

ABSTRAK

Ardelia Nur Sabila

NIM: 211720019

Pengaruh Pelindian pada Limbah Aluminium dan Kaolin untuk Sintesis *Mullite*

Mullite merupakan mineral langka yang pertama kali ditemukan di Pulau Mull, Skotlandia. Karena jarang ditemukan di alam, *mullite* biasanya dibuat dari bahan kimia atau bahan alami. *Mullite* dikenal memiliki sifat unggul seperti tahan suhu tinggi, densitas rendah, dan kekuatan mekanik tinggi, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai material suhu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pelindian terhadap pembentukan *mullite* menggunakan limbah aluminium dan kaolin. Proses pelindian dilakukan untuk mengurangi pengotor dan menyesuaikan rasio Al_2O_3 : SiO_2 agar mendekati komposisi ideal *mullite* ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Limbah aluminium dilindi menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) 1,6 M, kemudian disesuaikan pH-nya dengan penambahan NaOH 5 N hingga mencapai pH 5. Kaolin dilindi menggunakan asam oksalat 0,5 M. Setelah proses pelindian, kedua bahan dicampur berdasarkan rasio stoikiometri *mullite* 3:2 menggunakan *shaker milling*, lalu dicetak menggunakan *dry pressing* dengan tekanan 4,5 ton, dan disinter pada suhu 1300 °C. Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa senyawa utama untuk pembentukan *mullite* pada limbah aluminium yaitu Al_2O_3 turun setelah pelindian dari 70,00% menjadi 62,27% dan SiO_2 turun dari 10,00% menjadi 4,29%. Pada kaolin, senyawa utama SiO_2 naik setelah pelindian dari 48,64% menjadi 49,55% dan melarutkan sebagian Al_2O_3 , sehingga membantu menyeimbangkan rasio $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ untuk pembentukan *mullite*. Hasil XRD mengonfirmasi bahwa *mullite* terbentuk pada seluruh variasi, dengan fasa *mullite* dominan terlihat pada sampel pencampuran limbah aluminium terlindi dan kaolin dengan fasa *mullite* 83,3%. Morfologi SEM menunjukkan struktur kristal *mullite* berbentuk jarum yang saling bertautan dan tersusun rapat pada sampel limbah aluminium dan kaolin terlindi. Uji densitas juga menunjukkan bahwa sampel dengan limbah aluminium dan kaolin terlindi menghasilkan *mullite* dengan densitas 2,84 g/cm³ yang lebih padat dan stabil, dengan nilai porositas yang lebih rendah 7,90%.

Kata kunci : pelindian, limbah aluminium, kaolin, *mullite*

ABSTRACT

Ardelia Nur Sabila

NIM: 211720019

Effect of Leaching on Aluminum and Kaolin Waste for Mullite Synthesis

Mullite is a rare mineral that was first discovered on the Isle of Mull, Scotland. Due to its scarcity in nature, mullite is commonly synthesized from chemical or natural materials. It is known for its excellent properties such as high thermal resistance, low density, and high mechanical strength, making it highly suitable for high-temperature applications. This study aims to analyze the effect of leaching on the formation of mullite using aluminum waste and kaolin. Leaching was carried out to reduce impurities and adjust the $Al_2O_3:SiO_2$ ratio to match the ideal mullite composition ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Aluminum waste was leached using 1.6 M sulfuric acid (H_2SO_4), followed by pH adjustment to 5 using 5 N NaOH. Kaolin was leached using 0.5 M oxalic acid. After leaching, the two materials were mixed based on the stoichiometric ratio of mullite using shaker milling, then shaped through dry pressing at 4.5 tons of pressure and sintered at 1300 °C. XRF analysis showed that the Al_2O_3 content in aluminum waste decreased from 70.00% to 62.27% and SiO_2 from 10.00% to 4.29% after leaching. In kaolin, the SiO_2 content increased from 48.64% to 49.55% and partially dissolved Al_2O_3 , helping balance the $Al_2O_3:SiO_2$ ratio. XRD confirmed mullite formation in all variations, with the highest mullite phase (83.3%) found in the leached aluminum waste and kaolin sample. SEM revealed interlocking needle-like mullite crystals, and density tests showed that the leached sample produced denser and more stable mullite with a density of 2.84 g/cm³ and lower porosity of 7.90%.

Keyword: *leaching, aluminium waste, kaolin, mullite*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli merupakan hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi saya ini telah saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku dibidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai yang berlaku.

Selasa, 08 Juli 2025

Ardelia Nur Sabila
NIM. 211720019

Nomor : - Kepada Yth,
Lampiran : Satu (1) eks Dekan Fakultas Sains
Perihal : Pengajuan Munaqasah UIN SMH Banten
a.n Ardelia Nur Sabila di -
NIM: 211720019 Serang

Assalamu'alaikum Wr.Wb.


Dipermaklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudari Ardelia Nur Sabila dengan NIM: 211720019 yang berjudul "Pengaruh Pelindian pada Limbah Aluminium dan Kaolin untuk Sintesis *Mullite*", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian segala perhatian kami ucapkan terima kasih.

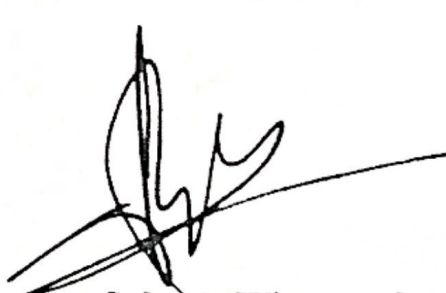
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Serang, 08 Juli 2025

Pembimbing I,


Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc.
NIP. 199002102025052002

Pembimbing II,


Dr. Agus Sukarto Wismogroho
NIP. 197808211997021001

**PENGARUH PELINDIAN PADA LIMBAH ALUMINIUM DAN
KAOLIN UNTUK SINTESIS *MULLITE***

Oleh:

Ardelia Nur Sabila

NIM: 211720019

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc.

NIP. 199002102025052002

Dr. Agus Sukarto Wismogroho

NIP. 197808211997021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains

Ketua Program Studi

Dr. Asep Saefurrohman, M.Si

NIP. 1978082723003121003

Elsi Ariani, M.Si.

NIP. 198901232018012001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi a.n Ardelia Nur Sabila, NIM: 211720019 yang berjudul “Pengaruh Pelindian pada Limbah Aluminium dan Kaolin untuk Sintesis *Mullite*” telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 08 Juli 2025

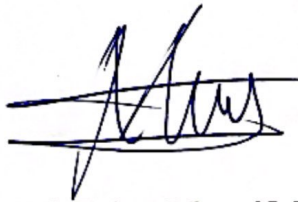
Pembimbing I,



Fina Fitratur Amaliyah, M.Sc.

NIP. 199002102025052002

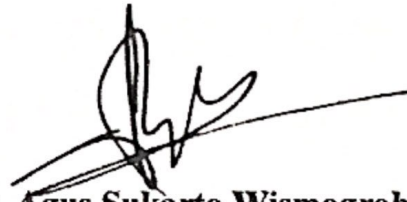
Penguji I



Muhamad Fajar Muarif, M.Sc

NIP. 199402142022031002

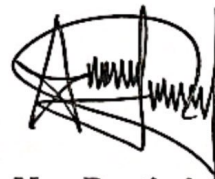
Pembimbing II,



Dr. Agus Sukarto Wismogroho

NIP. 197808211997021001

Penguji II



Beta Nur Pratiwi, M.Si

NIP. 199301022023212036

Ketua Penguji



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 30 September 2003 di Kota Cilegon. Orang tua penulis adalah bapak Jundan dan ibu Enden Rohaeni S.Pd memberi nama penulis “Ardelia Nur Sabila”

Pendidikan formal yang ditempuh penulis dimulai dari TK Karya Mandiri Kramatwatu lulus tahun 2009, SDN Kramatwatu 2 lulus tahun 2015, SMP dan MA Pondok Pesantren Modern Al-Mizan Pandeglang lulus tahun 2021. Ardelia Nur Sabila diterima di Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tahun 2021.

Selama menempuh perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan internal organisasi kemahasiswaan yang terdapat di UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten menjadi pengurus DEMA Fakultas Sains pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan cinta, saya persembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang telah memberi dukungan dan inspirasi selama perjalanan panjang ini. Terima kasih kepada Ayah dan Bunda selalu memberikan tercinta, semangat, dan telah menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkahku untuk menulis skripsi ini.

Terimakasih atas doa, ridha, dan kasih sayang yang kalian berikan sehingga menjadi alasan terbesarku bisa sampai di titik ini. Dan tak lupa terima kasih kepada keluarga, kakak-kakakku tersayang yang selalu mendukung serta selalu ada di setiap langkahku, teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral, dan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang tak ternilai. Skripsi ini saya persembahkan untuk kalian semua.

Terima kasih atas segala cinta dan dukungannya.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q. S Al-Baqarah, 286)

“Hard times shaped me. Prayers saved me. Alhamdulillah every step of the way”

(Harry Vaughan)

“Never let anyone, including yourself, belittle your dreams”

(Joshua Hong-Seventeen)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan taufik, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat pada waktu. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi yang berjudul “Pengaruh Pelindian pada Limbah Aluminium dan Kaolin untuk Sintesis *Mullite*” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr. Wawan Wahyuddin, M.Pd., Rektor UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan merasakan dalamnya sumur keilmuan di perguruan tinggi.
2. Bapak Asep Saefurrohman M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains yang telah mendukung penyelesaian studi dengan lancar.
3. Ibu Elsi Ariani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar dan meluangkan waktu untuk memberikan arahan, motivasi, dan masukan sehingga proses akademik selama 8 semester dapat terselesaikan.
4. Ibu Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc., selaku pembimbing I yang banyak menginspirasi, memberikan gagasan yang luar biasa, sebagai mentor kehidupan diperkuliahan, serta memberikan bimbingan, motivasi dan arahan selama penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Agus Sukarto Wismogroho., selaku Pembimbing II yang telah sabar untuk memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi, serta memberikan banyak motivasi dan arahan dalam proses perkuliahan.

6. Kak Destia Nurika, S.Si, selaku *Research assistant* (RA) yang telah membantu, membimbing dan memberikan banyak motivasi serta arahan dalam proses tugas akhir selama di dalam dan di luar laboratorium.
7. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN SMH Banten yang telah mengajar dan mendidik penulis selama menempuh studi di UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
8. Keluarga terkhusus orang tua dan kakak-kakak yang telah memberikan semangat serta doa penuh disetiap perjalanan penulis hingga menyelesaikan perkuliahan ini.
9. Laila Zalfa Salsabila, Aida Afifah Millatina, Ajeng Ayu Tri Pratiwi, Salwa naqi, Siti Amalia Husna, dan Julia Rahman selaku sahabat yang selalu hadir dengan semangat, dorongan tiada henti, serta dukungan di setiap langkah perjuangan.
10. Teman-teman seperjuangan yang bertemu saat duduk di bangku perkuliahan namun rasa saling mengirim doa dan semangat akan terus dilakukan terkhusus Siti Nihayatul Kholilah, Laili Rochimah, Nafisa Hafazhati Akbar dan Silva Anjani.
11. Seluruh pihak yang sudah memberikan bantuan dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat peneliti ucapkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan masukan sangat diterima untuk perbaikan selanjutnya. Akhirnya, hanya kepada Allah penulis berharap. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi kita semua.

Serang, 08 Juli 2025

Ardelia Nur Sabila

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
TABEL LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
1. <i>Mullite</i>	7
2. Material Penyusun <i>Mullite</i>	8
a. Limbah aluminium.....	8
b. Kaolin.....	10
3. Pengaruh Pelindian	11
4. Densitas	12
5. Porositas.....	13
6. <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	13
7. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	14

8. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	15
B. Hasil Penelitian yang Relevan	16
C. Kerangka Berpikir	18
D. Hipotesis	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian	20
B. Alat dan Bahan	21
C. Jenis Metode Penelitian	25
D. Teknik Pengumpulan Data	28
E. Teknik Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Pengaruh Pelindian Terhadap Limbah Aluminium dan Kaolin	30
B. Pembentukan <i>Mullite</i> Limbah Aluminium dan Kaolin	37
1. Hasil Uji <i>X-Ray Flourescence (XRF)</i>	36
2. Hasil Uji <i>X-Ray Diffractin (XRD)</i>	39
3. Perbedaan Hasil Pembentukan <i>Mullite</i>	45
C. Karakterisasi <i>Mullite</i>	47
1. Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	48
2. Densitas.....	51
3. Porositas.....	53
BAB V PENUTUP	56
A. KESIMPULAN	56
B. SARAN.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Error! Reference source not found.	20
Tabel 3. 1 Bahan yang digunakan dalam penelitian	21
Tabel 3. 2 Alat yang digunakan dalam penelitian	22
Tabel 3. 3 Alat Karakterisasi dalam penelitian	25
Tabel 3. 4 Variasi komposisi material penyusun <i>mullite</i>	28
Tabel 4. 1 Gambar bahan baku yang digunakan	31
Error! Reference source not found.	34
Tabel 4. 6 Gambar hasil sampel sebelum dan sesudah sintering	38
Error! Reference source not found.	39
Error! Reference source not found.	41
Error! Reference source not found.	46
Error! Reference source not found.	46
Error! Reference source not found.	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sel satuan ortorombik ideal bidang <i>mullite</i> (Roy et al., 2022)	8
Gambar 2. 2 Aluminium dross (Zawrah et al., 2022).....	9
Gambar 2. 3 Mineral kaolin (https://encr.pw/Isnjf).....	10
Gambar 2. 4 Skema difraksi sinar-X (Epp, 2016).....	15
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir	19
Gambar 3. 1 Diagram alir metode penelitian	26
Gambar 3. 2 Skema teknik pengumpulan data.....	29
Gambar 3. 3 Diagram teknik analisis data	30
Gambar 4. 1 Hasil Pelindian limbah aluminium dengan H ₂ SO ₄ dalam bentuk laturan Gambar 4. 1 Hasil Pelindian limbah aluminium dengan H ₂ SO ₄ dalam bentuk laturan	32
Gambar 4. 2 Hasil penambahan NaOH pada filtrat Gambar 4. 2 Hasil penambahan NaOH pada filtrat	33
Gambar 4. 3 Warna yang dihasilkan dari prekursor dalam kondisi (a) pH 7 dan (b) pH 8 Hasil akhir pelindian limbah aluminium	34
Gambar 4. 4 Hasil akhir pelindian limbah aluminium Proses pelindian kaolin dengan asam oksalat.....	35
Gambar 4. 5 Proses pelindian kaolin dengan asam oksalat.....	38
Gambar 4. 6 Hasil akhir pelindian kaolin	39
Gambar 4. 7 Pola difraksi <i>mullite</i> pada keempat variasi yang disinter pada suhu 1300°C	45
Gambar 4. 8 Morfologi sampel <i>mullite</i> (a) AD+K, (b) ADL+K, (c) AD+KL, (d) ADL+KL	53
Gambar 4. 9 Grafik densitas variasi sampel <i>mullite</i>	58
Gambar 4. 10 Grafik porositas variasi sampel <i>mullite</i>	60

TABEL LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan stoikiometri	66
Lampiran 2 Hasil karakterisasi XRF	72
Lampiran 3 Hasil karakterisasi XRD	74
Lampiran 4 Hasil karakterisasi SEM	80
Lampiran 5 Hasil uji densitas	85
Lampiran 6 Hasil uji porositas	85
Lampiran 7 Foto dokumentasi.....	86

DAFTAR SINGKATAN

AD	= Aluminium <i>Dross</i>
ADL	= Aluminium <i>Dross Leaching</i>
K	= Kaolin
KL	= Kaolin <i>Leaching</i>
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
XRF	= <i>X-Ray Fluorescence</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>