

**PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP
KEKERASAN DAN DAYA ABSORPSI-DESORPSI
FLUORIDA BIOKERAMIK GIGI ARTIFISIAL
SISTEM Ca-Si-P-O BERBAHAN BAKU LIMBAH
TULANG SAPI DAN ABU SEKAM PADI**

OLEH

GUSTI AYU KOMANG TRI DHARMA ULAN DEWI

NIM 1813081007

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2022

**PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP
KEKERASAN DAN DAYA ABSORPSI-DESORPSI
FLUORIDA BIOKERAMIK GIGI ARTIFISIAL
SISTEM Ca-Si-P-O BERBAHAN BAKU LIMBAH
TULANG SAPI DAN ABU SEKAM PADI**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Kimia**

**Oleh
Gusti Ayu Komang Tri Dharma Ulan Dewi
NIM 1813081007**

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2022

SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN
MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR SARJANA KIMIA**



Pembimbing 2,

Pembimbing 1,



Dr. Ir. Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc

NIP. 196912311994031012



Ni Luh Putu Ananda Saraswati, S.Si., M.Si

NIP. 199410022019032013

Skripsi oleh Gusti Ayu Komang Tri Dharma Ulan Dewi ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal 12 Juli 2021

Dewan Penguji



Dr. rer. nat. I Wayan Karyasa, S. Pd., M.Sc.

(Ketua)

NIP. 196912311994031012



Ni Luh Putu Ananda Saraswati, S.Si., M.Si.

(Anggota)

NIP. 199410022019032013



I Nyoman Sukarta, S.Pd., M.Si.

(Anggota)

NIP. 197602062005011002



Dr. I Dewa Ketut Sastrawidana, S.Si., M.Si.

(Anggota)

NIP. 196804171995011001

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana kimia

Pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 12 Juli 2022

Mengetahui


Ketua Ujian, Sekretaris Ujian,

Dr. I Wayan Sukra Wapala, S.Pd., M. Sc Dr. I Dewa Ketut Sastrawidana, S.Si., M.Si.
NIP. 19671013199431001 NIP. 196804171995011001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahun Alam


Prof. Dr. I Nengah Suparta, M.Si
NIP. 196507111990031003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Silika Terhadap Kekerasan dan Daya Absorpsi-Desorpsi Fluorida Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O Berbahan Baku Limbah Tulang Sapi dan Abu Sekam Padi”** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau adanya klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 12 Juli 2022



Gusti Ayu Komang Tri Dharma Ulan Dewi

NIM. 1813081007

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Silika terhadap Kekerasan dan Daya Absorpsi-Desorpsi Fluorida Biokeramik Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O Berbahan Baku Limbah Tulang Sapi dan Abu Sekam Padi”**. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan dukungan, saran, masukan maupun nasehat. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak Ketua Jurusan Kimia dan Bapak Koordinator Program Studi S1 Kimia, yang telah memberikan izin dan arahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr.rer.nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ni Luh Putu Ananda Saraswati, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini;
3. Bapak Drs. I Dewa Putu Subamia, M.Pd. dan Bapak I Ketut Lasia, S.Pd., M.Pd. Pranata Laboratorium Pendidikan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memfasilitasi kebutuhan sarana dan prasarana laboratorium dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini;
4. Keluarga, atas segala doa dan motivasi baik material maupun moril demi keberhasilan Pendidikan penulis.
5. Teman-teman mahasiswa di Program Studi Kimia khususnya Angkatan 2018 yang telah memberikan motivasi dan membantu dalam kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi ini; dan
6. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan

saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Singaraja, 28 April 2022

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------------|---------|
| Prakata..... | i |
| Abstrak..... | iii |
| Abstract..... | iv |
| Daftar Isi..... | v |
| Daftar Tabel..... | vii |
| Daftar Gambar..... | viii |
| Daftar Lampiran..... | xi |
| BAB I Pendahuluan | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB II Kajian Pustaka | |
| 2.1 Gigi Artifisial..... | 5 |
| 2.2 Biomaterial dan Biokeramik..... | 6 |
| 2.3 Tulang Sapi..... | 8 |
| 2.4 Hidroksiapatit..... | 8 |
| 2.4.1 Sifat-sifat Hidroksiapatit..... | 9 |
| 2.4.2 Struktur Kristal Hidroksiapatit..... | 10 |
| 2.4.3 Aplikasi Hidroksiapatit..... | 12 |
| 2.5 Silika Sekam Padi..... | 12 |
| 2.6 Metode Vickers..... | 13 |
| 2.7 Spektrofotometer UV-Vis..... | 15 |
| 2.8 <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC)..... | 15 |
| 2.9 Kerangka Berpikir..... | 17 |
| 2.10 Hipotesis Penelitian..... | 19 |
| BAB III Metode Penelitian | |
| 3.1 Desain Penelitian..... | 20 |

| | | |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 | Subjek/Populasi dan Sampel Penelitian..... | 23 |
| 3.3 | Lokasi dan Waktu Pelaksanaan..... | 23 |
| 3.4 | Alat dan Bahan..... | 23 |
| 3.5 | Prosedur Penelitian..... | 24 |
| 3.6 | Analisi Data..... | 27 |
| BAB IV Hasil dan Pembahasan | | |
| 4.1 | Hasil Penelitian | 29 |
| 4.1.1 | Data Hasil Pembuatan Serbuk Sistem Ca-Si-P-O..... | 29 |
| 4.1.2 | Data Hasil Pencetakan Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O..... | 31 |
| 4.2 | Analisis Gigi Artifisial..... | 34 |
| 4.2.1 | Analisis Struktur Kristal pada Gigi Artifisial dengan XRD..... | 34 |
| 4.2.2 | Analisis Morfologi Kristal pada Permukaan Gigi Artifisial dengan SEM..... | 39 |
| 4.2.3 | Analisis Uji FTIR..... | 43 |
| 4.2.4 | Hasil Uji Kekerasan Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O..... | 47 |
| 4.2.5 | Hasil Uji Daya Absorpsi-Desorpsi Fluorida Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O..... | 51 |
| 4.3 | Pembahasan..... | 60 |
| 4.3.1 | Perbedaan Pengaruh Penambahan Nanosilika Sekam Padi terhadap Kekerasan Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O..... | 60 |
| 4.3.2 | Perbedaan Pengaruh Penambahan Nanosilika Sekam Padi terhadap Daya Absorpsi-Desorpsi Fluorida Gigi Artifisial Sistem Ca-Si-P-O..... | 63 |
| BAB V Kesimpulan dan Saran | | |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 68 |
| 5.2 | Saran..... | 68 |
| | Daftar Pustaka..... | 69 |
| | Lampiran | |

DAFTAR TABEL

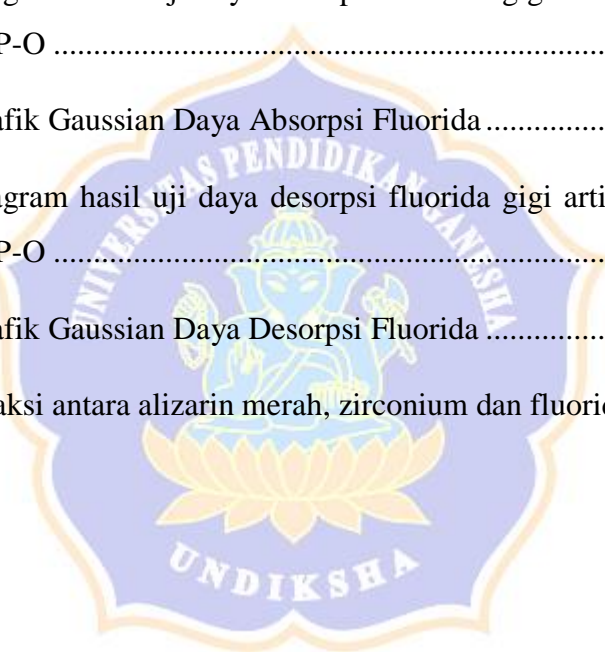
| | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Nilai modulus elastis untuk HA dan Jaringan Keras | 10 |
| Tabel 2.2. Fungsi komponen GI | 15 |
| Tabel 3.1. Komposisi campuran sol silika dan sol fosfat | 25 |
| Tabel 3.2. Perbandingan komposisi unsur-unsur dalam campuran sol silika dan sol fosfat..... | 25 |
| Tabel 4.1. Data pola serapan hasil sintesis silika dengan hidroksiapatit | 46 |
| Tabel 4.2. Hasil uji kekerasan gigi artifisial dengan satuan HV (<i>Hardness Vickers</i>)..... | 47 |
| Tabel 4.3. Hasil Uji Normalitas Kekerasan Gigi Artifisial..... | 50 |
| Tabel 4.4. Hasil Uji Homogenitas Gigi Artifisial | 50 |
| Tabel 4.5. Hasil Uji Two-Way Anova Kekerasan Gigi Artifisial..... | 51 |
| Tabel 4.6. Penetapan kadar fluorida terhadap absorpsi fluorida gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O | 53 |
| Tabel 4.7. Hasil uji daya absorpsi Fluorida Gigi Artifisial sistem Ca-Si-P-O.. | 54 |
| Tabel 4.8. Hasil Uji Friedman Absorpsi Fluorida Gigi Artifisial | 56 |
| Tabel 4.9. Penetapan kadar fluorida terhadap desorpsi fluorida gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O | 56 |
| Tabel 4.10. Hasil uji daya desorpsi fluoride gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O..... | 57 |
| Tabel 4.11. Hasil Uji Friedman Desorpsi Fluorida Gigi Artifisial | 59 |
| Tabel 4.12. Kadar Fluoride yang tersisa pada gigi artifisial | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1. Struktur Heksagonal Hidroksiapatit..... | 11 |
| Gambar 2.2. Struktur Monoklinik Hidroksiapatit..... | 11 |
| Gambar 2.3. Prinsip Kerja Alat Uji Kekerasan Microvickers | 14 |
| Gambar 2.4. Bagan Kerangka Berpikir..... | 18 |
| Gambar 3.1. Hubungan Antara Variabel | 20 |
| Gambar 3.2. Diagram alir penelitian..... | 22 |
| Gambar 4.1. Dokumentasi Hasil Pembuatan Gel Sistem Ca-Si-P-O dengan komposisi (a) 0:10, (b) 1:10, (c) 2:10, (d) 4:10, (e) 6:10, (f) 8:10, dan (g) 10:10 | 30 |
| Gambar 4.2. Dokumentasi Hasil Pembuatan Serbuk Sistem Ca-Si-P-O dengan komposisi (a) 0:10, (b) 1:10, (c) 2:10, (d) 4:10, (e) 6:10, (f) 8:10, dan (g) 10:10 | 31 |
| Gambar 4.3. Proses pencetakan gigi artifisial (a) pencampuran GIC dengan serbuk sistem Ca-Si-P-O; (b) Proses mencetak gigi artifisial; (c) Hasil pencetakan gigi artifisial..... | 32 |
| Gambar 4.4. Gigi Artifisial tanpa sintering dengan komposisi (a) 0:10; (b) 1:10; (c) 2:10; (d) 4:10; (e) 6:10; (f) 8:10; dan (g) 10:10..... | 33 |
| Gambar 4.5. Gigi Artifisial sintering pada suhu 200°C dengan komposisi (a) 0:10; (b) 1:10; (c) 2:10; (d) 4:10; (e) 6:10; (f) 8:10; dan (g) 10:10 | 33 |
| Gambar 4.6. (a) Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak <i>Match fullprof</i> berbantuan <i>monte carlo maille volume 4.23</i> menunjukkan bahwa struktur kristal dari gigi artifisial tersebut adalah monoklinik; (b) <i>Refinement</i> pola difraksi pada gigi artifisial dengan komposisi 0:10 (tanpa sintering)..... | 34 |

- Gambar 4.7. (a) Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak *Match fullprof* berbantuan *monte carlo maille volume 4.23* menunjukkan bahwa struktur kristal dari gigi artifisial tersebut adalah monoklinik; (b) *Refinement* pola difraksi pada gigi artifisial dengan komposisi 0:10 (sintering pada suhu 200°C)35
- Gambar 4.8. (a) Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak *Match fullprof* berbantuan *monte carlo maille volume 4.23* menunjukkan bahwa struktur kristal dari gigi artifisial tersebut adalah monoklinik; (b) *Refinement* pola difraksi pada gigi artifisial dengan komposisi 10:10 (tanpa sintering).....36
- Gambar 4.9 (a) Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak *Match fullprof* berbantuan *monte carlo maille volume 4.23* menunjukkan bahwa struktur kristal dari gigi artifisial tersebut adalah ortorombik; (b) *Refinement* pola difraksi pada gigi artifisial dengan komposisi 10:10 (sintering suhu 200°C).....38
- Gambar 4.10. Gambar mikrostruktur gigi artifisial dengan komposisi 0:10 (tanpa sintering) dengan SEM pemebesaran 50.000 x dan telah dikonfirmasi memiliki struktur monoklinik.....39
- Gambar 4.11. Gambar mikrostruktur gigi artifisial dengan komposisi 10:10 (tanpa sintering) dengan SEM pemebesaran 50.000 x dan telah dikonfirmasi memiliki struktur monoklinik.40
- Gambar 4.12. Gambar mikrostruktur gigi artifisial dengan komposisi 0:10 (sintering suhu 200°C) dengan SEM pemebesaran 50.000 x dan telah dikonfirmasi memiliki struktur monoklinik.41
- Gambar 4.13. Gambar mikrostruktur gigi artifisial dengan komposisi 10:10 (sintering suhu 200°C) dengan SEM pemebesaran 50.000 x dan telah dikonfirmasi memiliki struktur ortorombik.....42
- Gambar 4.14 (a) Hasil uji FTIR komposisi 0:10 tanpa sintering, (b) Hasil uji FTIR komposisi 0:10 sintering suhu 200°C, (c) Hasil uji FTIR komposisi

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10:10 tanpa sintering, (d) Hasil uji FTIR komposisi 10:10 sintering suhu 200°C | 45 |
| Gambar 4.15. Grafik nilai kekerasan gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O berbagai komposisi | 49 |
| Gambar 4.16. Pengukuran panjang gelombang maksimum pereaksi Alizarin merah-Asam Zirkonil..... | 52 |
| Gambar 4.17. Kurva Kalibrasi Larutan Natrium Fluorida dengan Pereaksi Alizarin Merah-Asam Zirkonil | 52 |
| Gambar 4.18. Diagram hasil uji daya absorpsi fluorida gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O | 55 |
| Gambar 4.19. Grafik Gaussian Daya Absorpsi Fluorida | 55 |
| Gambar 4.20. Diagram hasil uji daya desorpsi fluorida gigi artifisial sistem Ca-Si-P-O | 58 |
| Gambar 4.21. Grafik Gaussian Daya Desorpsi Fluorida | 59 |
| Gambar 4.22. Reaksi antara alizarin merah, zirconium dan fluoride | 66 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian..... | 71 |
| Lampiran 2. Hasil Analisis Struktur Kristal dengan XRD | 73 |
| Lampiran 3. Hasil <i>Refinement</i> pola difraksi XRD | 77 |
| Lampiran 4. Hasil Analisis SEM | 80 |
| Lampiran 5. Hasil Analisis FTIR..... | 84 |
| Lampiran 6. Hasil Uji Kekerasan..... | 88 |
| Lampiran 7. Panjang Gelombang Maksimum Fluorida..... | 89 |
| Lampiran 8. Perhitungan Daya Absorpsi-Desorpsi Fluorida..... | 90 |
| Lampiran 9. Perhitungan Perbandingan Mol..... | 92 |
| Lampiran 10. Hasil Analisis Data menggunakan Two Way Anova dan Friedman | 93 |

