

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**SINTESIS *HYDROXYAPATITE* DARI CANGKANG SIPUT DENGAN**  
**METODE PRESIPITASI**



**DISUSUN OLEH:**

**RAHEL ADITYA AMARA PUTRI**

**NPM. 22031010029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA**  
**TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2026**

**SINTESIS HYDROXYAPATITE DARI CANGKANG SIPUT DENGAN  
METODE PRESIPITASI**

**Skripsi**

**Digunakan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik**

**Program Studi Teknik Kimia**



**DISUSUN OLEH**

**RAHEL ADITYA AMARA PUTRI**

**NPM. 22031010029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA**

**TIMUR**

**SURABAYA**

**2026**

Laporan Hasil Penelitian

Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode

Presipitasi

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"SINTESIS *HYDROXYAPATITE* DARI CANGKANG SIPUT DENGAN  
METODE PRESIPITASI"**

**DISUSUN OLEH:**

**RAHELADITYA AMARA PUTRI**

**NPM. 22031010029**

**Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji**

**Pada Tanggal 4 Juni 2026**

**Dosen Penguji :**

**Dosen Pembimbing :**

**1.**



**Erwan Adi Saputro, S.T. M.T. Ph.D**  
**NIP. 19800410 200500 1 001**



**Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.**  
**NIP. 19650731 199203 2 001**

**2.**



**Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.**  
**NIP. 196305305 198803 2 001**

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



**Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

**Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknik dan Sains**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa**

Laporan Hasil Penelitian

Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"SINTESIS *HYDROXYAPATITE* DARI CANGKANG SIPUT DENGAN  
METODE PRESIPITASI"**

**DISUSUN OLEH:**

**RAHEL ADITYA AMARA PUTRI**

**NPM. 22031010029**

**Laporan hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing :**

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

**NIP. 19650731-199203 2 001**



---

**SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahel Aditya Amara Putri  
NPM : 22031010029  
Program : Sarjana (S1)/~~Magister (S2)~~/Doktor (S3)  
Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik & 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/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, 4 Juni 2026

Yang Menyatakan





## Laporan Hasil Penelitian

### Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode Presipitasi

#### KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Moh Rifqi Maulana NPM : 22031010017

2. Rahel Aditya Amara P. NPM : 22031010029

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi Laporan Hasil Penelitian, dengan

Judul :

“Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode Presipitasi”

Surabaya, 4 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Erwan Adi Saputro, S.T, M.T, Ph.D)

NIP. 19800410 200500 1 001

(Ir. Caecillia Pujiastuti, M.T.)

NIP. 196305305 198803 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

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

NIP. 19650731 199203 2 001



Laporan Hasil Penelitian  
Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

---

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang berjudul “Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode Presipitasi”. Dalam proses penyusunan proposal ini, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya 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
4. Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Penguji
5. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T. selaku Dosen Penguji
6. Kedua orang tua penyusun yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil

Penyusun menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penyusun dengan terbuka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan laporan ini. Penyusun juga menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan. Besar harapan penyusun agar laporan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi sumber informasi yang berguna bagi mahasiswa dan mahasiswi UPN “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 24 Januari 2025

Penyusun



Laporan Hasil Penelitian  
Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

---

---

**DAFTAR ISI**

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN.....                            | i   |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                            | ii  |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....             | iii |
| KETERANGAN REVISI.....                            | iv  |
| KATA PENGANTAR.....                               | v   |
| DAFTAR ISI .....                                  | vi  |
| DAFTAR GAMBAR.....                                | x   |
| DAFTAR TABEL .....                                | xi  |
| BAB I.....                                        | 1   |
| PENDAHULUAN.....                                  | 1   |
| I.1    Latar Belakang.....                        | 1   |
| I.2    Tujuan.....                                | 3   |
| I.3    Manfaat.....                               | 3   |
| BAB II.....                                       | 5   |
| TINJAUAN PUSTAKA.....                             | 5   |
| II.1    Teori Umum.....                           | 5   |
| II.1.1    Siput ( <i>Pilla ampullaceal</i> )..... | 5   |
| II.1.2    Kalsium Karbonat.....                   | 6   |
| II.1.3    Kalsium Oksida .....                    | 6   |
| II.1.4    Asam Fosfat.....                        | 7   |
| II.1.5    Hidroxyapatite.....                     | 7   |
| II.1.6    Asam Klorida.....                       | 9   |
| II.2    Landasan Teori .....                      | 9   |



## Laporan Hasil Penelitian

### Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode Presipitasi

---

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| II.2.1 Kalsinasi .....                                                | 9  |
| II.2.2 Metode Presipitasi.....                                        | 10 |
| II.2.3 Mekanisme Pembentukan Hidroksiapatit dari Cangkang Siput ..... | 10 |
| II.2.4 Presipitator .....                                             | 11 |
| II.2.5 Karakteristik Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi .....   | 11 |
| II.2.6 Titrasi.....                                                   | 13 |
| II.2.7 Syarat Mutu Pasta Gigi.....                                    | 13 |
| II.2.8 Aplikasi pada Industri Metode Presipitasi .....                | 14 |
| II.2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sintesis Hidroksiapatit .....  | 15 |
| II.3 Hipotesis .....                                                  | 15 |
| BAB III.....                                                          | 17 |
| RENCANA PENELITIAN.....                                               | 17 |
| III.1 Pelaksanaan Penelitian.....                                     | 17 |
| III.2 Bahan Penelitian .....                                          | 17 |
| III.3 Rangkaian Alat.....                                             | 17 |
| III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian.....                                | 17 |
| III.3.2 Rangkaian Alat Presipitasi .....                              | 18 |
| III.4 Kondisi Penelitian.....                                         | 18 |
| III.4.1 Kondisi yang ditetapkan .....                                 | 18 |
| III.4.2 Kondisi yang dijalankan .....                                 | 18 |
| III.5 Prosedur Penelitian .....                                       | 19 |
| III.5.1 Proses Kalsinasi .....                                        | 19 |
| III.5.2 Proses Presipitasi .....                                      | 19 |
| III.5 Diagram Alir .....                                              | 21 |
| III.6 Prosedur Penelitian .....                                       | 22 |

---



## Laporan Hasil Penelitian

### Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode Presipitasi

---

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.6.1 Uraian Proses .....                                                                              | 22 |
| III.6.2 Analisa Instrumentasi <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)..... | 23 |
| III.6.3 Analisa Titrasi Filtrat Hasil Sintesis Hidroksiapatit.....                                       | 23 |
| III.4 Analisa Instrumentasi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....                                         | 24 |
| III.6.4 Analisa Instrumentasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....                             | 25 |
| III.6.5 Analisa Instrumentasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....                                       | 25 |
| III.7 Pengolahan Data .....                                                                              | 25 |
| BAB IV .....                                                                                             | 30 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                               | 30 |
| IV.1 Hasil Penelitian .....                                                                              | 30 |
| IV.1.1 Hasil Proses Kalsinasi Cangkang Siput.....                                                        | 30 |
| IV.2 Hasil Titrasi .....                                                                                 | 31 |
| IV.3 Hasil dan Analisa Karakterisasi Hidroksiapatit .....                                                | 33 |
| IV.3.1 Hasil Analisa SEM-EDX .....                                                                       | 33 |
| .....                                                                                                    | 34 |
| IV.3.2 Hasil Analisa XRF .....                                                                           | 35 |
| IV.3.3 Pengaruh Durasi Waktu terhadap Rasio Ca/P.....                                                    | 38 |
| IV.3.4 Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) terhadap Rasio Ca/P .....                          | 39 |
| IV.3.5 Hasil Analisis XRD.....                                                                           | 40 |
| IV.3.6 Hasil Analisis FTIR .....                                                                         | 42 |
| IV.4 Optimasi Data Rasio Ca/P dengan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)                           |    |
| 43                                                                                                       |    |
| IV.4.1 Optimasi Kondisi Proses Pengolahan Hasil Analisis dengan RSM.....                                 | 43 |
| IV.4.2 Analisis Response Rasio Ca/P .....                                                                | 46 |

---



Laporan Hasil Penelitian  
Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

---

|                      |                                               |    |
|----------------------|-----------------------------------------------|----|
| IV.43                | Hasil Optimasi Response Ca/P dengan RSM ..... | 48 |
| IV.44                | Verifikasi Hasil Optimasi .....               | 50 |
| V.5                  | Perbandingan SNI dengan Hasil .....           | 52 |
| BAB V                | .....                                         | 54 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | .....                                         | 54 |
| V.1                  | Kesimpulan .....                              | 54 |
| V.2                  | Saran .....                                   | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA       | .....                                         | 55 |
| APPENDIX             | .....                                         | 62 |
| LAMPIRAN             | .....                                         | 78 |



Laporan Hasil Penelitian  
Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

---

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II.1 Pila ampullaceal .....                                                                                                                                           | 5  |
| Gambar II.2 Struktur Hidroksiapatit.....                                                                                                                                     | 8  |
| Gambar II.3 Struktur Nanopartikel Hidroksiapatit) .....                                                                                                                      | 8  |
| Gambar III.1 Rangkaian Alat Sintesis Hydroxyapatite .....                                                                                                                    | 17 |
| Gambar III.2 Rangkaian Alat Presipitasi.....                                                                                                                                 | 18 |
| Gambar III.3 Diagram Alir Pembuatan Hidroksiapatit Metode Presipitasi.....                                                                                                   | 21 |
| Gambar IV.1 Grafik Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Jumlah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang Bereaksi pada Berbagai Konsentrasi .....                                           | 32 |
| Gambar IV.2 Hasil Analisa SEM EDX ilustrasi morfologi permukaan yang berpori dengan (a) perbesaran 1000x (b) perbesaran 1500x (c) perbesaran 2500x (d) perbesaran 5000x..... | 34 |
| Gambar IV.3 Hasil Analisa Grafik Spektrum EDX.....                                                                                                                           | 34 |
| Gambar IV.4 Grafik Hubungan antara Waktu dengan Rasio Ca/P .....                                                                                                             | 38 |
| Gambar IV.5 Grafik Hubungan antara konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ dengan Rasio Ca/P                                                                                     | 39 |
| Gambar IV.6 Hasil Uji XRD (X-Ray Diffraction) pada Produk Hidroksiapatit....                                                                                                 | 40 |
| Gambar IV.7 Hasil Uji FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) pada Produk Hidroksiapatit.....                                                                         | 43 |
| Gambar IV.8 Grafik Perbandingan Nilai Response Rasio Ca/P (Predicted vs Actual) .....                                                                                        | 46 |
| Gambar IV.9 Countour Plot Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ (M) terhadap Waktu Pemanasan (jam) terhadap Rasio Ca/P .....                                                   | 47 |
| Gambar IV.10 3D Surface Plot Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ (M) terhadap Waktu Pemanasan (jam) terhadap Rasio Ca/P .....                                                | 47 |



Laporan Hasil Penelitian  
Sintesis *Hydroxyapatite* Dari Cangkang Siput Dengan Metode  
Presipitasi

---

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II.1 Karakteristik Hidroksiapatit Berdasarkan SNI .....                                                                                     | 12 |
| Tabel II.2 Syarat Mutu Pasta Gigi (SNI 12-3524-1995) .....                                                                                        | 14 |
| Tabel IV.1 Hasil Uji X-Ray (EDX) Hasil Bahan Baku Limbah Cangkang Siput Setelah Kalsinasi pada Suhu 800°C .....                                   | 30 |
| Tabel IV.2 Data Perhitungan Jumlah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang Bereaksi pada Berbagai Konsentrasi dan Waktu Berdasarkan Hasil Titrasi Sisa..... | 31 |
| Tabel IV.3 Data Stoikiometri Ca/P Hidroksiapatit pada Berbagai Kondisi Variabel Konsentrasi dan Waktu Kalsinasi .....                             | 36 |
| Tabel IV.4 Hasil Optimasi Rasio Ca/P Hidroksiapatit pada Berbagai Suhu Kalsinasi dan Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ .....                    | 37 |
| Tabel IV.5 Hasil Analisis Ukuran Kristal .....                                                                                                    | 41 |
| Tabel IV.6 Hasil Analisis Fraksi Kristal dan Amorf .....                                                                                          | 42 |
| Tabel IV.7 Data Faktor dan Response Rasio Ca/P dengan RSM.....                                                                                    | 44 |
| Tabel IV.8 Hasil Optimasi RSM Menggunakan Metode ANOVA.....                                                                                       | 45 |
| Tabel IV.9 Perbandingan Model Persamaan RSM .....                                                                                                 | 45 |
| Tabel IV.10 Batasan Faktor dan Response Proses Optimasi .....                                                                                     | 49 |
| Tabel IV.11 Hasil Optimasi Response Ca/P .....                                                                                                    | 49 |
| Tabel IV.12 Hasil Verifikasi Confidence Interval.....                                                                                             | 50 |
| Tabel IV.13 Hasil Verifikasi Prediction Interval.....                                                                                             | 51 |
| Tabel IV.14 Perbandingan SNI dengan Hasil .....                                                                                                   | 52 |