

PRA RANCANGAN PABRIK

**PABRIK KALIUM HIDROKSIDA DARI KALIUM KLORIDA
DENGAN PROSES ELEKTROLISIS**



Disusun Oleh :

NADILLA JELSI NOVIYANA

21031010227

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS *HYDROXYAPATITE* ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) DARI LIMBAH
CANGKANG TELUR BEBEK MENGGUNAKAN METODE SOL GEL
DENGAN PELARUT ASAM NITRAT



OLEH:
NADILLA JELSI NOVITYANA (21031010227)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025



LAPORAN HASIL PENELITIAN

*Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur
Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat*

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS HYDROXYAPATITE ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) DARI LIMBAH CANGKANG TELUR BEBEK MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PELARUT ASAM NITRAT"

Disusun Oleh:

NADILLA JELSI NOVIYANA

NPM. 21031010227

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji

Pada Tanggal: 12 Maret 2025

Tim Penguji:

1.

(Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes.)

NIP. 19600422 198703 2 001

2.

(Ir. Nurul Widji Triana, M.T.)

NIP. 19610301 198903 2 001

Pembimbing:

(Ir. Sutiyono, M.T.)

NIP. 19600713 198703 1 001

Mengetahui,

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

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

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS HYDROXYAPATITE ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) DARI LIMBAH CANGKANG TELUR BEBEK MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PELARUT ASAM NITRAT"

Disusun Oleh:

1. NADILLA JELSI NOVITYANA

(21031010227)

2. ALDA ELLYSIA AYUDYA PUTRI

(21031010228)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Sutiyono, M.T.

NIP. 19600713 198703 1 001



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp (031) 8782179 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Nadilla Jelsi Noviyana

NPM. 21031010227

2. Alda Ellysia Ayudya Putri

NPM. 21031010228

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ laporan hasil penelitian, dengan

Judul : "Sintesis *Hydroxyapatite* ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat"

Surabaya, 12 Maret 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes.)

NIP. 19600422 198703 2 001

Dosen Penguji II

(Ir. Nurul Widji Triana, M.T.)

NIP. 19610301 198903 2 001

Dosen Pembimbing

(Ir. Sutiyoho, M.T.)

NIP. 19600713 198703 1 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nadilla Jelsi Noviyana
NPM : 21031010227
Program : Sarjana (S1)
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 dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/~~Tesis/Desertasi~~ 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, 22 April 2025

Yang membuat pernyataan



Nadilla Jelsi Noviyana

21031010227



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dengan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul “Sintesis *Hydroxyapatite* ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat”. Dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan 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. Sutiyono, M.T. selaku dosen pembimbing penelitian.
4. Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes. selaku dosen penguji penelitian.
5. Ir. Nurul Widji Triana, M.T. selaku dosen penguji penelitian.
6. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil.
7. Segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun kami butuhkan untuk memperbaiki laporan hasil penelitian ini. Akhir kata semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberi manfaat semua pihak yang berkepentingan dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.

Surabaya, 12 Februari 2025

Hormat kami,

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN
*“Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur
Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat”*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan.....	3
I.3 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Cangkang Telur Bebek.....	4
II.2 Biomaterial	6
II.3 Kalsium Fosfat	6
II.4 Hydroxyapatite	7
II.4.1 Sifat-Sifat <i>Hydroxyapatite</i>	8
II.4.2 Karakteristik <i>Hydroxyapatite</i>	8
II.4.3 Sintesis <i>Hydroxyapatite</i>	9
II.4.4 Jenis, Kelebihan, dan Kekurangan Metode Sintesis.....	11
II.5 Kalsinasi.....	11
II.6 Metode Sol-Gel	12
II.7 Landasan Teori.....	13
II.8 Faktor-Faktor yang Berpengaruh	14
II.9 Hipotesis.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
III.1 Bahan Baku.....	16
III.2 Alat	16
III.3 Kondisi Penelitian.....	17
III.3.1 Kondisi yang ditetapkan.....	17
III.3.2 Kondisi yang dijalankan.....	18



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat”

III.4 Prosedur	18
III.5 Diagram Alir	20
III.6 Analisis	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
IV.1 Analisis XRF Bahan Baku Cangkang Telur Bebek.....	26
IV.2 Hasil Analisis XRF Produk <i>Hydroxyapatite</i>	27
IV.2.1 Pengaruh Konsentrasi Asam Nitrat terhadap Rasio mol Ca/P	28
IV.2.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Rasio mol Ca/P	29
IV.3 Hasil Analisis XRD Produk <i>Hydroxyapatite</i>	31
IV.4 Hasil Analisis SEM Produk <i>Hydroxyapatite</i>	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
V.I Kesimpulan	34
V.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
APPENDIX	39
LAMPIRAN	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Rangkaian Alat Sintesis PCC dengan Metode Karbonasi	16
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Sintesis <i>Hydroxyapatite</i> dengan Metode Sol Gel	17
Gambar III. 3 Diagram Alir Proses Kalsinasi.....	20
Gambar III. 4 Diagram Alir Proses Sintesis PCC dengan Metode Karbonasi	21
Gambar III. 5 Proses Sintesis <i>Hydroxyapatite</i> dengan Metode Sol Gel.....	22
Gambar IV. 1 Hubungan antara Konsentrasi Asam Nitrat (M) terhadap Rasio mol Ca/P	28
Gambar IV. 2 Hubungan antara Kecepatan Pengadukan (rpm) terhadap Rasio mol Ca/P	29
Gambar IV. 3 Hasil Pengujian XRD <i>Hydroxyapatite</i> Konsentrasi 0,6M dengan Kecepatan 500 rpm.....	31
Gambar IV. 4 Hasil Pengujian SEM <i>Hydroxyapatite</i> Konsentrasi 0,6M dengan Kecepatan 500 rpm (a) SEM dengan perbesaran 5000x (b) SEM dengan perbesaran 10000x (c) SEM dengan perbesaran 50000x (d) SEM dengan perbesaran 100000x.....	32



LAPORAN HASIL PENELITIAN
“Sintesis Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dari Limbah Cangkang Telur
Bebek menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kandungan Mineral pada Cangkang Telur Bebek.....	4
Tabel II. 2 Hasil Analisis XRF Limbah Cangkang Telur	5
Tabel II. 3 Karakteristik Hydroxyapatite.....	8
Tabel IV. 1 Hasil Analisis XRF Cangkang Telur Bebek	26
Tabel IV. 2 Hasil Rasio mol Ca/P pada <i>Hydroxyapatite</i>	27



INTISARI

Hydroxyapatite (HAp) adalah struktur kristal yang terdiri dari unsur fosfor dan kalsium dengan formula molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. *Hydroxyapatite* merupakan bahan yang umum dimanfaatkan untuk pembuatan biomaterial tulang dan gigi. *Hydroxyapatite* termasuk senyawa kalsium fosfat. Pada sintesis *hydroxyapatite* harus mengandung bahan yang banyak kandungan CaCO_3 seperti cangkang telur bebek. *Hydroxyapatite* dapat disintesis dari bahan yang mengandung kalsium nitrat, kalsium hidroksida dan kalsium karbonat. Cangkang telur bebek adalah limbah yang sangat banyak dan terdapat di lingkungan sekitar. Cangkang telur bebek biasanya digunakan untuk bahan baku untuk sintesis *hydroxyapatite*. Solusi yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan limbah cangkang telur untuk dimanfaatkan dengan cara mengekstrak kandungan kalsiumnya. Pemanfaatan limbah tersebut karena adanya kandungan kalsium karbonat yang tinggi pada cangkang telur (hingga 98%).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh *hydroxyapatite* ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) yang memiliki karakteristik rasio mol Ca/P 1,67, ukuran kristal 25 - 30 nm dan bentuk kristal *spherical* dengan variabel konsentrasi asam nitrat dan kecepatan pengadukan serta membandingkan hasil tersebut berdasarkan *International Organization for Standardization* (ISO) 13779 tahun 2015. Proses penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu, kalsinasi cangkang telur, sintesis PCC dengan melarutkan cangkang telur bebek dalam HNO_3 2 M, dan sintesis *hydroxyapatite* dengan mencampurkan PCC dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ pada pH 9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam nitrat mempengaruhi rasio mol Ca/P, semakin tinggi konsentrasi asam nitrat, rasio mol Ca/P semakin rendah, dengan rasio mol Ca/P 4,1599 pada konsentrasi 0,6 M dan kecepatan pengadukan 500 rpm, kecepatan pengadukan juga mempengaruhi rasio mol Ca/P, semakin tinggi kecepatan, rasio mol Ca/P semakin rendah, dan ukuran kristal *hydroxyapatite* pada kondisi tersebut adalah 116,3322 nm dengan permukaan kristal yang kasar.