

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI CANGKANG KERANG PENSI  
(*Corbicula Moltkiana*) DARI DANAU MANINJAU TERHADAP  
KELENTURAN GIGI TIRUAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



Oleh :

**ARNI SOPIANTI**

**NIM. 17034004/2017**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2021**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### **Pengaruh Variasi Komposisi Cangkang Kerang Pensi (*Corbicula Moltkiana*) Dari Danau Maninjau Terhadap Kelenturan Gigi Tiruan**

Nama : Arni Sopianti  
NIM : 17034004  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

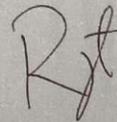
Padang, 9 November 2021

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M.Si  
NIP. 196901201993032 002

Disetujui Oleh  
Pembimbing



Dr. Riri Jonuarti, S.Pd, M.Si  
NIP.198701272012012002

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Arni Sopianti  
NIM : 17034004  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### Pengaruh Variasi Komposisi Cangkang Kerang Pensi (*Corbicula Moltkiana*) Dari Danau Maninjau Terhadap Kelenturan Gigi Tiruan

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 9 November 2021

Tim Penguji

Ketua : Dr. Riri Jonuarti, S.Pd, M.Si

Penguji 1 : Dr. Ratnawulan, M.Si

Penguji 2 : Drs. Gusnedi, M.Si

Rjt  
IN  
/

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “ Pengaruh Variasi Komposisi Dari Cangkang Kerang Pensi (*Corbicul Moltkiana*) Danau Maninjau Terhadap Kelenturan Gigi Tiruan”, adalah asli karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, November 2021

Yang Membuat Pernyataan



Arni Sopianti

NIM. 17034004

# **PENGARUH VARIASI KOMPOSISI CANGKANG KERANG PENSI (*Corbicula Moltkiana*) DARI DANAU MANINJAU TERHADAP KELENTURAN GIGI TIRUAN**

**Arni Sopianti**

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan dan nilai kekuatan kelenturan bahan gigi tiruan dari cangkang pensil (*Corbicula Moltkiana*). Cangkang pensil merupakan salah satu hewan di air tawar yang memiliki sepasang cangkang yang disebut juga cangkang atau kutup yang biasanya simetri cermin dan terletak di bagian tengah dorsal banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi industri. Pada pembuatan gigi tiruan banyak mengandung senyawa utama yang digunakan diantaranya CaO, SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Senyawa tersebut banyak terdapat dalam bahan yaitu felspar, kuarsa, kaolin, dan cangkang pensil. Pada penelitian ini penulis melihat pengaruh variasi komposisi dari cangkang kerang pensil dengan memvariasikan komposisi cangkang kerang pensil terhadap nilai kelenturan.

Pada penelitian ini telah dilakukan variasi komposisi cangkang pensil yaitu 0 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram. Cangkang pensil dikalsinasi untuk diperoleh CaO dimulai dari preparasi cangkang pensil, kalsinasi kemudian dikarakterisasi dengan XRF. CaO pada cangkang pensil dicampurkan dengan bahan pembuatan gigi tiruan lainnya yaitu felspar, kuarsa dan kaolin. Campuran sampel tersebut dicetak dengan ukuran 90 mm X 18 mm X 8 mm dan dikeringkan. Langkah selanjutnya adalah karakterisasi menggunakan XRF, dan *Bending Testing Machine*.

Hasil karakterisasi XRF memperoleh kandungan bahan pada bahan pembuatan gigi tiruan diperoleh kandungan yang bagus mengandung CaO yaitu Cangkang pensil adalah 97,121 %, kandungan SiO<sub>2</sub> pada felspar, kuarsa dan kaolin yaitu 67,88%, 87,281%, dan 56,116%. Untuk kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada kaolin yaitu 34,968%. Sedangkan untuk nilai kelenturan bahan gigi tiruan yang tertinggi dan terendah adalah 34,678 MPa dan 4,010 MPa. Hasil analisis yang didapatkan adanya pengaruh variasi komposisi CaO terhadap nilai kelenturan bahan gigi tiruan.

*Kata Kunci : Corbicula moltkiana, Basis gigi tiruan, Kelenturan*

# **EFFECT OF VARIATIONS OF SHELL COMPOSITION OF PENSI (*Corbicula Moltkiana*) FROM LAKE MANINJAU ON DENTAL FLEXIBILITY**

**Arni Sopianti**

## **ABSTRACT**

Research has been carried out to determine the content and value of the flexural strength of denture material from pensi shells (*Corbicula Moltkiana*). Pensi shell is one of the freshwater animals that has a pair of shells called grafts or poles which are usually mirror symmetrical and are located in the middle of the dorsal which are widely used in various industrial applications. In the manufacture of dentures, many of the main compounds used include CaO, SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. These compounds are widely found in materials such as feldspar, quartz, kaolin, and pensi shells. In this study, the authors looked at the effect of variations in the composition of the pensi shells by varying the composition of the pensi shells on the flexibility value.

In this study, variations in the composition of the pensi shell were made, namely 0 grams, 20 grams, 25 ram and 30 grams. The pensi shell was calcined to obtain CaO starting from the preparation of the pensi shell, the calcination was then characterized by XRF. The CaO in the pensi shell was mixed with other denture-making materials, namely feldspar, quartz and kaolin. The sample mixture was printed with a size of 90 mm X 18 mm X 8 mm and dried. The next step is characterization using XRF, and Bending Testing Machine.

The results of XRF characterization obtained that the ingredients in the denture-making materials obtained good content containing CaO, namely pensi shell is 97.121%, SiO<sub>2</sub> content in feldspar, quartz and kaolin is 67.88%, 87.281%, and 56.116%. For the content of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in kaolin is 34.968%. Meanwhile, the highest and lowest denture elasticity values were 34,678 MPa and 4,010 MPa, respectively. The results of the analysis showed that there was an effect of variations in the composition of CaO on the value of the flexibility of the denture material.

*Keywords: Corbicula moltkiana, Denture base, Flexibility*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Pengaruh Variasi Komposisi Cangkang Kerang Pensi (*Corbicul Moltkiana*) Dari Danau Maninjau Terhadap Kelenturan Gigi Tiruan.**

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang dan merupakan bagian dari penelitian mandiri dengan bimbingan Dr.Riri Jonuarti, M.Si. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Dr. Riri Jonuarti, M.Si selaku Pembimbing Skripsi
2. Bapak Dr. Akmam, M.Si selaku Penasihat Akademik
3. Ibu Dr.Hj.Ratnawulan, M.Si selaku Penguji dan Ketua Jurusan Fisika
4. Ibu Syafriani, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika
5. Bapak Drs.Gusnedi, M.Si selaku Penguji
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan moril dan materil
7. Seluruh staf pengajar Jurusan Fisika yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan
8. Seluruh staff administrasi dan Laboratorium Jurusan Fisika

9. Selanjutnya rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya, sehingga penulis membutuhkan saran dan kritik yang konstruktif guna perbaikan skripsi ini kedepannya.

Padang, November 2021

Arni Sopianti  
NIM.17034004

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	7
C. Perumusan Masalah .....	8
D. Tujuan Penelitian .....	8
E. Manfaat Penelitian .....	8
BAB II.....	8
KERANGKA TEORITIS .....	8
A. Gigi Tiruan / Dental Implant.....	8
B. Cangkang Kerang Pensi ( <i>Corbicula Moltkiana</i> ).....	16
C. Kalsium CaO dari CaCO <sub>3</sub> .....	20
D. Resin Akrilik .....	22
E. Sifat Mekanis .....	25
F. <i>X-Ray Floresensi (XRF)</i> .....	28
G. <i>Bending Testing Machine</i> .....	31
H. Penelitian Yang Relevan .....	33
BAB III .....	36
METODE PENELITIAN.....	36
A. Jenis Penelitian.....	36
B. Waktu Dan Tempat Penelitian .....	36

C. Variabel Penelitian.....	36
D. Instrumen Penelitian.....	37
E. Bahan Penelitian.....	42
F. Pelaksanaan Penelitian.....	45
G. Diagram Alir Penelitian .....	54
BAB IV .....	56
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
A. Hasil Penelitian .....	56
B. Analisis Data .....	59
C. Pembahasan.....	61
BAB V.....	66
PENUTUP.....	66
A. Kesimpulan .....	66
B. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN.....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Kalsinasi.....	3
Gambar 2. Felsdpar .....	12
Gambar 3. Kaolin .....	15
Gambar 4. Kuarsa.....	15
Gambar 5. Cangkang Kerang Darah Putih,Coklat, dan Pensi.....	16
Gambar 6. Proses Kalsinasi.....	22
Gambar 7. <i>X-Ray Fluoresensi (XRF)</i> .....	28
Gambar 8. Prinsip Kerja XRF.....	28
Gambar 9. Bentuk Pengujian Sampel pada XRF .....	29
Gambar 10. <i>Bending Testing Machine</i> .....	31
Gambar 11. Pengujian Bending Metode <i>Three Point Bending</i> .....	32
Gambar 12. <i>Bending Testing Machine</i> .....	38
Gambar 13. XRF .....	39
Gambar 14. <i>Furnace</i> .....	39
Gambar 15. Oven .....	40
Gambar 16. Timbangan Digital .....	40
Gambar 17. Lumpang dan Alu.....	41
Gambar 18. Cawan Penguap.....	41
Gambar 19. Ayakkan 200 mesh.....	41
Gambar 20. Cetakkan spesimen.....	42
Gambar 21. Mangkuk Pengaduk.....	42
Gambar 22. Felsdpar .....	43
Gambar 23. Kuarsa.....	43
Gambar 24. Kaolin .....	44
Gambar 25. Cangkang Pensi ( <i>Corbicula Moltkiana</i> ).....	44
Gambar 26. Aquades .....	45
Gambar 27. Resin Epoxyy .....	45
Gambar 28. Cangkang Kerang Pensi .....	46
Gambar 29. Membersihkan Cangkang kerang pensi ( <i>Corbicula moltkiana</i> ).....	46
Gambar 30. Menjemur Cangkang Kerang Pensi ( <i>Corbicula Moltkiana</i> ) dibawah sinar matahari.....	47
Gambar 31. Pengeringan menggunakan oven.....	48
Gambar 32. Menjemur Cangkang Kerang Pensi Setelah ditumbuk .....	48
Gambar 33. Proses pembakaran dengan furnace .....	48
Gambar 34. Cangkang Kerang Pensi setelah di <i>Furnace</i> .....	48
Gambar 35. Mengerus cangkang kerang pensi dengan Lumpang dan Alu.....	49
Gambar 36. Bubuk Cangkang Kerang Pensi yang setelah digerus.....	49

Gambar 37. Kurva proses kalsinasi.....	49
Gambar 38. Proses pencampuran bahan .....	50
Gambar 39. Membuat Spesimen .....	51
Gambar 40. Permukaan spesimen yang licin .....	51
Gambar 41. Alat X-Ray Flourisensi .....	52
Gambar 42. Bending Testing Machine .....	53
Gambar 43. Diagran Alir Penelitian.....	55
Gambar 44. Grafik Kenaikan Nilai Kelenturan pada gigi tiruan .....	60
Gambar 45. Perbedaan Warna Sampel.....	61
Gambar 46. Grafik Karakterisasi Cangkang Pensi .....	71
Gambar 47. Grafik Karakterisasi Felsdpar.....	71
Gambar 48. Grafik Karakterisasi Kaolin .....	72
Gambar 49. Grafik Karakterisasi Kuarsa .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi dan Sifat Fisik Felsdpar .....	13
Tabel 2. Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang Darah .....	17
Tabel 3. Klasifikasi Polimer Basis Gigi Tiruan Menurut ISO,1567 .....	24
Tabel 4. Perbedaan pengukuran menggunakan EDXRF dan WDXRF .....	30
Tabel 5. Penelitian yang Relevan.....	33
Tabel 6. Komposisi Bahan Gigi Tiruan .....	50
Tabel 7. Nilai Kandungan Bahan Setelah di Kalsinasi .....	57
Tabel 8. Pengujian Kelenturan Sampel.....	59
Tabel 9. Hasil Pengukuran Kelenturan .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Kandungan Bahan menggunakan XRF .....	71
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian .....	73
Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian Kelenturan .....	74

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Biokeramik merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai bahan implan karena memiliki sifat biokompabilitas yang lebih baik terhadap tubuh dibandingkan biomaterial lainnya, terutama sebagai material implan pada tulang dan gigi. Biokeramik mengandung bahan bioaktif seperti ion  $Ca^{2+}$ . Bahan bioaktif tersebut merupakan suatu bahan yang dapat menimbulkan respon biologis pada pertemuan bahan dengan jaringan yang akan menimbulkan proses pembentukan tulang dan gigi. Salah satu bahan biokeramik tersebut merupakan senyawa kalsium fosfat (CaP). Kalsium fosfat adalah suatu subjek menarik dari beberapa penelitian ilmiah dikarenakan aplikasinya yang luas sebagai pengganti tulang dan gigi dalam bentuk keramik dan polimer matriks komposit (Chong Liang., 2004). Kalsium fosfat bersifat biokompatibel dan bioaktif, sehingga sangat bagus untuk digunakan sebagai bahan implan. Hal ini disebabkan karena sifat bioaktif dari biokeramik dapat memberikan respon secara biologis terhadap pertemuan antara material dengan jaringan sehingga dapat mempercepat pada proses pembentukan tulang dan gigi manusia.

Untuk memperoleh kalsium banyak terdapat pada cangkang kerang pensi. Pensi (*Corbicula Moltkiana*) adalah sejenis kerang di air tawar tetapi memiliki ukuran tubuh yang kecil. Habitat binatang ini sudah ada yang menyebar ke sungai-sungai kecil di sekitar Danau Maninjau. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya

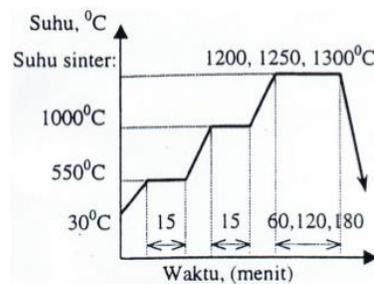
membuktikan bahwa cangkang pensi mengandung oksida logam dan gugus fungsi (hidroksil, karboksil, karbonil, amina, dan lainnya) yang akan berinteraksi dengan molekul zat warna dan ion logam (Zein, Rahmiana; Ramadhani, Putri; Aziz, Hermansyah; Suhaili, 2019). Pemanfaatan cangkang pensi sebagai mata pencarian masyarakat sekitar danau mengakibatkan banyak dihasilkannya limbah cangkang pensi yang pada umumnya belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Umumnya masyarakat hanya memanfaatkan isi kerangnya saja yang dijadikan sebagai makanan akan kaya protein dan kalsium, sementara bagian cangkangnya banyak dibuang atau hanya dijadikan sebagai kapur sirih dan ada juga yang dijadikan sebagai souvenir (hiasan rumah). Kemudian, sisa limbah lainnya dibiarkan berserakan, sehingga dapat merusak lingkungan dan menimbulkan bau yang kurang sedap.

Walaupun limbah cangkang pensi dinilai tidak berguna dan merusak lingkungan, apabila diolah dan dikelola dengan baik akan menjadi bahan yang bernilai ekonomis. Pemanfaatan limbah cangkang Pensi yang bernilai ekonomis tidak hanya sebagai suplemen kalsium, tetapi juga dapat dijadikan sebagai sumber bahan biomaterial untuk aplikasi tulang dan gigi serta sebagai dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pasta gigi dan industri lainnya (Wahyuni et al., 2015). Hal ini dikarenakan pada cangkang pensi tersusun atas kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang telah diketahui dari berbagai penelitian, sehingga bisa dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi industri seperti industri karet, kertas, cat, gelas, plastik, pasta gigi dan farmasi. Secara umum,

$\text{CaCO}_3$  merupakan senyawa utama yang ditemukan pada cangkang invertebrata air yaitu pansi.

Menurut penelitian Wahyuni,dkk.,(2015) terhadap cangkang pansi ( *Corbicula moltkiana*), diketahui bahwa cangkang pansi berpotensi sebagai sumber kalsium dengan kandungan Ca sekitar 26-30% dalam bentuk mentah. Cangkang molusca famili *Corbicula* yang berasal dari Romania diketahui mengandung 1,83% bahan organik dan 98,17 %  $\text{CaCO}_3$  dengan fasa kalsit dan aragonit setelah dipanaskan pada temperatur kalsinasi  $736^\circ\text{C}$ . Berdasarkan kandungan kalsium pada cangkang kerang pansi ini, maka material ini diduga akan menjadi penguat dari gigi tiruan sehingga dapat yang akan diuji kekuatan kelenturannya pada penelitian ini.

Berdasarkan pemurnian cangkang kerang pansi ( *Corbicula moltkiana*) untuk mendapatkan  $\text{CaO}$  maka dilakukan dengan proses kalsinasi. Proses ini menggunakan pembakaran dengan furnace pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Saat pembakaran tersebut terjadinya proses kenaikan suhu setiap  $10^\circ\text{C}/\text{menit}$  untuk mencapai suhu kalsinasi.



**Gambar 1.** Proses Kalsinasi

Edwin, tandra.,dkk (2018) menjelaskan penelitiannya yaitu pengaruh nanopartikel  $\text{TiO}_2$  pada kekuatan lentur pelat gigi tiruan resin akrilik. Penelitian

tersebut menggunakan satu sampel yang dibagi menjadi 3 kelompok konsentrasi ( $n=9$ ), kelompok kontrol, 1% dari nanopartikel TiO, dan 3% nanopartikel TiO. Dengan pengujian kekuatan lentur menggunakan Universal Teating Machine. Pada pengujian didapatkan nilai kekuatan lentur tertinggi ditemukan pada 1% nanopartikel TiO kelompok ( $106,99 \pm 6,09$  Mpa), sedangkan nilai kuat lentur terendah ditemukan pada kelompok 3% jumlah nanopartikel TiO<sub>2</sub> ( $91,64 \pm 5,38$  Mpa). Perbedaan kekuatan lentur ditemukan antara kelompok kontrol dan kelompok 1% nanopartikel TiO<sub>2</sub>, dan juga antara 1% nanopartikel TiO<sub>2</sub> kelompok dengan 3% nanopartikel TiO<sub>2</sub> kelompok ( $p<0,05$ ).

Suryaningsih, Ika Wahyu, dkk.,(2016) dalam penelitiannya perbandingan dengan serat penguat dan tanpa serat penguat. Pengujian ini pada material gigi tiruan dari resin akrilik berpenguat serat E-glass dan divariasikan dari pola susunan serat penguat tersebut dari tanpa hadirnya serat penguat pada material. Pengujian bending yang dilakukan sesuai standar pengujian ASTM D790, dengan divariasikan pola susunan serat penguat dengan fraksi volume 7%. Dari hasil pengujian didapatkan nilai tegangan bending maksimal yang diperoleh oleh material tanpa serat penguat sebesar  $42,43 \text{ N/mm}^2$ , material dengan tambahan serat penguat berpola acak sebesar  $51,53 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan material dengan tambahan serat penguat berpola teratur antara  $47,08 \text{ N/mm}^2 - 64,62 \text{ N/mm}^2$ .

Pada penelitian (Iin Sundari,2016) pembuatan gigi tiruan sebelumnya menggunakan termoplastik nilon dan resin akrilik *heat cured*. Termoplastik nilon adalah resin yang berasal dari asam dikarboksilat, diamina, asam amino dan laktam.

Bahan ini memiliki beberapa kelebihan yaitu nilai estetikanya jauh lebih baik dari resin akrilik *heat cured*, tidak toksik, dan memiliki kekuatan yang cukup untuk dijadikan sebagai bahan basis gigi tiruan. Kekurangannya yaitu mudah menyerap air yang menyebabkan bahan menjadi mengembang dan lunak. Sedangkan resin akrilik *heat cured* memiliki kekurangan pada sifat mekanik yaitu mudah fraktur bila jatuh pada permukaan yang keras atau akibat kelelahan bahan karena lama pemakaian. Fraktur atau patahnya gigi tiruan juga bisa disebabkan oleh beban mastikasi atau kekuatan bahan basis gigi tiruan.

Kekuatan bahan gigi tiruan dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja di dalam mulut, diantaranya gaya *transverse*, *impact* atau *fatigue resistance* dan *flexural*/kelenturan (Meng TR, 2005). *Flexural strength* (kekuatan fleksural) adalah kemampuan suatu restorasi untuk menahan beban dari tekanan kunyah. Kekuatan fleksural sangat dipertimbangkan sebagai indikator kekuatan dari suatu material (Martha M, 2010). Kekuatan fleksural yang buruk dapat menyebabkan bahan gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan (Faot F, 2009). Sedangkan jika kekuatan lentur yang tinggi dibutuhkan oleh suatu material untuk tahan terhadap tekanan pengunyahan yang dapat mengakibatkan deformasi permanen.

Pada saat digunakan di dalam rongga mulut basis gigi tiruan akan terkena tekanan pada saat mastikasi. Oleh sebab itu, sebuah basis gigi tiruan harus memiliki sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik merupakan suatu kemampuan suatu bahan untuk menahan suatu tekanan. Salah satu sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan fleksural/kelenturan. Sebuah basis gigi tiruan harus memiliki kekuatan fleksural yang baik agar tidak mudah terjadi fraktur. Kekuatan kelenturan/fleksural merupakan

kombinasi dari kekuatan tensil dan kekuatan kompresi. Kekuatan kelenturan/fleksural berhubungan dengan fraktur gigi tiruan intraoral ketika penggunaan di dalam rongga mulut akibat adanya *flexural fatigue* oleh karena basis gigi tiruan menerima beban penyunyahan berulang (Naji,2018). Kekuatan kelenturan/fleksural yang tinggi sangat penting dalam keberhasilan pembuatan gigi tiruan karena resorpsi tulang alveolar adalah proses yang bertahap dan tidak teratur yang dapat menyebabkan dukungan gigi tiruan yang tidak seimbang (Ajaj-alkordy,2013).

Menurut Wang dkk (2003), kekuatan fleksural/kelenturan yang tinggi dibutuhkan oleh suatu material untuk tahan terhadap tekanan mastikasi yang dapat mengakibatkan deformasi permanen. Kekuatan fleksural/kelenturan yang buruk dapat menyebabkan bahan basis gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan basis gigi tiruan, yaitu bahan yang digunakan untuk membuat gigi tiruan, manipulasi bahan, dan suasana pH dalam mulut yang dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi. Standar nilai kekuatan fleksural/kelenturan pada basis gigi tiruan RAPP yaitu 65 MPa. Menurut Kohli dkk (2013), menyatakan bahwa Valplast (poliamida) mempunyai rata-rata kekuatan fleksural/kelenturan  $77,28 \pm 3,4$  MPa dan rata-rata kekuatan fleksural/kelenturan pada Lucitone FRS (poliamida)  $73,78 \pm 2,1$  MPa. Berdasarkan fleksural/kelenturan ISO 1567:1999, alat yang paling utama digunakan untuk mengukur kekuatan fleksural/kelenturan yaitu *Three-point bending flexural test* (Sakaguchi,2018).

Pada penelitian ini, serbuk cangkang kerang pensi dengan bahan dasar pembuatan gigi tiruan yaitu bahan feldspar, kaolin dan pasir kuarsa serta tambahan resin. Pada saat semua bahan dicampurkan dan dibentuk, lalu sampel dibagi 4 dengan ukuran panjang 90 mm, lebar sampel 18 mm, dan ketebalan 8 mm dengan variasi komposisi sesuai dari penelitian Ika Wahyu Suryaningsih (2016). Setiap dari sampel akan diuji untuk menganalisa komposisi unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan XRF dan pengujian kekuatan kelenturan dari masing-masing sampel dengan alat *Bending Testing Machine* pengujian ini akan mengukur kekuatan suatu bahan pada saat terkena tekanan mastikasi.

Dengan demikian, penambahan cangkang kerang pensi sebagai bahan penguat dari gigi tiruan, diharapkan dapat mengurangi limbah dari cangkang pensi disekitar danau Maninjau.

## **B. Batasan Masalah**

Untuk menghindari adanya pembahasan diluar materi dalam mengerjakan penelitian ini maka batasan masalah pada sifat mekanik bahan pada cangkang pensi yaitu kelenturan, ukuran panjang sampel dicetak dengan sebesar 90 mm, lebar sampel 18 mm, dan ketebalan 8 mm dengan variasi komposisi dari feldspar dan cangkang kerang pensi dan menggunakan alat *Universal Testing Machine* berupa *Bending Testing Machine*. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian mekanik, penelitian ini tidak membuat produk jadi gigi tiruan hanya sebatas pembuatan sampel pengujian material.

### **C. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini, yaitu : bagaimana pengaruh variasi komposisi cangkang pensi (*Corbicula Moltkiana*) dari Danau Maninjau terhadap kelenturan gigi tiruan?

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui pengaruh variasi komposisi cangkang pensi (*Corbicula Moltkiana*) dari Danau Maninjau terhadap kelenturan gigi tiruan.

### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada :

1. Industri maju lebih berkembang lagi dalam pengetahuan tentang bahan biokeramik yang bagus digunakan dan memiliki sifat mekanik yang tinggi.
2. Bidang kajian material dan biofisika ataupun jurusan fisika, sebagai acuan pengembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga melahirkan ide-ide baru yang lebih inovatif.
3. Peneliti lain, sebagai referensi dalam pengembangan selanjutnya.
4. Dapat menjadi solusi dalam pemanfaatan limbah di lingkungan terutama cangkang kerang pensi.

## **BAB II**

### **KERANGKA TEORITIS**

#### **A. Gigi Tiruan / Dental Implant**

##### **1. Basis gigi tiruan**

Basis gigi tiruan adalah bagian dari suatu gigi tiruan yang bersandar pada jaringan pendukung dan tempat perletakan anasir gigi tiruan. Fungsi basis gigi tiruan adalah memenuhi faktor kosmetik, mencegah migrasi gigi asli yang tersisa, menerima beban fungsional dari oklusi dan menyalurkannya pada jaringan pendukung gigi. Tujuan dari pembuatan basis gigi tiruan yaitu memberikan kontur pada wajah dan didukung oleh jaringan lunak disekitarnya serta bersandar pada linggir alveolar yang ada (Veeraiyan,2017).

Berbagai macam bahan telah digunakan dalam pembuatan basis gigi tiruan seperti kayu, tulang, *ivory*, keramik logam, logam aloi dan berbagai polimer telah diaplikasikan untuk basis gigi tiruan. Bahan basis harus bersifat biokompatibel, murah didapat, relatif murah, sederhana dalam pemanipilasian dengan prosedur teknik yang mudah dikontrol, stabilitas warna yang baik, tingkat porositas yang rendah, mempunyai stabilitas dimensi yang baik, nontoksik, penyerapan air yang rendah dan tahan terhadap daya mastikasi. Hal ini bertujuan untuk mengembangkan bahan basis gigi tiruan yang memiliki fungsi efektif dan estetis yang baik (Manappali,1998). Perkembangan yang pesat dalam bahan basis gigi tiruan menyebabkan terjadinya peralihan dan penggunaan bahan alami menjadi penggunaan resin sintetis dalam pembuatan basis gigi tiruan (Car, 2005,Anusavice, 2003).

Gigi tiruan adalah suatu protesa gigi lepasan yang berfungsi untuk menggantikan permukaan pengunyahan dan struktu-struktur yang menyertai dari suatu lengkung rahang atas dan rahang bawah. Protesa tersebut terdiri dari gigi tiruan yang diletakkan pada basis protesa. basis protesa memperoleh dukungan melalui kontak yang erat dengan jaringan mulut dibawahnya, meskipun bahan basis protesa dapat dibuat dari logam dan campuran logam tetapi, kebanyakan basis protesa dibuat menggunakan polimer. Polimer tersebut dipilih berdasarkan keberadaannya, kestabilan dimensi, karakteristik penanganan, warna dan kekompakan dengan jaringan mulut (Anusavice,2004).

Berdasarkan penelitian dari Eva Riani (2020) *Pada Journal Of Indonesian Dental Association* melakukan penelitian terhadap termoplastik nilon menyatakan jika kekuatan fleksural/kelenturan yang cenderung rendah menyebabkan termoplastik nilon tidak menjadi pilihan utama dalam pembuatan gigi tiruan. Selain itu pada teknik pembuatannya juga sulit karena membutuhkan alat khusus dan harganya cukup mahal. Bahan ini hanya menjadi alternatif untuk kasus terjadi fraktur pada basis gigi tiruan yang berulang-ukang. Tingkat elastisitasnya yang tinggi pada bahan termoplastik nilon menyebabkan bahan ini memiliki tendensi untuk mengalami deformasi permanen pada saat adanya tekanan vertikal sehingga menyebabkan terjadinya resorpsi tulang *cancellous* yang terletak pada bagian bawah basis gigi tiruan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Actara rahmadita (2018) menyatakan bahwa pada penambahan komposisi bahan aluminium oksida pada bahan

gigi tiruan menyebabkan penurunan nilai kekuatan tensil dan meningkatnya nilai kekuatan kompresif pada basis gigi tiruan tersebut.

## 2. Persyaratan basis gigi tiruan

Berdasarkan *International Organization for Standardization (ISO)*, syarat – syarat bahan basis gigi tiruan yang ideal adalah :

- a. Biokompatibel : tidak toksik dan non-iritan
- b. Karakteristik permukaan : permukaan halus, keras dan kilat
- c. Warna : translusen dan warna merata, bila perlu mengandung serat secara merata
- d. Stabilitas warna : tidak boleh menunjukkan lebih dari sedikit perubahan warna, yang hanya dapat dilihat bila diperhatikan
- e. Translusensi : dapat dilihat dari sisi lawan lempeng uji spesimen
- f. Bebas dari porositas : tidak boleh menunjukkan rongga kosong
- g. Kekuatan lentur : tidak kurang dari 60 – 65 Mpa
- h. Modulus elastisitas : paling sedikit 2000 Mpa untuk polimer yang dipolimerisasi dengan panas dan paling sedikit 1500 Mpa untuk polimerisasi
- i. *Bioactive*, material suatu implan diharapkan dapat menyatu dengan jaringan ketika telah ditanam didalam tubuh manusia.
- j. *Osteoconductive*, material yang dapat menghubungkan atau sebagai perekat antara tulang dengan implan.
- k. Tidak ada monomer sisa
- l. Tidak menyerap cairan

m. Tidak dapat larut

Sampai saat ini belum ada satu pun bahan yang mampu memenuhi semua kriteria tersebut diatas (Combe E.C, 1986).

Kekuatan bahan gigi tiruan dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja di dalam mulut, diantaranya gaya *transverse*, *impact* atau *fatigue resistance* dan *flexural*/kelenturan (Meng TR, 2005). *Flexural strength* (kekuatan fleksural) adalah kemampuan suatu restorasi untuk menahan beban dari tekanan kunyah. Kekuatan fleksural sangat dipertimbangkan sebagai indikator kekuatan dari suatu material (Martha M, 2010). Kekuatan fleksural yang buruk dapat menyebabkan bahan gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan (Faot F,2009).

Menurut Wang dkk (2003), kekuatan fleksural/kelenturan yang tinggi dibutuhkan oleh suatu material untuk tahan terhadap tekanan mastikasi yang dapat mengakibatkan deformasi permanen. Kekuatan fleksural/kelenturan yang buruk dapat menyebabkan bahan basis gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan basis gigi tiruan, yaitu bahan yang digunakan untuk membuat gigi tiruan, manipulasi bahan, dan suasana pH dalam mulut yang dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi.

### **3. Komposisi gigi tiruan**

Komposisi dari bahan gigi tiruan terdiri dari bahan biokeramik. Biokeramik merupakan pemanfaatan inovatif keramik khusus yang digunakan untuk memperbaiki dan merekonstruksi bagian tubuh yang terkena penyakit atau fraktur (Siregar,2000).

Herliansyah,dkk (2010), menjelaskan bahwa biokeramik adalah salah satu jenis bahan keramik yang baik sebagai produk yang digunakan dalam kedokteran dan industri, terutama sebagai implan ataupun organ pengganti. Biokeramik dapat digunakan didalam tubuh tanpa adanya penolakan dari tubuh karena adanya sifat biokompatibilitas, stabilitas kimia, kepadatan rendah, ketahanan yang tinggi, dan memiliki komposisi yang sama dengan material dengan jaringan keras dalam tubuh manusia yaitu tulang dan gigi. Secara garis besar bahan baku biokeramik dalam pembuatan gigi tiruan yaitu :

**a. Feldspar**

Feldspar merupakan suatu kelompok mineral yang terdiri dari kalium, natrium, dan kalsium aluminium silikat. Feldspar sering ditemukan pada berbagai batuan beku, batuan erupsi, dan metamorf baik bersifat asam maupun basa seperti pada batuan granit dan batuan pegmatite. Batuan granit mengandung 60% feldspar yang berasosiasi dengan kuarsa, maka klorit, beryl, dan rutil sedangkan batuan pegmatit berasosiasi dengan kuarsa, mika, dan topaz. Kandungan silika ( $SiO_2$ ) pada feldspar ini cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk industri keramik, gelas, dan kaca.



**Gambar 2.** Feldspar

Dilihat dari unsur-unsur feldspar yang mengandung kalium ( $K_2O$ ) biasanya dipakai untuk membuat bahan keramik halus karena sangat aktif melarutkan kwarsa, membentuk massa gelas yang sangat kental, dan sebagai pelebur yang baik dalam bahan keramik halus sehingga bahan keramik menjadi padat tanpa mengalami deformasi. Diatas temperatur  $900^\circ C$  feldspar umumnya masih dalam keadaan stabil dan tidak mengalami perubahan fasa. Feldspar merupakan kelompok mineral batuan beku yang terutama terdiri dari senyawa alumina silikat dari K,Na,dan Ca yang umumnya satu kation basa merupakan kation utama (Haris,2014).

Feldspar adalah mineral alumina anhidrat silikat yang berasosiasi dengan unsur kalium (K), natrium (Na), dan kalsium (Ca) dalam perbandingan yang beragam (Wills,B.A, 1988). Feldspar juga didefinisikan sebagai limbah proses pengolahan mineral yang butirannya berukuran relatif halus (Marcus,1997). Sebagian limbah sisa pengolahan buatan, feldspar masih mengandung mineral-mineral seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi dan Sifat Fisik Felsdpar

Feldspar	Rumus	Komposisi kimia teoritis					Berat Jenis	Kekeraan
			$Na_2O$	CaO	$Al_2O_3$	$SiO_2$		
Ortoklas	$K_2O$ .	16,	-	-	18,4	64,7	2,24-	6,0
	$Al_2O_36SiO$	9					2,66	
Albit	$Na_2O$ .	-	11,8	-	19,4	68,8	2,50-	6,0-6,5
	$Al_2O_86Si$						2,70	

	$O_2$							
Anortit	CaO.	-	-	20,1	36,62	43,28	2,60-	6,0-6,5
	$Al_2O_3 \cdot 2Si$						2,80	
	$O_2$							

(sumber : <http://kiradinner.blogspot.co.id/2011/10/feldspar.html>)

### b. Koalin

Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari material lempung yang berwarna putih atau agak keputihan, demikian pula setelah dibakar akan berwarna putih atau hampir putih. Sifat fisik kaolin lainnya antara lain kekerasan antara 2-2,5 (skala mohs), berat jenis 2,60-2,63, daya hantar panas dan listrik rendah serta kadar asam (Ph) yang bervariasi. Kaolin memiliki komposisi hidrous aluminium silikat ( $2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ) yang diikuti oleh material ikutan lainnya. Komposisi mineral yang termasuk ke dalam kaolin antara lain kaolinit, nakrit dan halloysit (mineral utama,  $Al_2(OH)_4SiO_5 \cdot 2H_2O$ ) mempunyai kandungan air yang lebih besar. Untuk endapan yang ekonomis tidak ditemukan mineral seperti nakrit dan dikrit. (Wahyu Garinas, 2009)

Kaolin merupakan sebuah lempung yang mengandung mineral kaolinit sebagai bagian terbesar dan termasuk lempung primer. Sifat dan keadaan bahan :

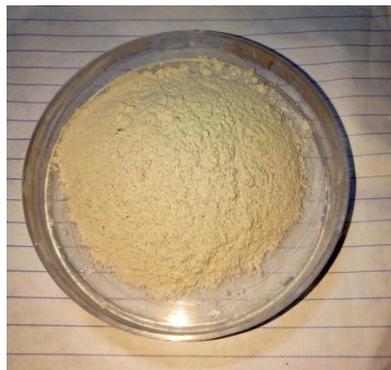
- 1) Berbutir kasar
- 2) Rapuh dan tidak plastis jika dibandingkan dengan lempung sedimenter, karena sulit dibentuk
- 3) Warna putih karena kandungan besi paling rendah.



**Gambar 3.** Kaolin

### **c. Pasir Kuarsa**

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dikembangkan dari pasir kuarsa dengan kandungan silika yang tinggi dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan silika xerogel. Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati, dan sintetis kristal. Salah satu senyawa silika mineral yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku silikon untuk pembuatan panel surya yaitu kuarsa. Pasir kuarsa merupakan salah satu material cerdas yang dapat ditingkatkan dengan melakukan pemurnian dan diubah menjadi ukuran  $<100$  nm yang disebut dengan nanomaterial oksida.



**Gambar 4.** Kuarsa

## B. Cangkang Kerang Pensi (*Corbicula Moltkiana*)

Kerang darah adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga Asia Timur dan Asia Tenggara. Anggota suku *Arcidae* ini disebut dengan kerang darah karena dia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya. Hewan ini gemar memendamkan dirinya ke dalam pasir atau lumpur. Kerang ini dewasa berukuran 5 sampai 6 cm panjang dan 4 sampai 5 cm lebar.



**Gambar 5.** Cangkang Kerang Darah Putih, Coklat, dan Pensi

Kerang darah ini mempunyai dua buah cangkang yang dapat membuka dan menutup dengan menggunakan otot aduktor dalam tubuhnya. Cangkang pada bagian dorsal tebal dan bagian ventral tipis. Cangkang ini terdiri atas 3 lapisan, yaitu periostrakum adalah lapisan terluar dari kitin yang berfungsi sebagai pelindung, lapisan prismatic tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma, dan lapisan nakreas atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis dan paralel.

Komposisi mineral pada cangkang kerang terlihat Tabel 1. Kandungan kalsium karbonat dan karbon yang terdapat pada cangkang kerang lebih dari 98,7% dari total kandungan mineral. Mg, Na, P, K dan lain-lain (Fe, Cu, Ni, B, Zn dan Si) terdiri sekitar 1,3%. Dalam penelitian terdahulu disebutkan bahwa komposisi mineral

cangkang kerang dari Pantai Barat Semenanjung Malaysia adalah 98,7%  $\text{CaCO}_3$ , 0,05% Mg, Na 0,9%, 0,02% P dan 0,2% lainnya. (Afrizal, 2016).

**Tabel 2.** Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang Darah

No.	Komponen	Kandungan (% Berat)
1	$\text{CaCO}_3$	98,7
2	Na	0,9
3	P	0,02
4	Mg	0,05
5	Fe,Cu,Ni,B,Zn,Si	0,2

### 1. Deskripsi dan klasifikasi Pensi (*Corbicula Moltkiana*)

Pensi merupakan sejenis kerang- kerangan namun berbeda dalam spesies. Pensi termasuk ke dalam jenis kerang-kerangan tetapi berbeda dalam spesies. Pensi dapat ditemukan di beberapa daerah di dunia tetapi memiliki karakteristik yang berbeda tergantung kondisi lingkungannya. Hal ini disebabkan salah satunya oleh kadar garam/salinitas dari perairan. Pensi yang hidup di perairan danau yang memiliki salinitas yang sangat rendah berbeda dengan kerang yang ditemukan di perairan laut yang memiliki kadar garam yang tinggi.

*Corbicula moltkiana* merupakan sejenis kerang air tawar yang dikenal oleh masyarakat sumatera barat dengan nama pensi, tergolong famili corbiculidae. Hewan ini termasuk filum *moliska*. Cangkang terdiri atas dua keping (bivalvia) yang berbentuk seperti trapesium. Hewan ini hidup di perairan air tawar yang berlumpur (Bahri,2006).

Klasifikasi pensil (*Corbicula moltkiana*) menurut Djajasasmita dalam Bahri (2006) adalah sebagai berikut:

Filum : Moluska

Kelas : Bivalvia

Ordo : Eulamellibranchia

Famili : Corbiculidae

Genus : *Corbicula*

Spesies : *Moltkiana*

Cangkang pensil memiliki panjang berkisar 9,1-26,7 mm, lebar berkisar antara 7,4-21,2 mm, dan tebal berkisar antara 5,6-15,2 mm. Umumnya berbentuk segitiga lonjong, beruas-ruas konsentrik agar kasar, warna hijau kekuningan sampai kehitaman, dan pada bagian hulunya memudar menjadi putih (Djajasasmita dalam Bahri, 2006).

Pemanfaatan cangkang pensil sebagai mata pencarian masyarakat sekitar danau mengakibatkan banyak dihasilkannya limbah cangkang pensil yang pada umumnya belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Dari kebanyakan hanya bagian dari isi kerangnya saja yang dijadikan sebagai makanan akan kaya protein dan kalsium, sementara bagian cangkangnya banyak dibuang atau hanya dijadikan sebagai kapur sirih dan ada juga yang dijadikan sebagai souvenir (hiasan rumah). Kemudian, sisa limbah lainnya dibiarkan berserakan, sehingga dapat merusak lingkungan dan menimbulkan bau yang kurang sedap.

Walaupun limbah cangkang pensil dinilai tidak berguna dan merusak lingkungan, apabila diolah dan dikelola dengan baik akan menjadi bahan yang

bernilai ekonomis. Pemanfaatan limbah cangkang Pensi yang bernilai ekonomis tidak hanya sebagai suplemen kalsium, tetapi juga dapat dijadikan sebagai sumber bahan biomaterial untuk aplikasi tulang dan gigi serta sebagai dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pasta gigi dan industri lainnya (Wahyuni et al., 2015). Hal ini dikarenakan pada cangkang pensi tersusun atas kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang telah diketahui dari berbagai penelitian, sehingga bisa dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi industri seperti industri karet, kertas, cat, gelas, plastik, pasta gigi dan farmasi. Secara umum,  $\text{CaCO}_3$  merupakan senyawa utama yang ditemukan pada cangkang invertebrata air yaitu pensi.

## **2. Morfologi dan kandungan cangkang pensi (*Corbicula moltkiana*)**

Cangkang adalah rangkang luar pada pensi. pensi (*Corbicula moltkiana*) memiliki sepasang cangkang disebut juga cangkok atau kutup yang biasanya simetri cermin dan terletak di bagian tengah dorsal yang dihubungkan oleh jaringan ikat (ligamen), berfungsi seperti engsel untuk membuka dan menutup cangkang dengan cara mengencangkan dan mengendurkan otot. Kedua cangkang dapat membuka dan menutup karena adanya dua otot adduktor, satu terletak di bagian anterior dan satunya lagi terletak di bagian posterior.

Menurut penelitian (Khalil, 2006), terhadap cangkang Pensi (*Corbicula moltkiana*), diketahui bahwa cangkang Pensi berpotensi sebagai sumber kalsium dengan kandungan Ca sekitar 26-30 % dalam bentuk mentah. Cangkang moluska famili *Corbicula* yang berasal dari Romania diketahui mengandung 1,83% bahan organik dan 98,17%  $\text{CaCO}_3$  dengan fasa kalsit dan aragonit setelah dipanaskan pada

temperatur kalsinasi 736°C. Berdasarkan kandungan kalsium pada cangkang kerang pensi ini, maka material ini diduga akan menjadi penguat dari gigi tiruan sehingga dapat yang akan diuji kekuatan kelenturannya pada penelitian ini (Wahyuni et al., 2015). Sedangkan penelitian Ficai dkk (2010), pada cangkang dengan family *Corbicula* yang berasal dari Romania mengandung 98,17%  $\text{CaCO}_3$  dengan fasa kalsit dan aragonit setelah dipanaskan pada temperatur kalsinasi 736 °C.

Struktur penyusun kulit pensi setelah dilakukan penelitian oleh Suci menggunakan XRF yaitu mengandung Ca 93,207%, Si 2,144%, Al 1,322%, Ag 0,775%, Mg 0,69%, P 0,491%, dan Fe 0,248%. Sedangkan menurut penelitian Knoor, didapatkan kandungan kitin pada kulit remis atau kijing, dimana pensi merupakan hewan *crustacea* sejenis kijing yaitu kandungan kitin yang terkandung didalamnya adalah 6,1%.

### **C. Kalsium CaO dari $\text{CaCO}_3$**

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) adalah senyawa yang terdapat dalam batuan kapur dalam jumlah besar. Kalsium karbonat merupakan mineral yang berlimpah dimana jumlahnya mencapai 5% dari hasil keseluruhan kerak bumi. Senyawa ini merupakan bahan yang umum dijumpai pada batu disemua belahan bumi. Kalsium karbonat merupakan komponen utama cangkang organisme laut, siput, bola arang, mutiara dan kulit telur. Kalsium karbonat digunakan sebagai pengisi fungsional, pigmen pelapis untuk keras, karet, plastik, perekat dan cat (Ji-Whan Ahn,2015).

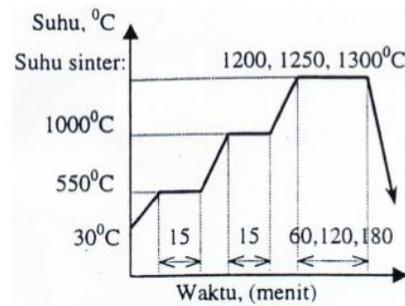
Sifat fisik kalsium karbonat :

1. Rumusan Molekul :  $\text{CaCO}_3$

2. Berat Molekul : 100,09
3. Penampilan : Serbuk, putih, tidak terasa, dan stabil diudara
4. Kelarutan : Praktis, tidak larut dalam air, kelarutan dalam air meningkat dengan adanya sedikit garam amonium atau karbon dioksida, adanya alkali hidroksida menurunkan kelarutan, tidak larut dalam etanol.
5. Densitas : 2,711 g/cm<sup>3</sup> (kalsit), 2,83 g/cm<sup>3</sup> (aragonit)
6. Titik Lebur : 825°C (aragonit), 1339°C (kalsit)

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak pada tubuh dan paling dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tulang dan gigi, proses koagulasi atau pembekuan darah, fungsi kerja otot-otot termasuk jantung (Shita&Sulistiyani,2010). Kalsium karbonat berfungsi sebagai pembentuk tulang dan gigi. Kadar kalsium karbonat mencapai 39% dari seluruh mineral yang ada dalam tubuh dan 99% kalsium tersebut berada dalam jaringan kerdas seperti tulang dan gigi.

Berdasarkan pemurnian cangkang kerang pensi ( *Corbicula moltkiana*) untuk mendapatkan CaO maka dilakukan dengan proses kalsinasi. Proses ini menggunakan pembakaran dengan furnace pada suhu 1000°C selama 4 jam. Saat pembakaran tersebut terjadinya proses kenaikan suhu setiap 10°C/menit untuk mencapai suhu kalsinasi.



**Gambar 6.** Proses Kalsinasi

Batu kapur adalah jenis batuan sedimen yang mengandung senyawa karbonat. pada umumnya batu kapur yang banyak terdapat adalah batu kapur yang mengandung kalsit. Batu kapur memiliki warna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Pembentukan warna ini tergantung dari campuran yang ada dalam batu kapur tersebut, misalnya : lampung, kwarts, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur terbentuk dari sisa-sisa kerang di laut maupun dari proses presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur berkisar 2,6-2,8 gr/cm<sup>3</sup>, dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaC O<sub>3</sub>) sedangkan berat volumenya berkisar 1,7-2,6 gr/cm<sup>3</sup>. Jenis batuan karbonat dapat dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu batu kapur (limestone) dan dolomit (dolostone).

#### **D. Resin Akrilik**

Resin akrilik adalah salah satu material yang sering digunakan dalam kedokteran gigi, terutama dalam bidang prostodonsia (Combe,1992). Berdasarkan proses polimerisasinya, ada 4 jenis resin akrilik yaitu (Nuryanti dan Sunarintyas,2001).

##### 3. Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*Heat Cured* )

Terdiri dari campuran monomer dan polimer yang mencapai polimerisasi setelah dipanaskan dalam *waterbath* dalam temperatur tertentu. resin ini yaitu resin akrilik yang membutuhkan proses pemanasan untuk polimerisasi.

4. Resin Akrilik *Cold Cured*

Polimerisasi dapat terjadi dengan bantuan inisiator berupa benzoil peroksida dan activator dimetil p-toluidin tanpa dilakukan pemanasan. sifat porusitas resin akrilik *cold cured* 2-5% lebih besar dari pada resin akrilik *heat cured*, sehingga kekuatan transversalnya hanya 80% dari kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.

5. Resin Akrilik *Microwave Cured*

Konsep utama dari polimerisasi resin akrilik *heat cured* gelombang mikro adalah pemanasan *microwave*, resin akrilik *microwave* merupakan perubahan energi, bukan konduksi panas seperti pada teknik polimerisasi konvensional. Keuntungan dari teknik ini mempunyai keakuratan dimensi lebih baik dan dapat memproses resin akrilik dalam waktu yang lebih singkat. Jumlah porusitas pada proses polimerisasi resin akrilik *microwave cured* yang mengandung metil metakrilat lebih banyak daripada porusitas pada resin akrilik polimerisasi konvensional.

4. Resin Akrilik Polimerisasi Sinar (*Visible Light Cured*)

Proses polimerisasi pada resin akrilik *visible light cured* adalah polimerisasi dengan bantuan sinar tampak. Penyinaran pada umumnya selama 5 menit dengan gelombang cahaya sebesar 400-500 nm sehingga

dibutuhkan unit kuring yang khusus dengan menggunakan empat buah lampu halogen ultraviolet. Komposisi resin akrilik *visible light cured* ini hampir sama dengan komposisi resin akrilik konvensional, tetapi lebih banyak bahan pengisi organiknya. Bahan pengisi anorganiknya yang terdiri dari matrik uretan dimetakrilat ditambah sedikit mikrofin silika untuk mengontrol reologi. Bahan pengisi terdiri dari serbuk resin dengan berbagai bentuk dan ukuran.

**Tabel 3.** Klasifikasi Polimer Basis Gigi Tiruan Menurut ISO,1567

Tipe	Kelas	Deskripsi
1	1	Polimer diproses dengan pemanasan, bubuk dan cair
1	2	Telah diproses dengan pemanasan (balok/kue plastis)
2	1	Polimer telah di otopolimerisasi, bubuk dan cair
2	1	Polimer telah diotopolimerisasi (bubuk dan cair resin tipe tulang)
3	-	Blank termoplastik atau bubuk
4	-	Material yang diaktifkan dengan sinar
5	-	Material yang di-cure dengan microwave

(sumber : McCabe dan Walls,2014)

Resin akrilik polimerisasi panas (*heat-cured*) merupakan material yang saat ini sering digunakan untuk membuat basis gigi tiruan resin akrilik. Proses polimerisasinya merupakan pemanasan air di dalam *waterbath*. Selain itu juga bisa dengan menggunakan oven gelombang mikro (Anusavice, 2003).

### **Kelebihan Dan Kekurangan Resin Akrilik**

Beberapa kelebihan resin akrilik polimerisasi panas adalah (Anusavice,2003) :

- 1) Dapat dibentuk dengan mudah menggunakan teknik yang sederhana atau mudah dimanipulasi
- 2) Memiliki warna yang menyerupai gusi sehingga nilai estetikanya bisa terpenuhi
- 3) Harganya relatif terjangkau

Kekurangan resin akrilik polimerisasi panas :

- 1) Penghantar panas yang kurang baik
- 2) Dimensi yang kurang stabil
- 3) Mudah terjadi abrasi saat penggunaan maupun pemakaian

### **E. Sifat Mekanis**

Sifat mekanis adalah ilmu fisika yang berhubungan dengan energi dan kekuatan serta efeknya terhadap benda. Sifat mekanis bahan gigi tiruan terdiri atas kekuatan impact, kekuatan fleksural/kelenturan, kekuatan *fatigue*, dan kekuatan tensil. Kekuatan impact adalah energi yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu bahan dengan gaya benturan. Fraktur basis gigi tiruan di dalam rongga mulut sering terjadi oleh karena mekanisme kelelahan/*fatigue* dan tekanan fleksural yang relatif kecil. Hal itu menyebabkan adanya retakan kecil pada basis gigi tiruan yang menghasilkan fraktur. Kekuatan tensil adalah ketahanan material terhadap gaya tarik atau regangan. Bahan gigi tiruan harus memiliki kekuatan mekanis yang memadai untuk menahan beban pengunyahan agar tidak mudah mengalami fraktur (Mahross,2015).

## Kelenturan Bahan

Kekuatan fleksural/kelenturan adalah gaya per satuan luas yang diberikan pada satu titik fraktur benda yang mengalami pembebanan lentur. Kekuatan fleksural/kelenturan merupakan hasil penggabungan antara kekuatan tarik dan kompresif (Fatimina, 2016). Satuan untuk mengukur kekuatan fleksural/kelenturan dalam Satuan Internasional (SI) yaitu megapascal (MPa) (Anusavice,2012). Standar nilai kekuatan fleksural/kelenturan pada basis gigi tiruan RAPP yaitu 65 MPa. Menurut Kohli dkk (2013), menyatakan bahwa Valplast (poliamida) mempunyai rata-rata kekuatan fleksural/kelenturan  $77,28 \pm 3,4$  MPa dan rata-rata kekuatan fleksural/kelenturan pada Lucitone FRS (poliamida)  $73,78 \pm 2,1$  MPa. Berdasarkan fleksural/kelenturan ISO 1567:1999, alat yang paling utama digunakan untuk mengukur kekuatan fleksural/kelenturan yaitu *Three-point bending flexural test* (Sakaguchi,2018).

Pengukuran kekuatan fleksural/kelenturan sampel penelitian menggunakan *Bending Testing Machine*. Sampel penelitian diberi garis tengah sebagai titik penekanan uji. Kemudian sampel penelitian akan ditumpu pada kedua ujungnya dengan jarak tumpuan 40 mm. Penekanan dilakukan dibagian tengah oleh *Bending Testing Machine* sampai sampel patah dan alat menunjukkan nilai tekanan maksimum. Kemudian kekuatan fleksural/kelenturan akan dihitung menggunakan rumus (Cevik,2016) :

$$s = \frac{3 P \times L}{2 b \times d^2}$$

keterangan :

$s$  = kekuatan fleksural/kelenturan (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = jarak pendukung (mm)

$b$  = lebar sampel (mm)

$d$  = tebal sampel (mm) (Fatihallah,2015)

Pengukuran kekuatan fleksural/kelenturan dapat dilakukan dengan menekuk spesimen berbentuk balok. Pada uji kantilever tunggal, balok diletakkan pada satu ujung dan gaya yang digunakan yaitu jarak yang ditentukan dari ujung tetap. Dalam uji kantilever ganda, kedua ujung balok diletakkan dan beban ditempatkan di tengah balok. Uji kekuatan fleksural/kelenturan ini menentukan tidak hanya kekuatan suatu bahan tetapi juga jumlah defleksi yang diharapkan. Kekuatan fleksural/kelenturan dan defleksi yang menyertainya penting dalam pembuatan gigi tiruan cekat dan gigi tiruan sebagian lepasan karena memiliki tekanan oklusal yang cukup besar (Sakaguchi,2018).

Berdasarkan penelitian Pande Neelam Abhay (2012), menyatakan bahwa kekuatan lentur material adalah kombinasi dari kuat tekan dan kuat geser. Sebagai kekuatan tarik dan kekuatan tekan meningkat, gaya diperlukan untuk mematahkan material juga meningkatkan jika material terdeformasi oleh tegangan ke suatu titik diatas probatas parsial sebelum fraktur, penghapusan diterapkan gaya akan mengurangi stress menjadi nol, tetapi regangan tidak menurun menjadi nol, karena deformasi plastis.

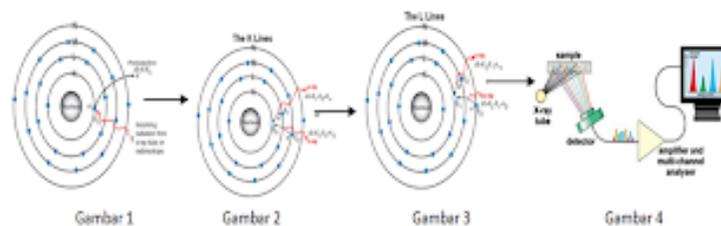
## F. *X-Ray Fluoresensi (XRF)*

*X-Ray Fluoresensi (XRF)* merupakan salah satu metode analisis tidak merusak digunakan untuk analisis unsur dalam bahan sesara kualitatif dan kuantitatif (Kriswarini,dkk.2010). Teknik pengujian yang digunakan untuk menentukan unsur dan senyawa kimia, struktur kristal, parameter kisi, volume kisi, dan lain-lain disebut dengan XRF (Krisnawan,2009).



**Gambar 7.** *X-Ray Fluoresensi (XRF)*

Fungsi dari alat XRF adalah digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrometri. Prinsip kerja dari XRF yaitu dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi akibat dari efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target pada sampel terkena pancaran sinar berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar X) sebagai berikut :



**Gambar 8.** Prinsip Kerja XRF

1. Elektron di kulit K terpelempar keluar dari atom akibat dari radiasi sinar X yang datang. Akibatnya, terjadi kekosongan/vakansi elektron pada orbital (gambar 1).
2. Elektron dari kulit L atau M “turun” untuk mengisi vakansi tersebut disertai oleh emisi sinar X yang khas dan meninggalkan vakansi lain di kulit L atau M (gambar 2).
3. Saat vakansi terbentuk di kulit L, elektron dari kulit M or N “turun” untuk mengisi vakansi tersebut sambil melepaskan Sinar X yang khas (gambar 3).
4. Spektrometri XRF memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detector untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan (gambar 4).



**Gambar 9.** Bentuk Pengujian Sampel pada XRF

### **Kelebihan dan kekurangan XRF**

Setiap teknik analisa memiliki kelebihan serta kekurangan, beberapa kelebihan dari XRF :

- a) Akurasi yang tinggi
- b) Dapat menentukan unsur dalam material tanpa adanya standar
- c) Dapat menentukan kandungan mineral dalam bahan biologik maupun dalam tubuh secara langsung

Beberapa kelemahan XRF:

- a) Keterbatasan untuk melakukan analisis secara akurat terhadap unsur yang memiliki  $Z < 9$ .
- b) Analisa XRF tidak mampu membedakan isotop dari sebuah unsur, sehingga analisa material semacam ini dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen lain seperti *Thermal Ionization Mass Spectrometry* (TIMS) dan *Secondary Ion Mass Spectrometer* (SIMS).
- c) Analisa XRF tidak dapat membedakan ion pada unsur yang sama pada keadaan valensi yang berbeda.
- d) Tidak dapat mengetahui senyawa apa yang dibentuk oleh unsur-unsur yang terkandung dalam material yang akan kita teliti.
- e) Tidak dapat menentukan struktur dari atom yang membentuk struktur dari atom yang membentuk material itu. (Agus Setiabudi, dkk. 2012)

**Tabel 4.** Perbedaan pengukuran menggunakan EDXRF dan WDXRF

Spesifikasi	EDXRF	WDXRF
Range unsur	Na..U (Sodium..Uranium)	Be..U (Berilium..Uranium)
Batas deteksi	Kurang optimal untuk unsur cahaya, baik untuk unsur berat	Baik untuk unsur Be dan semua unsur yang lebih berat
Kepekaan	Kurang optimal untuk unsur cahaya, baik untuk unsur berat	Baik untuk unsur cahaya, baik untuk unsur berat

Resolusi	Kurang optimal untuk unsur cahaya, baik untuk unsur berat	Baik untuk unsur cahaya, kurang optimal untuk unsur berat
Biaya	Relatif murah	Relatif mahal
Konsumsi	5-1000 W	200-4000 W
Pengukuran	Serentak	Berurutan/ simultan
Perpindahan Kritis	Tidak ada	Kristal, Goniometer

(Sumber : Brouwer,2006)

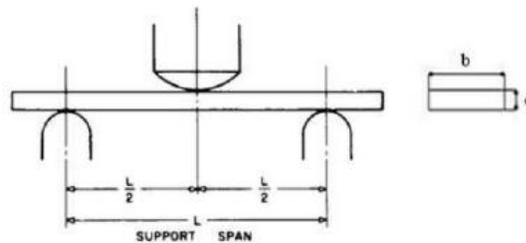
### ***G. Bending Testing Machine***

Bending Testing Machine ini digunakan untuk mengetahui sifat mampu lengkung dari logam atau material hasil las yang dipakai sebagai bahan specimen serta menguji keuletan material atau kemulusan sambungan pengelasan dari benda uji berbentuk pelat atau pipa. Spesimen standar dibengkokkan melalui busur tertentu. Tujuan dari pegujian kelengkungan adalah untuk mengetahui sifat – sifat mekanik dari suatu material (Metalinfo.com, 2002).



**Gambar 10. Bending Testing Machine**

Gigi manusia yang berfungsi untuk mengunyah makanan atau mencabik-cabik makanan, sehingga makanan lebih mudah dicerna oleh tubuh. Pada proses pengunyahan makanan menimbulkan gigi menerima beban sehingga mengakibatkan bending atau lentur pada gigi. Makanan yang digigit atau dikunyah akan memberikan tekanan pada gigi. Oleh karena itu dilakukan pengujian bending karena pengujian ini dilakukan untuk mengukur kekuatan material pada pembebanan yang diberikan, sehingga dapat diketahui kekuatan dari material gigi tiruan. Pengujian bending ini menggunakan metode *three point bending*, caranya adalah pada spesimen uji ditumpu pada kedua ujungnya dan diberikan beban diantara kedua penumpu tersebut sehingga spesimen uji tersebut rusak atau patah.



**Gambar 11.** Pengujian Bending Metode *Three Point Bending*

Berdasarkan standar ASTM D790 untuk mengetahui nilai tegangan bending maksimal pada material gigi tiruan seperti berikut :

$$s = \frac{3 P \times L}{2 b \times d^2}$$

Tegangan bending maksimal atau  $s$  dihitung berdasarkan persamaan diatas dalam satuan Mpa,  $P$  adalah beban maksimal yang mampu diterima oleh material uji dalam satuan kgf.  $L$  adalah jarak antar penumpu,  $b$  adalah lebar dari material uji dan  $d$

merupakan ketebalan material uji (dalam satuan mm). kemudian akan didapatkan nilai beban yang mampu diterima material uji dan dari perhitungan yang telah dilakukan. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai tegangan bending maksimal pada material uji gigi tiruan berdasarkan persamaan. (Suryaningsih & Kaelani, 2016).

## H. Penelitian Yang Relevan

Pada penelitian ini, penulis mengambil beberapa penelitian yang relevan yang mana, pada penelitian yang relevan ini akan menjelaskan perbedaan dan persamaan dari penelitian yang berjudul Pengujian kekuatan kelenturan pada gigi tiruan dengan campuran hidrosiapatit berbahan dasar cangkang kerang pensi (*Corbicula Moltkiana*) berbasis keramik. Penelitian yang relevan :

**Tabel 5.** Penelitian yang Relevan

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil
1	Ika Wahyu Suryaningsih	2016	Studi Eksperimental Kekuatan Bending Material Gigi Tiruan Dari Resin Akrilik Berpenguat <i>Fiber Glass</i> Dengan Variasi Susunan Serat Penguat	Pada penelitian ini dilakukan pada material gigi tiruan dari resin akrilik berpenguat serat E-glass dengan memvariasikan dari pola susunan serat penguat, yaitu mulai dari tanpa adanya serat penguat pada material, berpenguat serat dengan pola susunan teratur dan acak pada material gigi tiruan. Pengujian bending dilakukan sesuai dengan pengujian ASTM D790, sehingga diketahui nilai tegangan bending maksimal dari material gigi tiruan yang diperoleh dari material tanpa serat penguat sebesar 42,43 $N/mm^2$ , material

				dengan tambahan serat penguat berpola acak sebesar $51,53 \text{ N/mm}^2$ , dan material dengan tambahan serat penguat berpola teratur antara $47,08 \text{ N/mm}^2$ – $64,62 \text{ N/mm}^2$ .
2	Afrizal, Gunawarman	2016	Analisa Struktur Mikro Material Substitusi Hidrosiapatit Cangkang Kerang Darah Dan Resin Akrilik Bahan Pembuatan Gigi Untuk Aplikasi Gigi Tiruan	Kerang darah digunakan sebagai menggantikan sebagai fungsi resin akrilik bahan pembuatan gigi tiruan. Penelitian ini dilakukan pemeriksaan struktur mikro material struktur HACK+TRA dengan 7 variasi specimen. Hasil pemeriksaan struktur mikro menggunakan SEM-EDX, terlihat bahwa komposisi material struktur terbaik pada specimen 1A dan 2A dimana partikel HACK menganti volume TRA sebesar 1,375 dan 1,500 gr dalam material struktur HAVK+TRA hal tersebut disebabkan karena kehadiran partikel HACK dengan kerapatan (density) yang tinggi dan halus. Kerapatan partikel atom HACK dalam campuran HACK+TRA menghalangi laju dislokasi atom-atom resin akrilik dalam material substitusi ini. Hal ini meningkatkan sifat-sifat mekanik material substitusi.
3	Iin Sundari	2016	Studi Kekuatan Fleksural Antara Resin Akrilik Heat Cured Dan Termoplastik	Hasil penelitian ini menyatakan bahwa adanya perbedaan kekuatan fleksural yang signifikan antara resin akrilik <i>heat</i>

			Nilon Setelah Direndam Dalam Minuman Kopi Ulee Kareng ( <i>Coffea robusta</i> )	<i>cured</i> termoplastik nilon setelah direndamkan dalam minuman kopi ulee kareng ( <i>coffea robusta</i> ) selama 7 hari, yaitu kekuatan fleksural termoplastik nilon lebih tinggi daripada resin akrilik <i>heat cured</i> .
--	--	--	---	---

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kelenturan pada gigi tiruan tanpa adanya tambahan CaO Cangkang kerang pensi memiliki kelenturan rerata terkecil sebesar 5,727 MPa. Sedangkan pada kelenturan gigi tiruan dengan adanya tambahan CaO cangkang kerang pensi memiliki kelenturan rerata terbesar sebesar 25,778 MPa.
2. Penambahan CaO dari cangkang pensi berpengaruh terhadap nilai kelenturan gigi tiruan semakin banyak penambahan CaO maka semakin tinggi pula nilai kelenturan yang dihasilkan.
3. Kandungan CaO yang didapat pada penelitian ini yaitu 97,121 %.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memiliki saran :

1. Pada proses pencetakan sampel masih menggunakan cara manual, sebaiknya menggunakan alat cetakan yang bagus.
2. Sampel yang digunakan harus sama rata antara permukaan dan ketebalannya supaya dalam proses pengujian menghasilkan data yang valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, A. (2016). Analisa Struktur Mikro Material Substitusi Hidroksiapatit Cangkang Kerang Darah dan Resin Akrilik Bahan Pembuat Gigi untuk Aplikasi Gigi Tiruan. *Jurnal Surya Teknik*, 2(04), 1–9. <https://doi.org/10.37859/jst.v2i04.17>
- Ajaj-alkordy NM, Alsaadi MH. *Elastic modulus and flexural strength comparisons of high impact and traditional denture base acrylic resins*. The Saudi Dental Journal 2013; 26: 15-8.
- Anusavice K, Shen C, Rawls H. *Phillip's science of dental materials*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier, 2012: 4, 48-63.
- Cevik P, Yildirim-Bicer AZ. *The effect of silica and prepolymer nanoparticles on the mechanical properties of denture base acrylic resin*. Ankara: Journal of Prosthodontics 2016: 1-8
- Fadhilah, M., & Ramli, R. (2019). *Pengaruh Suhu Sintering Pada Penyerapan Gelombang Mikro Nanokomposit Nife 2 O 4 / PvdF Untuk Material Penyerap Radar Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang*. 12, 98–103.
- Faot F, Panza LHV, Rodrigues GRM, Del BAA. Impact and Flexural Strength, and Fracture Morphology of Acrylic Resins with Impact Modifier. *The Open Dentistry Journal* 2009;3: 137-43
- Fatihallah AA. *Comparison of some mechanical properties of silanated sio2 and polyester fiber incorporation into heat cured acrylic resin*. Iraqi Dental Journal 2015; 7(3): 90-6.
- Fatimina AD, Benyamin B, Fathurrahman H. Pengaruh posisi serat kaca (fiber glass)

- yang berbeda terhadap kekuatan fleksural fiber reinforced acrylic resin. *Odonto Dental Journal* 2016; 3(2): 128-32.
- Helmita, Ramli, & Hidayati. (2019). Pengaruh Variasi Komposisi Pada Sifat Magnet Dari Nanokomposit NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/PANi Yang Disintesis Dengan Metode Sol- Gel Spin Coating. *Pillar of Physics*, 12(1), 46–53.
- Khalil. (2006). Pengaruh Penggilangan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi ( *Corbiculla Sp* ) untuk Pakan. *Media Peternakan*, 29(2), 70–75.
- Kohli S, Bhatia S. *Flexsural properties of polyamide versus injection-molded polymethylmethacrylate denture base material. J Prosthodontics* 2013; 1(1):56-60
- Mahross HZ, Mohamed MD, Hassan AM, Baroudi K, Effect of cigarette smoke on surface roughness of different denture base materials. *J Clin Diagn Res* 2015;9(9) : 39-42
- Martha M. Ellyza H, Andi S. Pemilihan Resin Meningkatkan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI* 2010;59(1);29-34
- Meng TR, Latta MA. Physical Properties of Four Acrylic Denture Base Resins. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2005;6(4):1-5
- Naji A, et al. *Recent advances and future perspectives for reinforcement of poly(methyl methacrylate) denture base materials: A Literature Review. Journal of Dental Biomaterials* 2018; 5(1): 490-8.
- Ningsih, R. P., Wahyuni, N., & Destiarti, L. (2014). Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Dengan Variasi Waktu Pengadukan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3(1), 22–26. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/STOMA/article/download/2079/1683/>
- Physics, P., No, V., Cofe, N., Yang, O. P., Dengan, D., Rudyah, F., Nurzam, P.,

- Ratnawulan, R., Fisika, J., Matematika, F., Alam, P., Padang, U. N., Prof, J., Air, H., Physics, P., & No, V. (2019). *Pengaruh Komposisi Cofe 2 O 4 Terhadap Sifat Listrik Metoda Sol-Gel Filzarudya@gmail.com*. 12(1), 38–45.
- Ramakrishna, Chilakala, et al. "Extraction of Precipitated Calcium Carbonate from Oyster Shell waste and Its Applications." *Journal of Energy Engineering* 27.1 (2018): 51-58.
- Rasse,D.P.,Dignac, M.F.,Bahri,H., Rumpel, C., Mariotti, A., & Chenu, C. (2006). Lignin turnover in an agricultural field: from plant residues to soil-protected fractions. *European Journal of Soil Science*, 57(4), 530-538
- Rauf, N., Suryani, S., & Saputra, S. (2013). Pengaruh komposisi bahan terhadap kekerasan gigi tiruan berbasis keramik. 65–67
- Riyanto, B., & Maddu, A. (2014). Material of Hydroxyapatite-Based Bioceramics from Tuna Fishbone. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(2), 119–132.
- Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. *Craig's restorative dental materials*. 14th ed. St.Louis: Elsevier, 2018: 136-54.
- Sundari, I., Sofya, P. A., & Hanifa, M. (2016). Studi kekuatan fleksural antara resin akrilik heat cured Dantermoplastik nilon setelah direndam dalam minuman kopi Uleekareng (*Coffea robusta*). *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society*, 1(1), 51-58.
- Suryaningsih, I. W., & Kaelani, Y. (2016). Studi Eksperimental Kekuatan Bending Material Gigi Tiruan Dari Resin Akrilik Berpenguat Fiber Glass Dengan Variasi Susunan Serat Penguat. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 171–175. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.20790>
- Veeraiyan DN. *Textbook of prosthodontics*. 2<sup>nd</sup> ed. New Delhi : Jaypee Brothers

Medical Publishers, 2017:5-6

- Wahjuni, S., & Mandanie, S. A. (2017). Fabrication of Combined Prosthesis With Castable Extracoronary Attachments (Laboratory Procedure). *Journal Of Vocational Health Studies*, 1(2), 75. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v1.i2.2017.75-81>
- Wahyuni, S., Darvina, Y., & Ramli. (2015). Optimalisasi Temperatur Kalsinasi Untuk Mendapatkan Kalsit- Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP Staff Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP. *Pillar of Physics*, 6, 81–88.
- Zeffry, R., Ratnawulan, & Yohandri. (2015). *Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP*. 5(April), 65–72.
- Zein, Rahmiana; Ramadhani, Putri; Aziz, Hermansyah; Suhaili, R. (2019). Pensi shell (*Corbicula molckiana*) as a biosorbent for metanil yellow dyes removal: pH and equilibrium model evaluation. *Jurnal Litbang Industri*, 15–22.