

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

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



**DISUSUN OLEH:**

**MOH RIFQI MAULANA**

**22031010017**

**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 :**

**MOH RIFOI MAULANA**

**NPM. 22031010017**

**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:**

**MOH RIFOI MAULANA**

**NPM. 22031010017**

**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. Caecillia Pujiastuti, M.T.**

**NIP. 196305305 198803 2 001**

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

**Prof. Dr. Dra. Jarlyah, 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:**

**MOH RIFOL MAULANA**

**NPM. 22031010017**

**Laporan hasil 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**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Moh Rifqi Maulana  
NPM : 22031010017  
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, 08 Oktober 2026

Yang Membuat pernyataan,



Moh Rifqi Maulana

NPM. 22031010017



## 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

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini 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, penulis 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 yang senantiasa membimbing dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Penguji I
5. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T. selaku Dosen Penguji II
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu, “di setiap langkah yang kutempuh, ada doa kalian yang menjadi jalan, ada restu yang menguatkan setiap upaya. Mungkin tak selalu kudengar doa yang terucap dari bibir kalian, namun kuyakin namaku selalu hadir dalam setiap harap dan sujud kalian. Terima kasih untuk segala doa, kasih sayang, kesabaran, dan pengorbanan yang tak ternilai. Semoga apa yang kuraih hari ini menjadi jawaban kecil atas segala impian kalian, serta menjadi awal dari masa depan yang selama ini kalian harapkan.”
7. Kedua kakak tersayang dan seseorang yang selalu menemani, terima kasih atas segala dukungan, semangat, perhatian, dan doa yang telah diberikan selama proses ini. Kehadiran kalian menjadi salah satu alasan penyusun untuk terus bertahan dan menyelesaikan setiap proses yang ada. Semoga pencapaian ini dapat menjadi bagian kecil dari rasa terima kasih penyusun atas segala kebaikan yang telah diberikan.



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

8. Teman-teman di Par A dan teman-teman Warkop Perak, yang telah menemani perjalanan ini dengan segala canda, cerita, dukungan, dan kebersamaan. Terima kasih telah menjadi bagian dari hari-hari yang penuh proses dan memberikan warna dalam setiap langkah yang dilalui. Semoga segala kebaikan, kebersamaan, dan kenangan yang telah terukir menjadi bagian indah yang selalu dikenang.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak hal yang masih perlu diperbaiki dalam penyusunan dan penulisan laporan ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai setiap kritik dan saran yang konstruktif yang akan membantu penulis dalam memperbaiki laporan Proposal Penelitian ini. Sebagai penutup, penulis juga memohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam proses penyusunan laporan ini terdapat kesalahan, baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja.

Surabaya, 4 Juni 2026

Penulis



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

### DAFTAR ISI

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                        | ii  |
| KATA PENGANTAR.....                            | iii |
| DAFTAR ISI .....                               | v   |
| DAFTAR GAMBAR .....                            | 1   |
| DAFTAR TABEL.....                              | 2   |
| INTISARI.....                                  | 3   |
| BAB I .....                                    | 5   |
| PENDAHULUAN.....                               | 5   |
| I.1    Latar Belakang.....                     | 5   |
| I.2    Tujuan.....                             | 7   |
| I.3    Manfaat.....                            | 7   |
| BAB II.....                                    | 9   |
| TINJAUAN PUSTAKA.....                          | 9   |
| II.1    Teori Umum.....                        | 9   |
| II.1.1 Siput ( <i>Pilla ampullacea</i> ) ..... | 9   |
| II.1.2 Kalsium Karbonat.....                   | 10  |
| II.1.3 Kalsium Oksida .....                    | 10  |
| II.1.4 Asam Fosfat.....                        | 11  |
| II.1.5 Hidroxyapatite .....                    | 11  |
| II.1.6 Asam Klorida.....                       | 13  |
| II.2    Landasan Teori .....                   | 13  |
| II.2.1 Kalsinasi .....                         | 13  |
| II.2.2 Metode Presipitasi .....                | 14  |



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| II.2.3 Mekanisme Pembentukan Hidroksiapatit dari Cangkang Siput..... | 14        |
| II.2.4 Presipitator.....                                             | 15        |
| II.2.5 Karakteristik Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi .....  | 15        |
| II.2.6 Titrasi.....                                                  | 17        |
| II.2.7 Syarat Mutu Pasta Gigi.....                                   | 17        |
| (Gintu, 2020). .....                                                 | 18        |
| II.2.8 Aplikasi pada Industri Metode Presipitasi.....                | 18        |
| II.2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sintesis Hidroksiapatit ..... | 19        |
| <b>II.3 Hipotesis .....</b>                                          | <b>19</b> |
| <b>BAB III.....</b>                                                  | <b>20</b> |
| <b>RENCANA PENELITIAN .....</b>                                      | <b>20</b> |
| III.1 Pelaksanaan Penelitian .....                                   | 20        |
| III.2 Bahan Penelitian.....                                          | 20        |
| III.3 Rangkaian Alat .....                                           | 20        |
| III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian .....                              | 20        |
| III.3.2 Rangkaian Alat Presipitasi.....                              | 21        |
| III.4 Kondisi Penelitian .....                                       | 21        |
| III.4.1 Kondisi yang ditetapkan.....                                 | 21        |
| III.4.2 Kondisi yang dijalankan.....                                 | 21        |
| III.5 Prosedur Penelitian.....                                       | 22        |
| III.5.1 Proses Kalsinasi.....                                        | 22        |
| III.5.2 Proses Presipitasi .....                                     | 22        |
| III.5 Diagram Alir.....                                              | 24        |
| III.6 Prosedur Penelitian.....                                       | 25        |
| III.6.1 Uraian Proses.....                                           | 25        |

---



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.6.2 Analisa Instrumentasi <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX) ..... | 26 |
| III.6.3 Analisa Titrasi Filtrat hasil sintesis Hidroksiapatit.....                                        | 26 |
| III.6.4 Analisa Instrumentasi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....                                       | 27 |
| III.6.5 Analisa Instrumentasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....                              | 28 |
| III.6.6 Analisa Instrumentasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....                                        | 28 |
| III.7 Pengolahan Data.....                                                                                | 28 |
| BAB IV .....                                                                                              | 33 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                                | 33 |
| IV.1 Hasil Penelitian.....                                                                                | 33 |
| IV.1.1 Hasil Proses Kalsinasi Cangkang Siput.....                                                         | 33 |
| IV.2 Hasil Titrasi .....                                                                                  | 34 |
| IV.3 Hasil dan Analisa Karakterisasi Hidroksiapatit.....                                                  | 36 |
| IV.3.1 Hasil Analisa SEM-EDX.....                                                                         | 36 |
| .....                                                                                                     | 37 |
| IV.3.2 Hasil Analisa XRF .....                                                                            | 38 |
| IV.3.3 Pengaruh Durasi Waktu terhadap Rasio Ca/P .....                                                    | 41 |
| IV.3.4 Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) terhadap Rasio Ca/P .....                           | 42 |
| IV.3.5 Hasil Analisis XRD .....                                                                           | 43 |
| IV.3.6 Hasil Analisis FTIR .....                                                                          | 46 |
| IV.4 Optimasi Data Rasio Ca/P dengan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) ..                         | 47 |
| IV.4.1 Optimasi Kondisi Proses Pengolahan Hasil Analisis dengan RSM .....                                 | 47 |
| IV.4.2 Analisis Response Rasio Ca/P .....                                                                 | 49 |
| IV.4.3 Hasil Optimasi Response Ca/P dengan RSM .....                                                      | 51 |



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| IV.4.4 Verifikasi Hasil Optimasi ..... | 53 |
| V.1 Kesimpulan.....                    | 56 |
| V.2 Saran.....                         | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                   | 57 |
| APPENDIX.....                          | 64 |
| LAMPIRAN.....                          | 69 |



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

### DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II.1 Pila ampullaceal (Gofriyanti, 2024) .....                                                                                                                         | 9  |
| Gambar II.2 Struktur Hidroksiapatit (Saeed, 2020) .....                                                                                                                       | 12 |
| Gambar II.3 Struktur Nanopartikel Hidroksiapatit (Munir, 2022) .....                                                                                                          | 12 |
| Gambar III.1 Rangkaian Alat Sintesis <i>Hydroxyapatite</i> .....                                                                                                              | 20 |
| Gambar III.2 Rangkaian Alat Presipitasi .....                                                                                                                                 | 21 |
| Gambar III.3 Diagram Alir Pembuatan Hidroksiapatit Metode Presipitasi .....                                                                                                   | 24 |
| Gambar IV.1 Grafik Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Jumlah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang Bereaksi pada Berbagai Konsentrasi .....                                            | 35 |
| 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 ..... | 37 |
| Gambar IV.3 Hasil Analisa Grafik Spektrum EDX .....                                                                                                                           | 37 |
| Gambar IV.4 Grafik Hubungan antara Waktu dengan Rasio Ca/P .....                                                                                                              | 41 |
| Gambar IV.5 Grafik Hubungan antara konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ dengan Rasio Ca/P ...                                                                                  | 42 |
| Gambar IV.6 Hasil Uji XRD (X-Ray Diffraction) pada Produk Hidroksiapatit ...                                                                                                  | 43 |
| Gambar IV.7 Hasil Uji FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) pada Produk Hidroksiapatit .....                                                                         | 46 |
| Gambar IV.8 Grafik Perbandingan Nilai Response Rasio Ca/P (Predicted vs Actual) .....                                                                                         | 49 |
| Gambar IV.9 Countour Plot Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ (M) terhadap Waktu Pemanasan (jam) terhadap Rasio Ca/P .....                                                    | 50 |
| Gambar IV.10 3D Surface Plot Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ (M) terhadap Waktu Pemanasan (jam) terhadap Rasio Ca/P .....                                                 | 50 |



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

### DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II.1 Karakteristik Hidroksiapatit Berdasarkan SNI .....                                                                                        | 16 |
| Tabel II.2 Syarat Mutu Pasta Gigi (SNI 12-3524-1995) .....                                                                                           | 17 |
| Tabel IV.1 Hasil Uji X-Ray (EDX) Hasil Bahan Baku Limbah Cangkang Siput Setelah Kalsinasi pada Suhu 800°C .....                                      | 33 |
| Tabel IV.2 Data Perhitungan Jumlah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang Bereaksi pada Berbagai Konsentrasi dan Waktu Berdasarkan Hasil Titration Sisa ..... | 34 |
| Tabel IV.3 Data Stoikiometri Ca/P Hidroksiapatit pada Berbagai Kondisi Variabel Konsentrasi dan Waktu Kalsinasi .....                                | 39 |
| Tabel IV.4 Hasil Optimasi Rasio Ca/P Hidroksiapatit pada Berbagai Suhu Kalsinasi dan Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4$ .....                       | 40 |
| Tabel IV.5 Hasil Analisis Ukuran Kristal .....                                                                                                       | 44 |
| Tabel IV.6 Hasil Analisis Fraksi Kristal dan Amorf .....                                                                                             | 45 |
| Tabel IV.7 Data Faktor dan Response Rasio Ca/P dengan RSM .....                                                                                      | 47 |
| Tabel IV.8 Hasil Optimasi RSM Menggunakan Metode ANOVA .....                                                                                         | 48 |
| Tabel IV.9 Perbandingan Model Persamaan RSM .....                                                                                                    | 48 |
| Tabel IV.10 Batasan Faktor dan Response Proses Optimasi .....                                                                                        | 52 |
| Tabel IV.11 Hasil Optimasi Response Ca/P .....                                                                                                       | 52 |
| Tabel IV.12 Hasil Verifikasi Confidence Interval .....                                                                                               | 53 |
| Tabel IV.13 Hasil Verifikasi Prediction Interval .....                                                                                               | 54 |



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

---

#### INTISARI

Hidroksiapatit (HAp) merupakan biomaterial yang memiliki kesamaan struktur dan komposisi dengan mineral penyusun tulang dan gigi, sehingga banyak digunakan dalam bidang biomedis dan kedokteran gigi. Penelitian ini memanfaatkan limbah cangkang siput sebagai sumber kalsium untuk sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi. Sintesis dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) sebesar 0,25–2 M dan waktu pemanasan selama 1–3 jam. Cangkang siput terlebih dahulu dikalsinasi pada suhu  $800^\circ\text{C}$  selama 3 jam untuk mengubah  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$ , kemudian dilanjutkan dengan proses presipitasi menggunakan  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Optimasi kondisi proses dilakukan menggunakan Response Surface Methodology (RSM) dengan metode Central Composite Design (CCD).

Karakterisasi produk dilakukan menggunakan SEM-EDX, XRF, XRD, FTIR, serta pengukuran densitas. Hasil SEM-EDX menunjukkan morfologi permukaan hidroksiapatit yang berpori dengan kandungan utama kalsium dan oksigen. Analisis XRF menunjukkan rasio Ca/P terbaik sebesar 1,6716, yang mendekati rasio stoikiometri hidroksiapatit sebesar 1,67. Hasil XRD menunjukkan terbentuknya fase kristal hidroksiapatit yang ditandai dengan puncak difraksi pada  $2\theta$  sebesar  $25,9^\circ$ ,  $31,7^\circ$ , dan  $32,2^\circ$ . Analisis FTIR menunjukkan keberadaan gugus fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dan hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) yang mendukung terbentuknya hidroksiapatit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan waktu pemanasan berpengaruh terhadap rasio Ca/P. Kondisi eksperimen terbaik diperoleh pada konsentrasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1,5 M dengan waktu pemanasan 2,5–3 jam, sedangkan densitas produk yang diperoleh sebesar 3,10 g/mL.

Secara keseluruhan, limbah cangkang siput dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium untuk menghasilkan hidroksiapatit melalui metode presipitasi. Variasi konsentrasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan waktu pemanasan berpengaruh terhadap karakteristik produk, terutama rasio Ca/P, dan kondisi terbaik menghasilkan rasio yang mendekati nilai stoikiometri hidroksiapatit.