

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH
CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) MENGGUNAKAN
METODE PRESIPITASI**



DISUSUN OLEH:

DINDA PUTRI ARNINDI

NPM. 22031010048

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

2026

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH
CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) MENGGUNAKAN
METODE PRESIPITASI"**

Skripsi

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



DISUSUN OLEH :

DINDA PUTRI ARNINDI

NPM. 22031010048

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

2026

LEMBAR PENGESAHAN

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH
CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) MENGGUNAKAN METODE
PRESIPITASI"**

DISUSUN OLEH :

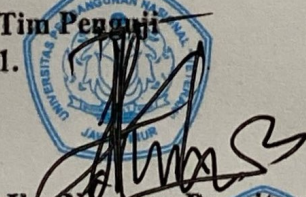
DINDA PUTRI ARNINDI

NPM. 22031010048

Telah dipertahankan di Hadapan dan Diterima oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 30 Oktober 2025

Tim Penguji

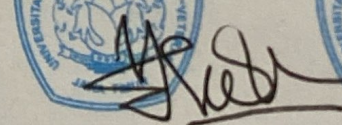
1.



Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.

NIP. 19880225 202012 2 008

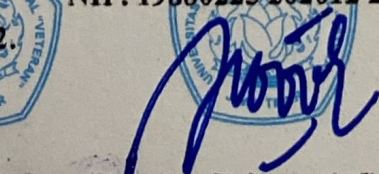
Dosen Pembimbing



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

NIP. 19650731 199203 2 001

2.



Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T.

NIP. 19861123 202421 2030

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI"

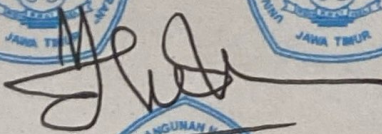
DISUSUN OLEH :

DINDA PUTRI ARNINDI

NPM. 22031010048

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



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

NIP. 19650731 199203 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dinda Putri Arnindi
NPM : 22031010048
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi 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.

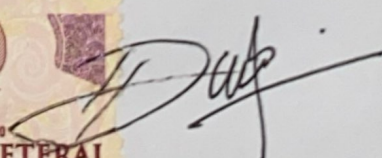
Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur – unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

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

Surabaya, 30 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan,




Dinda Putri Arnindi
NPM. 22031010048



LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi"

KETERANGAN REVISI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : 1. Assholihatun Nisa

NPM. 22031010028

2. Dinda Putri Arnindi

NPM. 22031010048

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi Laporan Hasil Penelitian dengan

Judul :

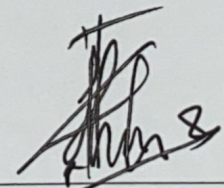
"SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI"

Surabaya, 30 Oktober 2025

Dosen Penguji yang Memerintahkan Revisi:

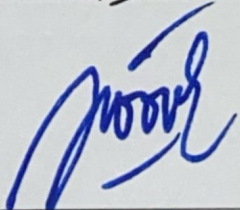
1. (Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.)

NIP. 19880225 202012 2 008

()

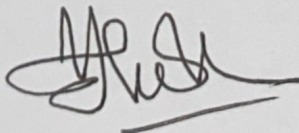
2. (Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T.)

NIP. 19861123 202421 2030

()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



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

NIP. 19650731 199203 2 001



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Hasil Penelitian dengan judul “Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

Laporan penelitian ini tidak dapat disusun tanpa dukungan berupa sarana, prasarana, pemikiran, masukan, serta kritik dan saran yang diberikan selama penyelesaian laporan. Oleh karena itu, kami 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. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. selaku dosen pembimbing penelitian
4. Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T. selaku dosen penguji penelitian
5. Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T. selaku dosen penguji penelitian

Penyusun sangat menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan hasil penelitian ini.

Surabaya, 30 Oktober 2025

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian.....	4
I.3 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Teori Umum	5
II.1.1 Cangkang Kepiting.....	5
II.1.2 Hidroksiapatit	6
II.1.3 Sintesis Hidroksiapatit.....	7
II.1.4 SNI Hidroksiapatit.....	8
II.1.5 Disodium Fosfat	9
II.1.6 Asam Klorida	10
II.1.7 Natrium Hidroksida.....	11
II.1.8 Aplikasi Hidroksiapatit	12
II.2 Landasan Teori.....	13
II.2.1 Kalsinasi	13
II.2.2 Presipitasi	14
II.2.3 Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Hasil Sintesis Hidroksiapatit.....	14



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Canggang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

II.2.4 Pengaruh Konsentrasi Disodium Fosfat (Na_2HPO_4) Terhadap Hasil Sintesis Hidroksiapatit.....	15
II.2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Hidroksiapatit	16
II.3 Hipotesis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
III.1 Pelaksanaan Penelitian	18
III.2 Bahan Penelitian.....	18
III.3 Rangkaian Alat	18
III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian.....	18
III.3.2 Rangkaian Alat Presipitasi	19
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian.....	19
III.4.1 Kondisi yang ditetapkan.....	19
III.4.2 Variabel yang digunakan.....	20
III.5 Diagram Alir	21
III.6 Prosedur Penelitian.....	22
III.6.1 Uraian Proses.....	22
III.6.2 Analisa Instrumentasi XRF	23
III.6.3 Analisa Instrumentasi XRD	23
III.6.4 Analisa Instrumentasi SEM.....	24
III.7 Pengolahan Data.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
IV.1 Hasil Penelitian	29
IV.1.1 Hasil Proses Kalsinasi Canggang Kepiting.....	29
IV.2 Hasil dan Analisis Karakterisasi Hidroksiapatit.....	30
IV.2.1 Hasil Analisis XRF.....	31
IV.2.2 Pengaruh Suhu Kalsinasi pada Sintesis Hidroksiapatit Terhadap Rasio Ca/P	34



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang
Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

IV.2.3 Pengaruh Konsentrasi Disodium Fosfat pada Hidroksiapatit Terhadap Rasio Ca/P	35
IV.2.4 Hasil Analisis XRD	37
IV.2.5 Hasil Analisis SEM	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
V.1 Kesimpulan.....	52
V.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN A	61
LAMPIRAN B	64



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Komposisi Cangkang Kepiting	5
Tabel II. 2 Standar SNI Hidroksiapatit	9
Tabel II. 3 Sifat Fisika dan Kimia Disodium Fosfat	10
Tabel II. 4 Sifat Fisika dan Kimia Asam Klorida	11
Tabel II. 5 Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida.....	12
Tabel IV. 1 Hasil Uji X-Ray Fluorescence (XRF) Asli Bahan Baku Limbah Cangkang Kepiting Setelah Kalsinasi pada Suhu 800°C.....	29
Tabel IV. 2 Rasio Ca/P Hidroksiapatit pada Sintesis Menggunakan Metode Presipitasi	31
Tabel IV. 3 Hasil Optimasi Rasio Ca/P Hidroksiapatit pada Berbagai Suhu Kalsinasi dan Konsentrasi Na_2HPO_4	32
Tabel IV. 4 Hasil Analisis Ukuran Kristal Menggunakan Software Origin	38
Tabel IV. 5 Hasil Analisis Fraksi Kristal dan Amorf Menggunakan Software Origin..	39
Tabel IV. 6 Data Faktor dan Response untuk analisa dengan RSM	43
Tabel IV. 7 Hasil Optimasi RSM dari data menggunakan metode ANOVA	44
Tabel IV. 8 Perbandingan Model Persamaan yang disarankan oleh software	45
Tabel IV. 9 Batasan Faktor dan Response untuk Optimasi	49
Tabel IV. 10 Hasil Optimalisasi Response rasio Ca/P	49
Tabel IV. 11 Hasil Verifikasi Confidence Interval	50
Tabel IV. 12 Hasil Verifikasi Prediction Interval	51



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 TGA Kitin dan Protein Cangkang Kepiting Setelah Kalsinasi.....	5
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Penelitian.....	18
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Presipitasi.....	19
Gambar III. 3 Diagram Alir Pembuatan Sintesis Hidroksiapatit Metode Presipitasi .	21
Gambar IV. 3 Hasil Uji XRD (X-Ray Diffraction) pada Produk Hidroksiapatit 900°C 2,95M.....	37
Gambar IV. 4 Hasil Uji SEM Hidroksiapatit Suhu 900°C dan Konsentrasi Na ₂ HPO ₄ 2,95 M dengan perbesaran 30.000×.....	40
Gambar IV. 5 Hasil pengolahan gambar SEM menggunakan Image – J melalui proses Thresholding (a) gambar cuplikan asli (belum diolah) (b) Sampel setelah bandpass filter (c) Sampel setelah Threshold.....	41
Gambar IV. 6 Distribusi ukuran partikel hidroksiapatit dengan menggunakan Software Origin.....	42



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV. 1 Hubungan antara suhu kalsinasi dengan rasio Ca/P	34
Grafik IV. 2 Hubungan antara konsentrasi Na_2HPO_4 terhadap rasio Ca/P	35
Grafik IV. 3 Perbandingan Response Rasio Ca/P dalam bentuk Predicted Vs Actual	46
Grafik IV. 4 Contour Plot Suhu Kalsinasi terhadap Konsentrasi Na_2HPO_4 terhadap Rasio Ca/P.....	47
Grafik IV. 5 3D Surface Suhu Kalsinasi terhadap Konsentrasi Na_2HPO_4 terhadap Rasio Ca/P.....	47



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Canggang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

INTISARI

Limbah cangkang kepiting (*Scylla serrata*) merupakan sumber kalsium alami yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis hidroksiapatit. Hidroksiapatit memiliki komposisi kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan banyak digunakan sebagai material biomaterial, khususnya pada aplikasi implan tulang dan gigi, karena memiliki sifat biokompatibilitas dan bioaktivitas yang baik. Pada penelitian ini dilakukan sintesis hidroksiapatit dari limbah cangkang kepiting menggunakan metode presipitasi. Proses sintesis diawali dengan preparasi limbah cangkang kepiting melalui tahapan perebusan, pencucian, penjemuran, penghalusan, dan kalsinasi pada variasi suhu sebesar 800, 900, 1000, 1100, 1200 ($^{\circ}\text{C}$). Bubuk kalsium oksida (CaO) hasil kalsinasi kemudian direaksikan dengan larutan HCl 37% untuk membentuk larutan prekursor kalsium, selanjutnya dilakukan proses presipitasi dengan penambahan larutan Na_2HPO_4 dengan variasi konsentrasi sebesar 0,75; 1,3; 1,85; 2,4; 2,95 (M). Endapan yang terbentuk didiamkan, disaring, dicuci, dikeringkan, dan disintering hingga diperoleh serbuk hidroksiapatit. Data hasil sintesis selanjutnya dianalisis dan dioptimasi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) untuk menentukan kondisi proses yang optimal.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kondisi terbaik sintesis hidroksiapatit diperoleh pada suhu kalsinasi $858,86^{\circ}\text{C}$ dan konsentrasi Na_2HPO_4 sebesar 2,949 M dengan rasio Ca/P sebesar 1,67. Nilai rasio tersebut telah memenuhi standar ISO 13779-3:2008 yang mensyaratkan rasio Ca/P hidroksiapatit sebesar 1,67, sehingga menunjukkan keberhasilan proses sintesis menggunakan metode presipitasi. Hidroksiapatit yang disintesis juga dilakukan karakterisasi menggunakan spektrofometer XRD untuk mengetahui kristalinitas hidroksiapatit. Didapatkan puncak intensitas yang tinggi pada sudut 2θ sebesar $26,21^{\circ}$; $31,45^{\circ}$; $32,39^{\circ}$; $39,15^{\circ}$; $46,37^{\circ}$; $49,63^{\circ}$ yang sesuai dengan data referensi JCPDS nomor 09-0432. Didapatkan juga rata – rata ukuran kristal sebesar 41,72435 nm dan derajat kristalinitas sebesar 81,14%,



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Menggunakan Metode Presipitasi”

sehingga dapat disimpulkan bahwa fasa utama yang terbentuk adalah hidroksiapatit kristalin. Sementara itu, hidroksiapatit yang disintesis juga dilakukan karakterisasi menggunakan spektrofometer SEM untuk mengetahui morfologi yang dihasilkan. Didapatkan bahwa morfologi hidroksiapatit memiliki bentuk *sub – spherical* dengan kecenderungan membentuk aglomerat. Didapatkan juga bahwa luas area rata-rata partikel hidroksiapatit sebesar $435,548 \text{ nm}^2$ dengan diameter rata-rata sebesar $33,2745 \text{ nm}$ yang berada pada skala nanometer dan sesuai untuk aplikasi biomaterial.

Kata kunci: hidroksiapatit; limbah cangkang kepiting; presipitasi; kalsinasi; *response surface methodology*