

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *D*CPA (*D*ICALCIUM  
*P*HOSPHATE *A*NHYDROUS) TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN  
STRUKTUR BIOKERAMIK GIGI TIRUAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**MUH. ARSYAD RIDWAN**

**H211 16 310**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *DCPA (DICALCIUM  
PHOSPHATE ANHYDROUS)* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN  
STRUKTUR BIOKERAMIK GIGI TIRUAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada Program Studi Fisika Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**MUH. ARSYAD RIDWAN  
H211 16 310**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *DCPA (DICALCIUM PHOSPHATE ANHYDROUS)* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR BIOKERAMIK GIGI TIRUAN**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUH. ARSYAD RIDWAN**

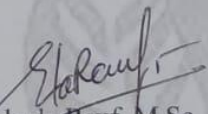
**H21116310**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 19 Agustus 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,


  
Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc

NIP. 196006241986012001

  
Prof. Dr. Dahlan Tahir, M.Si

NIP.197509072000031006

Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. Arifin, M.T

NIP. 196705201994031002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh.Arsyad Ridwan  
NIM : H21116310  
Program Studi : Fisika  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **Analisis Pengaruh Penambahan DCPA (Dicalcium Phosphate Anhydrous) Terhadap Kekuatan Mekanik Dan Struktur Biokeramik Gigi Tiruan**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Muh. Arsyad Ridwan

## ABSTRAK

Telah dilakukan analisis pengaruh penambahan DCPA terhadap kekuatan mekanik, struktur, dan komposisi biokeramik kerang darah. Penelitian ini dilakukan menggunakan kerang darah, yang sebelumnya disintesis menjadi HAp, serta DCPA lalu PVA sebagai yang perekat kemudian dikeringkan pada suhu 120°C selama 4 jam. Komposisi penambahan DCPA secara berturut-turut yaitu 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, dan 50%. Biokeramik diuji kekuatan mekaniknya menggunakan *Shore Hardness A*. Sifat struktur dianalisis menggunakan XRD, kemudian komposisi dianalisis menggunakan XRF. Hasil yang diperoleh untuk kekuatan mekanik menunjukkan pelemahan kekerasan setiap penambahan DCPA, untuk struktur menunjukkan difraksi HAp dan  $\beta$ -CPP, untuk komposisi menunjukkan penurunan kadar SrO pada setiap penambahan DCPA.

Kata Kunci: Biokeramik, kerang darah, HAp, DCPA, PVA, nilai kekerasan, XRD, XRF.

## ABSTRACT

*An analysis of the effect of adding DCPA on the mechanical strength, structure, and bioceramic composition of blood clams has been carried out. This research was conducted using blood clams, which were previously synthesized into HAp, as well as DCPA and then PVA as adhesives and then dried at 120°C for 4 hours. The composition of the addition of DCPA was 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, and 50%, respectively. Bioceramics were tested for mechanical strength using Shore Hardness A. Structural properties were analyzed using XRD, then composition was analyzed using XRF. The results obtained for the mechanical strength showed a decrease in hardness with each addition of DCPA, for the structure showed diffraction of HAp and  $\beta$ -CPP, for the composition showed a decrease in SrO levels with each addition of DCPA.*

*Keywords: Bioceramics, blood clams, HAp, DCPA, PVA, hardness value, XRD, XRF.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “**Analisis Pengaruh Penambahan DCPA (*Dicalcium Phosphate Anhydrous*) Terhadap Kekuatan Mekanik Dan Struktur Biokeramik Gigi Tiruan**”. Berbagai upaya telah dilakukan penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains.

Dalam penyelesaian skripsi penulis telah mengalami berbagai hambatan dan menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini terjadi karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Namun atas kehendaknya hambatan tersebut berhasil dilalui oleh penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orangtua (**alm. Ayah Mardin A.md dan Mama Indriany, S.S.**) yang saya cintai dan saya kasihi yang telah melahirkan serta membesarkan penulis tanpa mengenal lelah membimbing dan memotivasi penulis untuk menjadi lebih baik dan tidak pernah memutuskan doanya dan senantiasa mendukung baik berupa moril maupun materiil. Semoga Allah senantiasa memberikan rahmat kesehatan dan selalu meridhai penulis untuk senantiasa membahagiakan dan membanggakan beliau.
2. Kepada kakek dan nenek (**alm. H. Haruna Dg.Gassing dan Hj. Mastura dg. Kanang**) yang saya cintai yang telah mengasuh penulis sejak sekolah dasar dan mendampingi penulis sampai sekarang yang tidak pernah memutuskan doanya kepada penulis, semoga Allah senantiasa memberi kesehatan meridhai untuk penulis senantiasa membahagiakan dan membanggakan beliau.
3. Kepada adik (**Muh. Ikram Al-Rasyid**), yang senantiasa mendampingi penulis, sepupu-sepupu (**Hilal, Hilmi, Agil, Abi, Aura, Aan**) yang senantiasa meramaikan rumah penulis, **Tante Lely, Tante Lela** dan **Om Hidayat** yang mensupport penulis baik moril maupun materiil.

4. Kepada keluarga besar (**Keluarga besar alm. H. Haruna Dg. Gassing**) dan (**Keluarga besar alm. H. Laode Hamdini**) yang mohon maaf penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan motivasi untuk penulis.
5. **Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc** dan **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si** selaku Pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi serta saran yang sangat membangun selama melakukan penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini.
6. **Prof. Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc** dan **Dr. Sri Dewi Astuti Ilyas, M.Si** selaku penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran kepada penulis terkait tugas akhir yang dilakukan.
7. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T**, selaku ketua Departemen Fisika, serta **Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta masukan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Bapak/Ibu **Staf FMIPA UNHAS**, Khususnya kepada **Staf Departemen Fisika UNHAS; Pak Syukur, Bu Rana, Bu Evi** yang telah membantu penulis dalam menghadapi persoalan administrasi tugas akhir.
9. Kepada teman-teman seperjuangan **Fisika angkatan 2016 (Aii, Aldin, Angra, Afni, Arif, Arya, Cahya, Dayah, Dewa, Ekki, Evi, Faras, Fina, Firda, Hilda, Ida, Tama, Indri, Kevin, Lili, Lina, Mawar, Mute, Muzul, Novi, AACT, Patrik, Rara, Riri, Sita, Wajan, Widy, Winda)** Terimakasih telah mengukir cerita bersama-sama, banyak cerita telah dilalui bersama semoga menjadi kenangan indah untuk kita semua. Bersama-sama dari maba, hingga sekarang satu persatu telah menyelesaikan masa studinya.
10. Kepada kakak **Nur Inayatul Mutmainnah S.Si M.Si**, kakak **Nur Awaliyah Muhammad S.Si**, dan kakak **Rahma Anugrahwidya S.Si, M.Si** yang senantiasa memberikan saran kepada penulis tentang tugas akhir yang dikerjakan.



11. Kepada anggota **Laboratorium Material dan Energi (Rial, Roni, Fakhri, Rahmah, Inna, Fitria, Ardi)** yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
12. Kepada teman-teman **KKN DAS Jeneberang Kel. Tetebatu (Jumi, Ririn, Resty, Asmi, Yasin, kk Sophiara Umar)** rekan mendata warga kel. Tetebatu yang telah memberikan penulis salah satu pengalaman tak terlupakan selama perkuliahan.
13. Teman angkatan **PSM-Unhas 2017 (Meldrix, Chyntia, Rezal, Besse, Anya, Grace, Patrick, Mawar, Huma, Firman, dll)** sebagai rekan dalam mengikuti berbagai macam acara dan kepanitiaan dalam paduan suara. Hal tersebut juga menjadi salah satu pengalaman yang tak terlupakan bagi penulis.
14. Kepada teman dekat penulis (**Andar, Um, Bella, Ade, Upik, Farid**) yang senantiasa menghibur serta mensupport penulis dalam menjalani perkuliahan hingga tahap penyelesaian tugas akhir.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan kontribusi dalam menyelesaikan skripsi. Semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Amin.

Makassar, 19 Agustus 2021

Muh. Arsyad Ridwan

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
II.1 Keramik.....	4
II.2 Biokeramik dan Keramik Gigi .....	5
II.3 Cangkang Kerang .....	5
II.4 Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ).....	6
II.5 <i>Dicalcium Phospate Anhidrous/ Monetit</i> .....	7
II.6 Resin Akrilik .....	8
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	10
III.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	10
III.3 Prosedur Penelitian.....	10
III.3.1 Pembuatan Bubuk Kerang .....	10
III.3.2 Pembuatan Hidroksiapatit .....	11
III.3.2.1 Sintesis CaO.....	11
III.3.2.2 Sintesis Hidroksiapatit.....	11
III.3.3 Pembuatan Perekat PVA 5% .....	12

III.3.4	Penyiapan Bubuk DCPA.....	12
III.3.5	Pembuatan <i>Mold</i> .....	13
III.3.6	Penyiapan Material Biokeramik HAp-DCPA.....	13
III.3.7	Pembentukan Biokeramik HAp-DCPA .....	13
III.3.8	Pengeringan Biokeramik HAp-DCPA.....	14
III.3.9	Pelapisan Biokeramik HAp-DCPA Menggunakan Resin Akrilik .....	14
III.3.10	Pengujian Biokeramik HAp-DCPA.....	14
III.3.10.1	Uji Kekerasan.....	14
III.3.11	Karakterisasi Biokeramik HAp-DCPA.....	15
III.3.11.1	XRF .....	15
III.3.11.2	XRD.....	15
III.4	Bagan Alir.....	16
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
IV.1	Komposisi Kimia Bubuk Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) ....	17
IV.2	Hasil Hidroksiapatit .....	17
IV.3	Sintering DCPA .....	20
IV.4	Karakterisasi Biokeramik HAp-DCPA .....	21
IV.5	Kekuatan Mekanik Biokeramik HAp-DCPA.....	26
IV.5.1	Harga Kekerasan.....	26
<b>V.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>28</b>
V.1	Kesimpulan.....	28
V.2	Saran.....	28
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>29</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>35</b>
<b>A.</b>	<b>Lampiran Alat .....</b>	<b>35</b>
<b>B.</b>	<b>Lampiran Bahan.....</b>	<b>37</b>
<b>C.</b>	<b>Lampiran Analisis Data .....</b>	<b>38</b>
<b>D.</b>	<b>Lampiran Dokumentasi Pengerjaan.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Kerang darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Struktur kimia 2D dan 3D dari DCPA .....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Struktur kimia 2D dan 3D dari CPP.....	8
<b>Gambar 2.4</b>	Tahapan Polimerisasi PMMA.....	9
<b>Gambar 3.1</b>	Bagan Alir Penelitian .....	16
<b>Gambar 4.1</b>	Fisis CaO (i) 700°C 5 jam, (ii) 800°C 5 jam.....	17
<b>Gambar 4.2</b>	Fisis Hidroksiapatit .....	18
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik XRD Hidroksiapatit .....	19
<b>Gambar 4.4</b>	DCPA (atas) dan Biokeramik DCPA (bawah) (a) tanpa sintering (i) (b) sintering 300°C (ii), 400°C (iii), 500°C (iv), 600°C (v). (c) sintering 700°C (vi), 800°C (vii), 900°C (viii), 1000 °C (ix). .....	20
<b>Gambar 4.5</b>	Fisis Biokeramik HAp-DCPA; Atas (i) A1, (ii) A5. Bawah (iii) A2, (iv) A3, (v) A4.....	21
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik XRD Sampel A1, A3, A5.....	24
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik D (ukuran kristal, nm) XRD Sampel A1, A3, A5.....	25
<b>Gambar 4.8</b>	(a) Penampakan atas sampel biokeramik HAp-DCPA A1-A5 ((i)-(v)) dan (b) Perbandingan besar penambahan DCPA (% wt) dengan kekerasan (kg/mm <sup>2</sup> ) .....	26

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang.....	5
<b>Tabel 2.2</b>	Sifat kimia dan fisika DCPA .....	7
<b>Tabel 3.1</b>	Komposisi Bahan .....	13
<b>Tabel 4.1</b>	Komposisi kimia bubuk kerang darah.....	17
<b>Tabel 4.2</b>	Komposisi kimia bubuk kerang darah hasil sintering .....	18
<b>Tabel 4.3</b>	Komposisi Kimia Hidroksiapatit .....	19
<b>Tabel 4.4</b>	Komposisi Kimia Biokeramik HAp-DCPA .....	22
<b>Tabel C.1</b>	Susut Bakar CaO.....	39
<b>Tabel C.2</b>	Rata-rata efisiensi HAp .....	39
<b>Tabel C.3</b>	Rata-rata Susut Bakar Biokeramik HAp-DCPA.....	40
<b>Tabel C.4</b>	Puncak-puncak deteksi sampel A1, A3, dan A5.....	49
<b>Tabel C.5</b>	Nilai D HAp Ca/P 1.94.....	50
<b>Tabel C.6</b>	Nilai D sampel A1 (0% wt DCPA).....	52
<b>Tabel C.7</b>	Nilai D sampel A3 (25% wt DCPA) .....	53
<b>Tabel C.8</b>	Nilai D sampel A5 (50% wt DCPA).....	56
<b>Tabel C.9</b>	Nilai D rata rata total.....	59
<b>Tabel C.10</b>	Harga kekerasan shore hardness A .....	65
<b>Tabel C.11</b>	Harga kekerasan brinell (kg/mm <sup>2</sup> ) .....	65
<b>Tabel C.12</b>	Harga kekerasan vickers (kg/mm <sup>2</sup> ).....	66

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Teknologi keramik gigi adalah salah satu bidang yang berkembang paling pesat. Pada tahun 1817, Planteau seorang dokter gigi Perancis memperkenalkan gigi porselen ke Amerika Serikat melalui seorang seniman, yang kemudian mengembangkan produksi gigi porselen secara komersial pada tahun 1825 oleh Stockton<sup>[1]</sup>. Material baru untuk restorasi keramik terus dikembangkan setiap tahun, dan jumlah keramik gigi terus meningkat. Sesuai laporan yang dirilis oleh *American Dental Association* pada tahun 2017, total pengeluaran gigi AS mengamati pertumbuhan dari USD 84,56 miliar pada tahun 2000 menjadi USD 129,12 miliar pada tahun 2017. Peningkatan pengeluaran untuk perawatan mulut kemungkinan akan mendorong permintaan produk dalam aplikasi gigi<sup>[2]</sup>.

Dari segi estetika, keramik merupakan salah satu material terbaik. Sistem restorasi keramik memiliki sifat optik yang lebih baik dan respons periodontal yang lebih baik daripada restorasi keramik-logam karena keramik-logam mengurangi transmisi cahaya yang masuk sehingga gigi tiruan, gusi dan sekitarnya terlihat lebih gelap<sup>[3]</sup>. Pada awal 1903, Charles Land memperkenalkan restorasi keramik dan menggunakannya sebagai mosaik, tataan, dan restorasi mahkota. Kurangnya pemahaman tentang syarat-syarat bahan yang tahan/kokoh di rongga mulut, minimnya teknologi pemrosesan keramik dan kurangnya perekat pembentuk gigi tiruan adalah alasan utama kegagalan dalam perawatan akan keramik gigi tiruan<sup>[4]</sup>.

*Porcelain* digunakan sebagai bahan untuk mahkota jaket, mahkota jembatan, inlei, onlei, vinir dan anasir gigi. *Porcelain* dipilih karena sifatnya yang keras, kuat dan tahan aus. *Porcelain* juga memiliki nilai estetika yang sangat baik, karena warnanya yang bening sangat cocok dengan warna gigi asli<sup>[5]</sup>.

Keramik gigi memiliki keunggulan estetika, namun merupakan bahan yang rapuh dan mudah pecah di bawah tekanan oklusal/tekanan gigit, sehingga diperlukan suatu bahan alternatif yang dapat memenuhi estetika dan tahan

terhadap tekanan gigi. Dengan berkembangnya material gigi, material keramik hibrid ditemukan pada tahun 2013. Keramik hibrid merupakan contoh keramik yang tahan terhadap tekanan gigit, dikarenakan adanya material keramik dan material komposit yang terdapat didalamnya. Selain elastisitas tinggi, inovasi keramik hibrida juga menjamin kekuatan yang tinggi. Bahan ini cocok untuk restorasi mahkota posterior dan juga dapat membuat ketebalan dinding restorasi menjadi tipis<sup>[4]</sup>.

Berdasarkan data Administrasi Umum Perikanan Tangkap tahun 2011, produksi kerang Indonesia mencapai 34.929 ton pada tahun 2010. Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis kerang paling produktif, dengan total produksi 34.482 ton. Namun penggunaan kerang darah biasanya sebatas konsumsi daging, dan cangkangnya terbuang percuma. Padahal sumber kalsium pada limbah kerang-kerangan relatif besar, terhitung sekitar 98%. Jika cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dimanfaatkan secara efektif, maka dapat meningkatkan nilai ekonomi untuk dikembangkan sebagai sumber protein dan mineral yang kemudian memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia<sup>[6]</sup>.

Dikalsium fosfat anhidrat atau dengan nama lain DCPA merupakan salah satu fase dari kalsium fosfat yang biasa digunakan sebagai *additive* atau zat tambahan dalam pakan ternak. DCPA terdiri atas ion  $\text{Ca}^{+2}$  dan anion  $\text{HPO}_4^{2-}$ . DCPA / Monetit adalah bagian penting dari semen tulang tertentu dan juga digunakan dalam industri pasta gigi, permen karet, dan pengolahan makanan. Selain itu, ini telah lama digunakan sebagai fase prekursor untuk sintesis HAp<sup>[7]</sup>.

Berbagai macam keramik gigi berbahan dasar limbah biologis dibuat. Contohnya dari Nurwahidah (2016) dengan *Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida Terhadap Sifat Mekanik Pada Bahan Keramik Gigi Tiruan* –nya yang menggunakan cangkang telur. Latifah, N (2018) dengan *Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Simping Terhadap Kualitas Fisis Basis Gigi Tiruan* –nya yang menggunakan kerang simping sebagai komponen tambahan dari keramik. Dan dari Syamsuddin. (2017) dengan *Sintesis dan Karakterisasi Biokeramik Tulang sebagai Bahan Implant dengan Metode Sintering* –nya yang menggunakan tulang sapi sebagai bahan dasar untuk pembuatan biokeramik.

Dalam melaksanakan penelitian ini, material biokeramik dibuat dari Hidroksiapatit kerang darah dan DCPA yang mana material tersebut dicampur menggunakan PVA konsentrasi 5% lalu dicetak pada cetakan aluminium. Selanjutnya material biokeramik dikeringkan dengan *furnace*. Kemudian biokeramik yang telah dikeringkan dilapisi dengan resin akrilik lalu diuji menggunakan *Shore Hardness A*, dan yang terakhir dikarakterisasi menggunakan XRF dan XRD. Data kemudian dianalisa untuk menentukan seberapa besar pengaruh DCPA terhadap kekerasan, struktur, dan komposisi dari biokeramik kerang darah.

### **I.2 Rumusan Masalah**

1. Apa komposisi dasar dari kerang darah (*Anadara granosa*)?
2. Bagaimana pengaruh kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekerasan, struktur, dan komposisi dari biokeramik?
3. Bagaimana pengaruh penambahan DCPA terhadap kekerasan, struktur, dan komposisi dari biokeramik kerang darah (*Anadara granosa*)?

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis data komposisi dasar kerang darah (*Anadara granosa*).
2. Menganalisis data pengaruh kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekerasan, struktur, dan komposisi dari biokeramik.
3. Menganalisis data pengaruh penambahan DCPA terkait kekerasan, struktur, dan komposisi dari biokeramik kerang darah (*Anadara granosa*).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Keramik**

Keramik berasal dari bahasa Yunani “keramos” yang memiliki arti yang berbeda-beda. Definisi keramik itu sendiri ada tiga macam, yaitu <sup>[8]</sup>:

- a) Bahan atau mineral yang terbuat dari tanah liat yang dibakar.
- b) Material anorganik yang tersusun atas unsur logam dan non logam yang berkaitan ionik atau kovalen.
- c) Semua material yang bersifat keras, rapuh, tahan panas, dan tahan korosi serta mengandung satu atau lebih unsur logam termasuk oksigen.

Keramik merupakan paduan logam yang terikat secara ionik dan kovalen. Berdasarkan fungsinya keramik dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

- 1) Keramik tradisional, yaitu: keramik yang banyak digunakan untuk produk-produk yang sederhana, seperti: bahan-bahan abrasif refraktori (tahan panas), gelas, porselin dan bahan bangunan seperti beton, lantai dan lain-lain.
- 2) Keramik modern, penggunaannya pada teknologi canggih atau alat-alat teknik. Keramik modern memiliki sifat-sifat listrik, sifat mekanik, dan sifat termal yang baik, sehingga digunakan untuk teknologi canggih.

Keunggulan keramik sebagai bahan industri dibandingkan logam antara lain tidak bersifat korosif, ringan, kaku, kokoh, dan stabil pada suhu tinggi. Keramik awalnya dibuat secara tradisional dari mineral alam, namun sekarang keramik dapat dibuat secara sintetis menggunakan bahan-bahan kimia tertentu. Keramik memiliki banyak fungsi, dulunya hanya digunakan sebagai barang pecah belah dan tembikar, namun sekarang telah menjadi industri yang cukup besar dengan aplikasi yang bermanfaat, seperti keramik bahan isolasi listrik, peralatan pabrik, dan lain sebagainya.

## II.2 Biokeramik dan Keramik Gigi

Biokeramik adalah keramik biokompatibel atau bahan oksida logam dengan kemampuan penyegelan yang ditingkatkan, aktivitas antibakteri dan antijamur, dan dapat digunakan dalam bidang medis dan gigi. Biokeramik ini memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai jaringan manusia atau menyerap dan meningkatkan regenerasi jaringan alami<sup>[9]</sup>.

Salah satu cara yang lebih sederhana untuk mengklasifikasikan biokeramik adalah sebagai berikut:

*Bioinert* : non-interaktif dengan sistem biologis (Alumina, zirkonia)

*Bioactive* : jaringan tahan lama yang dapat mengalami interaksi antarmuka dengan jaringan sekitarnya (gelas bioaktif, keramik kaca bioaktif, hidroksiapatit, kalsium silikat)

*Biodegradable* : larut atau *resorbable*, akhirnya diganti atau dimasukkan ke dalam jaringan (*Tricalcium phosphate*, *Bioactive glasses*).

## II.3 Cangkang Kerang

Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan yaitu mengandung zat kapur (CaO), Alumina dan silika. Adapun komposisi kimia serbuk cangkang kerang seperti pada **Tabel 2.1**<sup>[10]</sup>.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komposisi kimia cangkang kerang	Kadar % Berat	
	(Maryam, 2006) 47.4937 gr, 800°C	(Syafpoetri, 2013) 130.0026 gr, 700°C
CaO	66.70	55.10
SiO <sub>2</sub>	7.88	0.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.46
MgO	22.28	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.25	0.06

Upaya lain yang bisa dilakukan untuk menambah nilai dari limbah cangkang kerang adalah memanfaatkannya sebagai material biokeramik jenis kalsium fosfat. Material biokeramik jenis kalsium fosfat secara mineralogi bisa berbentuk

hidroksiapatit (HAp),  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP), dan *biphasic calcium phosphate* (BCP). Material biokeramik terbentuk dari prekursor kapur dan asam fosfat. Prekursor kapur lainnya bisa didapatkan dari cangkang kepiting darah dan siput laut, cangkang telur, cangkang keong, cangkang kerang hijau, cangkang tutut, cangkang tiram, kerang kowok (*tiger cowrie*), cangkang kepiting, cangkang kerang darah, cangkang keong remis, dan cangkang tiram mutiara<sup>[11]</sup>.

#### II.4 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kingdom	: Animalia
Sub Kingdom	: Metazoa
Filum	: Mollusca
Kelas	: Bivalvia
Sub Kelas	: Pteriomorphia
Ordo	: Arcoida
Super Famili	: Arcoidea/ Aracea
Famili	: Archidae
Genus	: <i>Anadara</i>
Species	: <i>Anadara granosa</i>

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis kerang yang terdapat di pantai laut pada substrat lumpur berpasir dengan kedalaman 1-30 m. Pada **Gambar 2.1** menunjukkan morfologi kerang darah dimana terlihat bahwa kerang darah memiliki cangkang yang lebih tebal, lebih kasar, lebih bulat dan bergerigi di bagian puncaknya serta tidak ditumbuhi oleh rambut-rambut, mempunyai 2 keping cangkang yang tebal, elips dan kedua sisi sama, cangkang berwarna putih ditutupi periostrakum yang berwarna kuning kecoklatan sampai coklat kehitaman, serta dagingnya yang berwarna merah darah. Itulah alasan dibalik nama kerang darah. Kerang dewasa berukuran sekitar 6-9 cm<sup>[12]</sup>



**Gambar 2.1** Kerang darah (*Anadara granosa*)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bharatham, H *et.al* (2014) menyatakan bahwa komposisi mineral dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) di sekitar Selangor Semenanjung Malaysia terdiri atas: CaC (*Calcium Carbonate*) 95.7%, Mg 0.13%, Na 2.1%, Fe 1.4% dan lainnya (Cu, Ni, B, Zn, dan Si) sebesar 0.54%<sup>[13]</sup>. Salah satu pemanfaatan dari kerang darah yakni membantu menumbuhkan sel-sel tulang, efektif untuk meningkatkan osteoblas dalam proses penyembuhan tulang<sup>[14]</sup> dimana kerang darah disini memiliki sifat *bioactive*.

## II.5 Dicalcium Phosphate Anhydrous/ Monetit

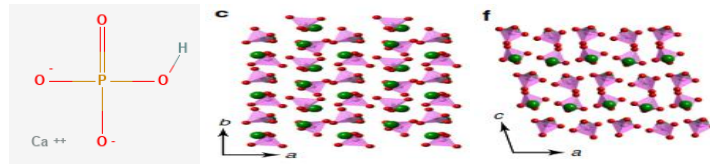
**Tabel 2.2** Sifat kimia dan fisika DCPA<sup>[15-16]</sup>

Rumus Kimia	CaHPO <sub>4</sub>
Berat Molekul	136.06 g/mol
Densitas	2.92 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	370 °C
Titik Didih	Terdekomposisi
Penampilan	Bubuk kristal putih
Bau	Tidak berbau
Rasa	Tidak berasa
Kelarutan	0.03gr/mL dalam air
Keasaman/ Ph	7 (20° C, 10 g / L dalam suspensi H <sub>2</sub> O)
Titik Nyala	Tidak dapat terbakar

Kalsium hidrogen fosfat (DCPA) / Monetit bubuk anhidrat adalah bubuk mikrokristalin putih, tidak berbau, dan tidak berasa yang dapat digunakan sebagai suplemen mineral dan pelembut adonan<sup>[17]</sup>. Pada bidang Biokeramik, telah dibuat Biokeramik berbasis Monetit *Self-Setting Injectable* pintar untuk Aplikasi Ortopedi. Biokeramik tersebut menunjukkan pertumbuhan sel pre-osteoblas pada jaringan di sekitarnya ketika dibandingkan dengan hidroksiapatit sebagai kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa monetit ini bersifat *bioactive* <sup>[18]</sup>.

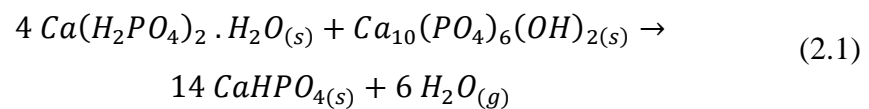
Pada **Gambar 2.2** menunjukkan ikatan antar atom dan susunan kristal dari DCPA dimana, atom fosfor berwarna putih, atom oksigen berwarna merah, atom

kalsium berwarna hijau dan atom hidrogen berwarna merah, namun ukurannya lebih kecil dari atom oksigen.

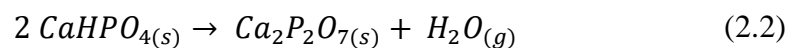


**Gambar 2.2** Struktur kimia 2D dan 3D dari DCPA

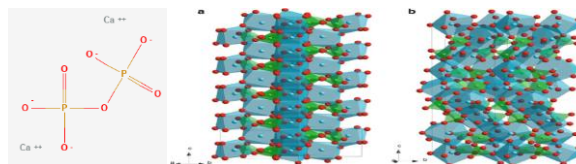
Monetit dapat dibuat secara sintesis, salah satu caranya yakni mencampur garam kalsium asam (*monocalcium phosphate monohydrate*  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) dan garam kalsium dasar (kalsium hidroksiapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) dalam kondisi aktivasi mekanis sesuai pada reaksi kimia (2.1)<sup>[19]</sup>:



Monetit/DCPA dapat berubah menjadi  $\gamma$ -kalsium pirofosfat ( $\gamma$ -CPP) pada suhu  $451^\circ\text{C}$ ,  $\beta$ -kalsium pirofosfat ( $\beta$ -CPP) pada suhu  $800/850^\circ\text{C}$ <sup>[20]</sup>, dan  $\alpha$ -kalsium pirofosfat ( $\alpha$ -CPP) pada suhu  $1140-1179^\circ\text{C}$ <sup>[21]</sup>, dengan reaksi kimia (2.2):



Pada **Gambar 2.3** menunjukkan ikatan antar atom dan susunan kristal dari kalsium pirofosfat, untuk opsi **a.** pada gambar menunjukkan susunan kristal  $\alpha$ -kalsium pirofosfat ( $\alpha$ -CPP), dan untuk opsi **b.** menunjukkan susunan kristal  $\beta$ -kalsium pirofosfat ( $\beta$ -CPP) dimana untuk atom yang berwarna merah merupakan atom oksigen, atom yang berwarna putih merupakan atom fosfor, dan atom yang berwarna hijau merupakan atom kalsium.



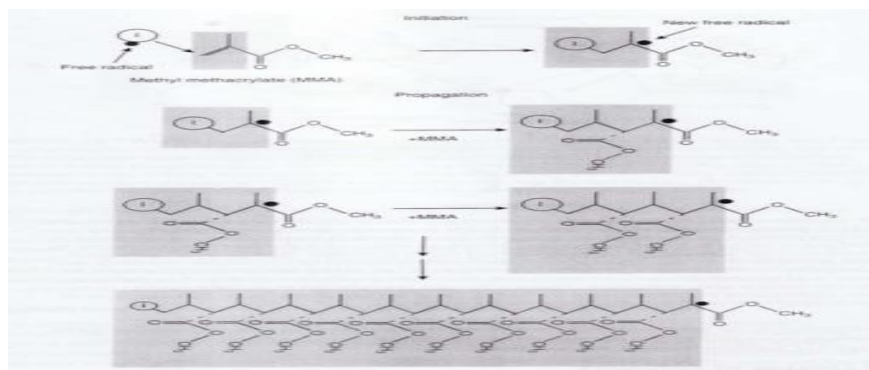
**Gambar 2.3** Struktur kimia 2D dan 3D dari CPP

## II.6 Resin Akrilik

Resin akrilik dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan aktivasi ikatan polimernya, yaitu resin akrilik *cold cured/self-cured*, *light cured*, dan *heat cured*.

Material basis gigi tiruan yang paling banyak digunakan adalah resin akrilik berbasis polimetil metakrilat (PMMA)<sup>[22]</sup>.

Kelebihan PMMA digunakan sebagai bahan dasar gigi tiruan seperti: Kemudahan pemrosesan, dapat diberi pewarna, kekuatan yang memadai, mudah diperbaiki setelah patah, penyerapan air rendah, kelarutan rendah, toksisitas relatif rendah, tidak berbau dan tidak berasa. Kekurangan PMMA seperti: Penyusutan polimerisasi besar, koefisien ekspansi termal tinggi, radiolusen(tidak terlihat sinar-x), terjadi kemungkinan alergi<sup>[23]</sup>.



**Gambar 2.4** Tahapan polimerisasi PMMA

Terlihat pada **Gambar 2.4** yakni tahapan PMMA dalam membentuk rangkaian polimer. Tahapannya yakni<sup>[24]</sup>:

- Aktivasi (Induksi) :** Untuk memulai proses polimerisasi, haruslah terdapat radikal bebas. Radikal bebas dapat dihasilkan dengan mengaktifkan molekul monomer dengan sinar UV, sinar biasa, panas, atau pengalihan energi dan komposisi lain yang bertindak sebagai radikal bebas.
- Inisiasi (Penyebaran) :** Reaksi rantai harus berlanjut dengan terbentuknya panas, sampai semua monomer telah diubah menjadi polimer. Meskipun demikian, reaksi polimerisasi tidak pernah sempurna.
- Propagasi (Pengalihan rantai) :** Reaksi rantai dapat diakhiri dengan baik dengan cara penggabungan langsung atau pertukaran atom hidrogen dari satu rantai yang tumbuh ke rantai yang lain.
- Terminasi (Pengakhiran) :** Keadaan aktif diubah dari satu radikal aktif menjadi suatu molekul tidak aktif, dan tercipta molekul baru untuk pertumbuhan selanjutnya.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Kegiatan penelitian berlangsung pada Lab Material dan Energi Universitas Hasanuddin, Laboratorium XRD-XRF *Science Building* Universitas Hasanuddin dan Laboratorium Kalibrasi PT.Global Quality Indonesia Cab. Makassar dari Bulan Juni 2020 – Juni 2021.

#### **III.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Untuk alat yakni: *Analytical Balance*, tabung ukur, *magnetic stirrer*, wadah keramik, *furnace*, corong kaca, ayakan 200 mesh, gelas ukur, mortal, spatula, pipet tetes, cobek batu, palu, pinset, kain, mistar, XRF, XRD Shimadzu 7000, *Shore Durometer Hardness A*, komputer.

Untuk bahan yakni: bubuk DCPA, Cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*), Diammonium Fosfat (DAP), Polivinil Alkohol (PVA), akuades, *aluminium foil*, tisu, kertas saring Whatman no.42, bubuk PMMA, monomer MMA, lem silikon, gabus, plastik klip, label, botol 100 ml, sabun cuci piring.

#### **III.3 Prosedur Penelitian**

##### **III.3.1 Pembuatan Bubuk Kerang**

Kerang darah yang didapatkan pada daerah tepi pantai Gusung Laelae Caddi, Makassar dengan koordinat 5°07'16.1"S 119°23'45.3"E dilakukan penyortiran antara kerang darah dengan yang bukan kerang darah. Lalu kerang dicuci pada air mengalir. Selanjutnya kerang kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 1 jam. Setelah 1 jam, kerang lalu ditaruh pada cobek batu dan kemudian dihancurkan menggunakan palu, sebelumnya pada cobek batu dialasi kain. Lalu kerang yang telah hancur ditepuk-tepuk pada pinggir cobek agar bubuk kerang yang halus tertapis oleh kain. Bubuk kerang yang dihasilkan ditaruh dalam wadah.