangsung

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

Bogor, Juli 2026

*Cornelius Abram Galia Joymaynard Purba*

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

IPB University
Bogor Indonesia

Perpustakaan 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 | 3 |
| II | METODE | 4 |
| | 2.1 Waktu dan Tempat | 4 |
| | 2.2 Alat dan Bahan | 4 |
| | 2.3 Prosedur Kerja | 4 |
| III | HASIL DAN PEMBAHASAN | 8 |
| | 3.1 Kalsium Nitrat | 8 |
| | 3.2 Penyaringan dan Pemekatan Kalsium Nitrat | 9 |
| | 3.3 Kristalisasi dan Pengeringan Kristal | 10 |
| | 3.4 Analisis dan Karakterisasi Kalsium Nitrat ($Ca(NO_3)_2$) | 11 |
| | 3.5 Uji VOD | 14 |
| IV | SIMPULAN DAN SARAN | 16 |
| | 4.1 Simpulan | 16 |
| | 4.2 Saran | 16 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 17 |
| LAMPIRAN | | 19 |
| RIWAYAT HIDUP | | 24 |



IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

# DAFTAR TABEL


| | | |
|---|---|---|
| 2.1 | Formulasi Setiap Stokiometri Campuran | 5 |
| 3.1 | Karakterisasi ICP dan spektrofotometer AAS kalsium nitrat | 13 |
| 3.2 | Tabel data VOD dan densitas | 14 |


# DAFTAR GAMBAR


| | | |
|---|---|---|
| 3.1 | Reaksi netralisasi $CaCO_3$ dengan $HNO_3$ pada F1 (kiri), F2 (tengah) dan F3 (kanan) | 8 |
| 3.2 | Hasil penyaringan sintesis | 9 |
| 3.3 | Pemekatan dan penguapan sintesis | 9 |
| 3.4 | Proses kristalisasi dengan penangas es selama 24 jam | 10 |
| 3.5 | Hasil kristalisasi | 10 |
| 3.6 | Produk sintesis kalsium nitrat F1 (kiri), F2 (tengah), dan F3 (kanan) | 11 |
| 3.7 | Karakterisasi FTIR F1, F2, dan F3 | 12 |
| 3.8 | Hasil uji VOD | 14 |


# DAFTAR LAMPIRAN


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Diagram Alir Penelitian | 20 |
| 2 | Perhitungan Formulasi | 21 |
| 3 | Referensi Kalsium Nitrat | 23 |


© 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.
IPB University
Perpustakaan IPB University