



**PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT CANGKANG
KEPITITNG (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN
TRANSVERSAL RESIN AKRILIK
POLIMERISASI PANAS**

SKRIPSI

**UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

Oleh :

ADRIANSYAH TJAHHONO
145070400111011

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT CANGKANG
KEPITING (*Scylla serata*) TERHADAP KEKUATAN
TRANSVERSAL RESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS**

Oleh :

Adriansyah Tjahjono
145070400111011

**Telah diujikan di depan Majelis Penguji pada tanggal 17 Mei 2019
dan dinyatakan memenuhi syarat mempe roleh gelar Sarjana dalam
Bidang Kedokteran Gigi**

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Diwya Nugrahini, drg, Sp.Pros
NIK. 2010037806242001

Wahyu Susilaningtyas, drg, Sp.Pros
NIP 19681205199403201

Malang

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya**

Yuliana Ratna Kumala, drg, Sp.KG
NIP 198004092008122004

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT CANGKANG
KEPITITNG (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN
TRANSVERSAL RESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS**

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh:

Adriansyah Tjahjono

NIM 145070400111011

Menyetujui :

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Diwya Nugrahini, drg, Sp.Pro

Wahyu Susilaningtyas, drg, Sp.Pro

NIK. 2010037806242001

NIP.19681205199403201



ABSTRAK

Adriansyah Tjahjono, 145070400111011, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gig Universitas Brawijaya Malang, 3 Mei 2019, **“PENGARUH PENAMBAHAN HIDROKSIAPATIT CANGKANG KEPITING (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN TRANSVERSALRESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS”**, Tim pembimbing: (1) Diwya Nugrahini, drg, Sp.Pros, (2) Wahyu Susilaningtyas, drg, Sp.Pros

Hidroksiapatit (HaP) adalah salah satu mineral alami yang sering digunakan dalam penelitian bidang kedokteran gigi. HaP memiliki manfaat sebagai bahan pengisi tulang yang kuat untuk menggantikan fungsi tulang yang hilang. Cangkang kepiting (*Scylla serrata*) mengandung kalsium karbonat cukup tinggi yang dapat digunakan sebagai sumber sintesis HaP. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan HaP cangkang kepiting terhadap kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas. HaP disintesis dari cangkang kepiting dengan menggunakan metode endapan basah. Hasil sintesis HaP ditambahkan ke dalam polimer resin akrilik polimerisasi panas dengan persentase sebesar 0%, 2% dan 5% dari berat serbuk resin akrilik, kemudian dibuat plat (65x10x2,5mm) sebanyak 9 plat setiap kelompok. Kekuatan transversal plat resin akrilik diuji menggunakan *Universal Testing Machine*. Hasil rata-rata uji kekuatan transversal menunjukkan adanya penurunan kekuatan transversal pada kelompok dengan penambahan sintesis HaP. Hasil analisis statistik *One Way Anova* menunjukkan terdapat pengaruh penambahan HaP cangkang kepiting bakau terhadap kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas ($p < 0,05$). Hasil uji PostHoc menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada kelompok penambahan HaP sebesar 0% dengan 2% dan kelompok penambahan HaP 0% dengan 5%. Kesimpulan penelitian ini adalah sintesis HaP cangkang kepiting berpengaruh menurunkan kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas. Saran dari peneliti adalah HaP tersebut masih dapat digunakan karena memiliki kekuatan transversal lebih besar dari kekuatan resin akrilik terendah yang digunakan di klinik (65 MPa) dan diperlukan penelitian lebih lanjut perihal toksisitas dan ukuran partikel dari hidroksiapatit cangkang kepiting (*Scylla serrata*).

Kata Kunci: HaP, Cangkang Kepiting, Resin Akrilik, Kekuatan Transversal



Adriansyah Tjahjono, 145070400111011, Dentistry Undergraduate
Programme, Dentistry Faculty of Bawijaya University Malang, 3th May 2019,
“**THE EFFECT OF ADDITION OF HYDROXYAPATITE OF CRAB
(Scylla serrata) ON THE TRANSVERSAL STRENGTH OF HEAT-
CURED ACRYLIC RESIN**”. Supervisors : (1) Diwya Nugrahini, drg,
Sp.Pros, (2) Wahyu Susilaningtyas, drg, Sp. Pros

Abstract

Hydroxyapatite (HaP) is one of the natural minerals that is often used in research in dentistry. HaP has the advantage of being a strong bone filling material to replace the function of missing bones. Crab shells (*Scylla serrata*) contain high enough calcium carbonate which can be used as a source of HaP synthesis. The purpose of this study was to determine the effect of adding crab shell HaP to the transversal strength of heat cured polymerization acrylic resin. HaP is synthesized from crab shells using the wet deposit method. HaP synthesis results were added to heat polymerization acrylic resin polymers with a percentage of 0%, 2% and 5% of the weight of acrylic resin powder, then 9 plates (65x10x2,5mm) were made as many as 9 plates of each group. The transversal strength of the acrylic resin plate was tested using Universal Testing Machine. The average results of the transverse strength test showed a decrease in transverse strength in the group with the addition of HaP synthesis. The results of One Way Anova statistical analysis showed that there was an effect of adding mangrove crab shells to the transversal strength of heat polymerization acrylic resin ($p < 0.05$). PostHoc test results showed a significant difference ($p < 0.05$) in the HaP addition group of 0% with 2% and the 0% HaP addition group with 5%. The conclusion of this study is that HaP of crab shells has an effect on reducing the transversal strength of heat cured polymerization acrylic resin. The suggestion from the researcher is that HaP can still be used because it has greater transverse strength than the lowest strength of acrylic resin used in the clinic (65 MPa) and further research is needed regarding toxicity and particle size of crab hydroxyapatite shells (*Scylla serrata*).

Keywords : HaP, Crab Shell, Acrylic Resin, Flexural Strength



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala kekuatan dan menyertai penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Cangkang Kepiting (*Scylla Serrata*) Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Polimerisasi Panas.”

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga sehubungan dengan selesainya Skripsi ini kepada:

1. Drg. R. Setyohadi, MS selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan penulis kesempatan menuntun ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
2. Drg. Yuliana R Kumala, Sp. KG selaku Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan penulis kesempatan menuntun ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
3. Drg. Diwya Nugrahini ,Sp. Pros selaku pembimbing pertama yang dengan sabar membimbing dan senantiasa memberi semangat serta nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

4. Drg. Wahyu Susilaningtyas ,Sp. Pros selaku pembimbing kedua yang dengan sabar membimbing dan senantiasa memberi semangat serta nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Drg. Citra Insany I., M.Med.Ed selaku penguji yang telah memberikan kritik saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Sege nap anggota Tim Pengelola Skripsi FKG UB.
7. Untuk Papa, Mama, Cikde, Ko Willy, Raymond, Nico, dan Abel selaku keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan tiada henti-hentinya mendoakan penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Untuk Agnes Arimbi Ayuwanti sebagai pemberi semangat tiada henti sampai skripsi ini selesai
9. Untuk Juhendi, Mutia, Evanie, Alif, teman-teman Kp Tumapel dan FKG 2014 yang sangat baik hati telah memberikan semangat, kritik dan saran kepada penulis.
10. Untuk Rino dan Nadia sebagai teman SMA dan teman sejawat saya yang sangat baik hati telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini
11. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.





Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang

Kedokteran Gigi.



Malang,

Mei 2019

Penulis,

Adriansyah Tjahjono

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN ISTILAH	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.3.1 Tujuan umum	3
1.3.2 Tujuan khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Manfaat akademis	3
1.4.2 Manfaat praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Resin Akrilik Polimerisasi Panas	5
2.1.1 Pengertian	5
2.1.2 Keuntungan dan Kerugian	6
2.1.3 Manipulasi Polimer dan Monomer	7
2.1.4 Proses Polimerisasi	9
2.1.5 Sifat Fisik Resin Akrilik	10



2.1.6	Sifat Mekanis Akrilik	14
2.2	Kekuatan Transversal	16
2.3	Kepiting	18
2.3.1	Definisi	18
2.3.2	Morfologi	19
2.3.3	Komponen dan kandungan	20
2.4	Hidroksiapatit	20

BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1	Kerangka Konsep	25
3.2	Hipotesis Penelitian.....	26

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Jenis Penelitian	27
4.2	Lokasi dan Waktu penelitian	27
4.3	Definisi Operasional	27
4.4	Jumlah Sampel	30
4.5	Kriteria Sampel	31
4.5.1	Kriteria Inklusi	31
4.5.2	Kriteria Ekslusi	31
4.6	Bentuk Sampel	32
4.7	Variabel Penelitian	32
4.7.1	Variabel Terikat	32
4.7.2	Variabel Bebas	32
4.7.3	Variabel Kendali	32
4.7.4	Variabel yang Diabaikan	32
4.8	Alat dan Bahan.....	32
4.9	Prosedur Penelitian	34
4.9.1	Preparasi Cangkang Kepiting	34
4.9.2	Sintesis Hidroksoapatit	34
4.9.3	Pembuatan sampel	36
4.8.4	Pengujian Kekuatan Transversal	37
4.9	Alur Penelitian	39



BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian 40

5.2 Analisis Data 42

 5.2.1 Uji *One-Way* Anova 42

BAB VI PEMBAHASAN 45

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 48

7.2 Saran 48

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN 56



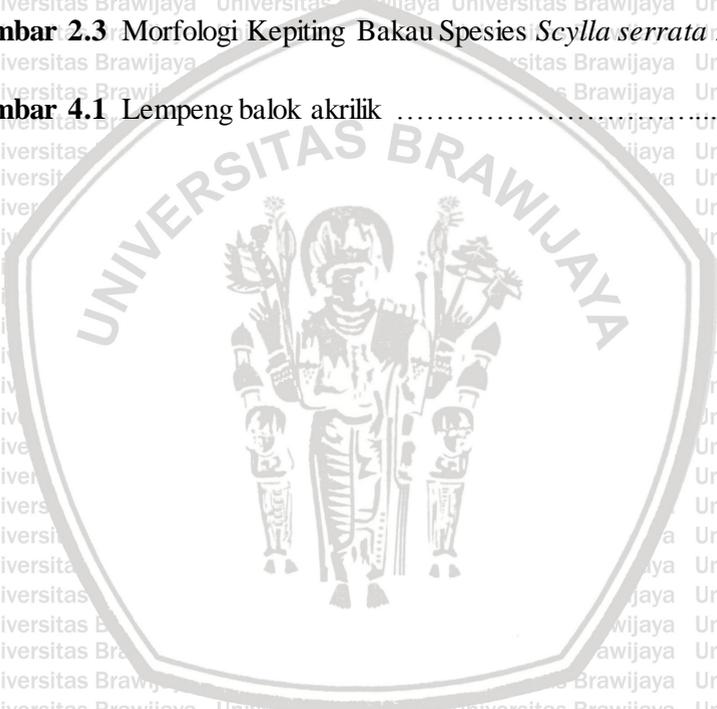
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 A. Alat Uji Kekuatan Transversal (*Torsse's Electronic... 17*
System Universal Testing Machine, Japan) B Sampel
diletakkan pada alat uji

Gambar 2.2. Jenis-jenis Kepiting Bakau18

Gambar 2.3 Morfologi Kepiting Bakau Spesies *Scylla serrata*19

Gambar 4.1 Lempeng balok akrilik 29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisika hidroksiapatit 22

Tabel 4.3 Definisi Operasional 27

Tabel 5.1.1 Nilai Rerata Penambahan Hidroksiapatit Cangkang..... 40
 Kepiting (*Scylla Serata*) terhadap Kekuatan
 Transversal Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Tabel 5.1.2 Deskriptive Penambahan Hidroksiapatit Cangkang 41
 Kepiting (*Scylla Serata*) terhadap Kekuatan
 Transversal Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Tabel 5.2.1 Uji *One-Way* Anova 42

Tabel 5.2.2 Tabel Post Hoc 43

DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN ISTILAH



%

Psi

Mg

g

cm³

PMMA

ADA

HAP

MPa

Persen

Pounds per square inch

Miligram

Gram

Sentimeter kubik

Polymethymethacrylate/ Acrylic

American Dental Asosiation

Hidroksi apatit

Megapascal



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gigi tiruan lepasan adalah gigi tiruan yang menggantikan gigi yang hilang dan dapat dilepas oleh pasien sendiri. Gigi tiruan lepasan dipakai karena ekonomis dan pembuatannya mudah. Bahan dasar basis gigi tiruan yang sering dipakai yaitu resin akrilik akrilik polimerisasi panas (Mayati, 2013). Gigi tiruan memiliki resiko patah dan disebabkan oleh benturan (*impact*) apabila terjatuh pada permukaan yang kasar (Sockaligam, 2011). Bahan basis resin akrilik polimerisasi panas memiliki kekurangan yaitu mudah patah apabila terjatuh, mudah mengalami perubahan warna, porus, mudah menyerap cairan baik air, sisa makanan, maupun bahan kimia contohnya alkohol, etanol dan larut dalam cairan kimia. Resin akrilik masih merupakan pilihan untuk pembuatan basis gigi tiruan lepasan oleh karena harganya relatif murah, mudah direparasi, proses pembuatan gigi tiruan mudah, menggunakan peralatan sederhana, warna stabil, dan mudah dipulas (Anusavice, 2003).

Permasalahan patahnya basis gigi tiruan resin akrilik dapat dikurangi dengan meningkatkan kekuatan resin (El-Sheikh & Al-Zahrani, 2006). Kekuatan transversal merupakan salah satu sifat resin akrilik yang penting untuk diperhatikan. Kekuatan transversal dapat mewakili tipe kekuatan yang diterima gigi tiruan dalam mulut

seperti kekuatan tarik serta kompresi secara simultan saat proses terjadinya pengunyahan. Menurut spesifikasi ADA no 12, kekuatan minimum resin akrilik yang kuat dan tidak menimbulkan gejala klinis pada pengguna gigi tiruan adalah 65 MPa (Peracini *et al.*, 2010)

Salah satu biomaterial yang banyak disintesis untuk keperluan tersebut adalah biokeramik, khususnya Hidroksiapatit (Ningsih,2014). Hidroksiapatit (Hap) merupakan material utama penyusun tulang dan gigi dan merupakan senyawa kalsium fosfat yang paling stabil (Hidayat,2013). Hidroksiapatit dimanfaatkan sebagai tulang (*bonegraft*) karena bahan tersebut bersifat biokompatibel dan dapat menjadi inisiator terbentuknya tulang baru yang cukup kuat menggantikan fungsi tulang yang hilang (Nandi dkk, 2010)

Metode alternatif saat ini yang banyak digunakan untuk memperoleh sintesis hidroksiapatit yaitu berasal dari bahan material alami dan sintetik. Sumber kalsium yang digunakan dalam penelitian sintesis HAp adalah cangkang kepiting. Pemanfaatan kepiting di masyarakat masih terbatas untuk keperluan makanan, dengan memanfaatkan dagingnya saja sedangkan cangkangnya dibuang. Limbah cangkang kepiting mengandung senyawa kalsium (CaCO_3) yang cukup tinggi, yaitu sekitar 53-78% dari berat cangkang keringnya dan tingginya kadar kalsium ini dapat digunakan sebagai bahan HAP. (Dhony, 2011). Penambahan hidroksiapatit telah



dilakukan pada penelitian sebelumnya dari cangkang telur terhadap resin akrilik. Menurut Berstari (2016), cangkang telur dapat menurunkan kekuatan transversal dari resin akrilik polimerisasi panas. Penelitian Hassan dkk. (2014) menjelaskan bahwa penambahan 2% dan 5% sintesis hidroksiapatit pada resin akrilik menghasilkan campuran dengan monomer sisa lebih sedikit.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah penambahan hidroksiapatit dari cangkang kepiting (*Scylla Serrata*) berpengaruh terhadap kekuatan transversal dari resin akrilik polimerisasi panas?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh penambahan hidroksiapatit dari cangkang kepiting (*Scylla Serrata*) terhadap kekuatan transversal dari resin akrilik polimerisasi panas.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui kekuatan transversal pada akrilik tanpa penambahan hidroksiapatit dari cangkang kepiting.
2. Mengetahui kekuatan transversal pada akrilik setelah penambahan 2% hidroksiapatit dari cangkang kepiting
3. Mengetahui kekuatan transversal pada akrilik setelah penambahan 5% hidroksiapatit dari cangkang kepiting



4. Menganalisa perbedaan akrilik setelah penambahan dan sebelum penambahan hidroksiapatit

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Akademis

a. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar penelitian lebih lanjut dalam pengembangan ilmu Prostodonsia terlebih untuk gigi tiruan.

b. Bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut tentang penambahan hidroksiapatit pada cangkang keping terhadap sifat transversal dari resin akrilik polimerisasi panas lainnya, seperti porositas, kekasaran permukaan.

1.4.2. Manfaat Praktisi

Memberikan informasi kepada praktisi bidang kedokteran gigi, baik dokter gigi, teknisi laboratorium, mahasiswa kedokteran gigi serta masyarakat tentang manfaat cangkang keping sebagai bahan penguat akrilik polimerisasi panas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Akrilik Polimerisasi Panas

2.1.1 Pengertian

Resin akrilik adalah turunan etilen yang mengandung gugus vinil dalam rumus strukturnya. Resin akrilik merupakan material yang paling sering digunakan untuk basis gigi tiruan (McCabe & Walls, 2011). Resin akrilik pertama kali digunakan pada kedokteran gigi sekitar tahun 1940an sebagai plat gigi. Hampir semua basis gigi tiruan dalam pembuatannya menggunakan bahan-bahan teraktivasi dengan panas. Keuntungan resin akrilik adalah murah, nilai estetik tinggi, dan mudah pengerjaan (Anusavice, 2003).

Resin akrilik polimerisasi panas termasuk resin yang banyak digunakan dalam plat gigi tiruan. Energi panas untuk polimerisasi bahan tersebut menggunakan perendaman air (Anusavice, 2004).

Resin akrilik ini mempunyai keunggulan yaitu mudah diproses dan dipoles, estetis, biaya terjangkau, dan toksisitas yang rendah (Gharechaci, 2014)

Komposisi resin akrilik:

a. *Polymer* (Bubuk):

1. *Polymer, Polimethyl metacrylate*, (serbuk yang diperoleh dari polimerisasi *methyl metacrylate* dalam air maupun pertikel yang tidak teratur bentuknya yang diperoleh dengan cara menggerinda batangan polimer).

2. *Initiator Peroxide*; berupa 0,2-0,5% *benzoil peroxide*.

3. Pigmen; sekitar 1% tercampur dalam partikel polymer.

b. Cairan (Monomer):

1. Monomer: *methyl methacrylate*.

2. *Stabilizer*; sekitar 0,006% *hydroquinone* untuk mencegah polimerisasi selama penyimpanan.

3. Terkadang terdapat bahan untuk memacu *cross-link*; seperti *ethylene glycol dimethacrylate* (Combe 1992: 270).

2.1.2 Keuntungan dan Kerugian

Keuntungan bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas adalah:

a. Harga relatif murah

b. Proses pembuatan mudah

c. Menggunakan peralatan sederhana



d. Warna stabil

e. Mudah dipoles

Resin akrilik polimerisasi panas 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 (Meng, 2005).

2.1.3 Manipulasi Polimer dan Monomer

Manipulasi adalah tindakan proses rekayasa terhadap suatu hal dengan menambah ataupun mengurangi variabel yang berkaitan agar mendapatkan sifat mekanik maupun fisik yang diinginkan. Sebelum diaplikasikan pada pasien, resin akrilik harus dimanipulasi sehingga memenuhi kriteria pengaplikasian klinis yang baik (Khindria, 2009).

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses manipulasi resin akrilik menurut Khindria (2009), antara lain:

1. Perbandingan monomer dan polimer

Perbandingan yang digunakan adalah 3,5:1 satuan volume atau 2,5:1 satuan berat. Bila monomer terlalu sedikit maka tidak semua polimer dapat dibasahi oleh monomer, sehingga resin akrilik



yang telah berpolimerisasi akan bergranul. Sebaliknya, komposisi monomer juga tidak boleh terlalu banyak (Khindira, 2009).

2. Pencampuran

Fase yang terjadi selama polimerisasi resin akrilik:

- a. Sandy stage adalah campuran monomer dan polimer yang menyerupai pasir basah.
- b. Sticky stage adalah fase saat bahan akan melekat ketika bubuk mulai larut dalam cairan dan berserat ketika ditarik.
- c. Dough stage adalah fase dengan konsistensi adonan mudah diangkat dan tidak melekat, dan merupakan waktu yang tepat memasukkan adonan ke dalam mould dan kurang lebih dicapai dalam waktu 10 menit.
- d. Rubber hard stage adalah fase saat campuran bahan seperti karet dan tidak dapat dibentuk dengan tekanan konvensional (Khindira, 2009).

3. Pengisian

Adonan diisikan dalam mould setelah adonan resin akrilik mencapai dough stage. Perlu diperhatikan saat proses manipulasi

pada tahap pengisian ini adalah ketepatan bahan dalam mengisi rongga *mould*. Setelah pengisian adonan, dilakukan tekanan press pertama sebesar 1000 psi untuk mencapai mold terisi dengan padat dan kelebihan resin dibuang selama 5 menit. Kemudian dilakukan tekanan press terakhir mencapai 2200 psi selama 5 menit. Tahap selanjutnya adalah *curing* (Khindira, 2009).

4. Curing

Proses *curing* adalah proses terjadinya pengerasan, untuk resin polimerisasi panas proses curing terjadi akibat aktivasi panas (Khindira, 2009).

2.1.4 Proses Polimerisasi

Proses polimerisasi terdiri dari empat tahap, yaitu:

- a. Induksi : Dua proses pada tahap induksi yaitu aktivasi dan inisiasi. Pada proses ini dibutuhkan radikal bebas yang memiliki inisiator yaitu benzoyl peroxide dan aktivator yaitu pemanasan, sinar ultraviolet, visible light, radiasi elektromagnetik atau zat kimia.
- b. Propagasi : Tahapan pembentukan rantai polimer yang berasal dari reaksi molekul aktif dengan molekul lain.



c. Chain transfer : Tahapan pemindahan energi dari molekul yang aktif ke molekul yang tidak aktif.

d. Terminasi : Tahapan yang terjadi apabila dua radikal bebas bereaksi membentuk molekul stabil. (Bashi, 2009)

2.1.5. Sifat Fisik Resin Akrilik

Sifat fisik akrilik menurut Vallitu (2012) sebagai berikut:

a. Pengerutan Polimerisasi

Kepadatan massa bahan berubah dari 0,94-1,19 g/cm³ ketika monomer metakrilat terpolimerisasi membentuk PMMA. Perubahan kepadatan ini menghasilkan pengerutan volumetrik sebesar 21%. Bila resin konvensional yang diaktifkan panas diaduk dengan rasio bubuk berbanding cairan sesuai anjuran, sekitar sepertiga dari massa hasil cairan. Akibatnya, pengerutan volumetrik yang ditunjukkan oleh massa terpolimerisasi harus sekitar 7%. Persentase ini sesuai dengan nilai yang diamati dalam penelitian laboratorium dan klinis.

Efek pengerutan linier juga harus dipertimbangkan selain pengerutan volumetrik. Pengerutan linier memberikan efek nyata pada adaptasi basis gigi tiruan serta interdigitasi

tonjol. Biasanya mulai pengerutan linier ditentukan dengan mengukur jarak antara 2 titik acuan yang telah ditentukan pada regio molar kedua pada susunan gigi tiruan. Setelah polimerisasi resin basis gigi tiruan dan pengeluaran basis gigitiruan dari model, jarak antara kedua titik acuan tadi diukur kembali. Perbedaan antara pengukuran sebelum dan sesudah polimerisasi dicatat sebagai pengerutan linier. Semakin besar pengerutan linier, semakin besar pula ketidaksesuaian yang teramati dari kecocokan awal suatu gigitiruan.

b. Porositas

Gelembung permukaan dan di bawah permukaan dapat mempengaruhi sifat fisik, estetika, dan kebersihan basis gigi tiruan. Porositas cenderung terjadi pada bagian basis gigi tiruan yang lebih tebal. Porositas tersebut, akibat dari penguapan monomer yang tidak bereaksi serta polimer molekul rendah, bila suhu resin mencapai atau melebihi titik didih bahan tersebut. Namun porositas jenis ini tidak terjadi seragam sepanjang segmen resin yang terkena.

Porositas juga dapat berasal dari pengadukan yang tidak tepat antara komponen bubuk dan cairan. Bila ini terjadi, beberapa bagian massa resin akan mengandung monomer lebih banyak dibandingkan yang lain. Selama



polimerisasi, bagian ini mengerut lebih banyak dibandingkan daerah di dekatnya, dan pengerutan yang terlokalisasi cenderung menghasilkan gelembung.

c. Penyerapan Air

Polimethyl metacrylate menyerap air relatif sedikit ketika ditempatkan pada lingkungan basah. Namun, air yang terserap ini menimbulkan efek yang nyata pada sifat mekanis dan dimensi polimer. Meskipun penyerapan dimungkinkan oleh adanya polaritas molekul PMMA, umumnya mekanisme penyerapan air yang terjadi adalah difusi. *Polimethyl metacrylate* memiliki nilai penyerapan air sebesar 0,69% mg/cm².

d. Kelarutan

Resin basis gigi tiruan dapat larut dalam berbagai pelarut dan sejumlah kecil monomer dilepaskan, tetapi resin basis umumnya tidak larut dalam cairan yang ditemukan dalam rongga mulut.

e. *Crazing*

Perubahan dimensi dapat terjadi selama relaksasi tekanan, perubahan ini umumnya tidak menyebabkan kesulitan klinis. Sebaliknya, relaksasi tekanan mungkin menimbulkan sedikit goresan permukaan yang dapat



berdampak negatif terhadap estetika dan sifat fisik suatu gigi tiruan. Terbentuknya goresan atau retakan mikro ini dinamakan *crazing*. Secara klinis, *crazing* terlihat sebagai garis retakan kecil yang nampak timbul pada permukaan gigi tiruan. *Crazing* pada resin transparan menimbulkan penampilan berkabut atau tidak terang. Pada resin berwarna, *crazing* menimbulkan gambaran putih.

f. Kekuatan

Kekuatan dari resin basis gigi tiruan tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor ini termasuk komposisi resin, teknik pembuatan, dan kondisi-kondisi yang ada dalam lingkungan rongga mulut. Untuk memberikan sifat fisik yang dapat diterima, resin basis gigi tiruan harus memenuhi atau melampaui standar yang disajikan dalam spesifikasi *American Dental Assosiation* (ADA) No. 12. Suatu uji transversa digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara beban yang diberikan dan resultan defleksi dalam contoh resin dengan dimensi tertentu.

g. Creep

Resin gigi tiruan menunjukkan sifat viskoelastis. Dengan kata lain, bahan ini bertindak sebagai benda padat bersifat karet. Bila suatu resin basis gigi tiruan terpapar terhadap beban yang ditahan, bahan menunjukkan defleksi



atau deformasi awal. Bila beban ini tidak dilepaskan, deformasi tambahan mungkin terjadi dengan berlalunya waktu. Tambahan deformasi ini diistilahkan dengan creep.

h. Sifat lain

Kekuatan benturan *charpy* untuk gigi tiruan resin yang diaktifkan dengan panas berkisar dari 0,98–1,27 J, sedangkan resin yang diaktivasi kimia adalah lebih rendah 0,78 J. Nilai untuk resin tahan benturan, seperti Lucitone 199, dapat 2 kali nilai yang dilaporkan untuk resin PMMA.

2.1.6 Sifat Mekanis Akrilik

Sifat-sifat mekanis menurut Annusavice (2004) akrilik sebagai berikut:

a. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik termasuk salah satu sifat bahan yang mempengaruhi ketahanan terhadap fraktur. Kekuatan tarik dari resin akrilik polimerisasi panas adalah 50 MPa.

b. Kekuatan Fatigue

Salah satu kekurangan dari resin akrilik polimerisasi panas adalah mudah fraktur. Fraktur basis gigitiruan dapat terjadi di luar mulut maupun di dalam mulut. Fatigue



merupakan salah satu sifat yang, menyebabkan fraktur basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas yang terjadi di dalam mulut.

c. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran dari kekakuan bahan serta merupakan salah satu sifat yang mempengaruhi kekuatan impact. Modulus elastisitas dari resin akrilik polimerisasi panas adalah 22000 MPa.

d. Kekuatan Lentur

Ketahanan terhadap fraktur dari bahan basis gigi tiruan resin akrilik dipengaruhi oleh kekuatan impact dan kekuatan lentur. Kekuatan lentur resin akrilik polimerisasi panas adalah 67 MPa.

e. Kekuatan Impact

Kekuatan impact merupakan salah satu sifat yang mempengaruhi ketahanan terhadap fraktur dari basis gigi tiruan resin akrilik. Besarnya kekuatan impact dipengaruhi oleh kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Sebanyak 30% perbaikan gigi tiruan yang dilakukan oleh laboratorium dental di Amerika adalah fraktur midline yang prevalensinya tertinggi dijumpai pada gigi tiruan rahang atas. Kebanyakan



fraktur dihubungkan dengan beberapa kejadian traumatik pada gigi tiruan, walaupun hal ini tidak mudah dikenali. Gigi tiruan tidak mudah langsung fraktur ketika jatuh, akan tetapi kemungkinan akan terbentuk retakan yang akan bertambah tanpa disadari sampai gigi tiruan tersebut menjadi fraktur.

2.2. Kekuatan Transversal

Kekuatan transversal atau fleksural yaitu beban yang diberikan pada bagian tengah sebuah benda berbentuk batang yang bertumpu pada kedua ujungnya. Selama batang ditekan maka beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. Kekuatan transversal juga merupakan kombinasi dari kekuatan tarik dan kekuatan geser dimana uji kekuatan transversal sering dilakukan untuk mengukur sifat mekanis dari suatu basis gigitiruan karena cukup mewakili tipe-tipe gaya yang terjadi selama proses pengunyahan. Hasil yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam rumus untuk mengetahui nilai kekuatan transversalnya. Kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas untuk gigi tiruan tidak boleh kurang dari 50 N (Craig, 1997).

Kekuatan transversal dari resin akrilik dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti berat molekul, ukuran partikel polimer, monomer sisa, komposisi *plasticizer*, jumlah dari ikatan silang pada rantai molekul, porositas, dan ketebalan dari basis gigitiruan.

Absorpsi air dengan cara berdifusi ke dalam matriks resin akan



menurunkan kekuatan transversal karena peningkatan air akan menyebabkan bertambahnya jarak antara rantai molekuler yang akan bertindak sebagai *plasticizer* (Dagar, 2008). Alat yang digunakan untuk uji kekuatan transversal adalah *Torsee's Electronic System Universal Testing Machine, Japan* (Gambar 2.1). Perhitungan kekuatan transversal menurut Annusavice (2003) adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{3LP}{2bd^2}$$

Keterangan:

S = Kekuatan transversal (MPa)

P = Beban maksimum diterapkan (N)

I = Jarak antara kedua mendukung (mm)

b = Lebar batang uji (mm)

d = Ketebalan spesimen (mm)



A



B

Gambar 2.1 A. Alat Uji Kekuatan Transversal (*Torsse's Electronic System Universal Testing Machine, Japan*) B. Sampel diletakkan pada alat uji

Kekuatan transversal merupakan salah satu parameter fisik untuk mengetahui ketahanan gigi tiruan dalam menerima beban pada waktu terjadi pengunyahan. Uji kekuatan transversal berguna untuk mengetahui kekuatan basis gigi tiruan resin akrilik, karena tipe kekuatan ini lebih mewakili kekuatan yang dijumpai pada basis gigi tiruan selama proses pengunyahan (Nirwana 2005).

2.3 Kepiting (Scylla Serrata)

2.3.1 Definisi

Menurut Stephenson dan Campbell (1960), Motoh (1977), Warner (1977), Moosa (1980) dan Keenan dkk (1998), kepiting bakau dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Klass : Crustacea

Ordo : Decapoda

Famili : Portunidae

Genus : Scylla (de Han)

Spesies : *Scylla serrata* (Badan Karantina Ikan, 2016)

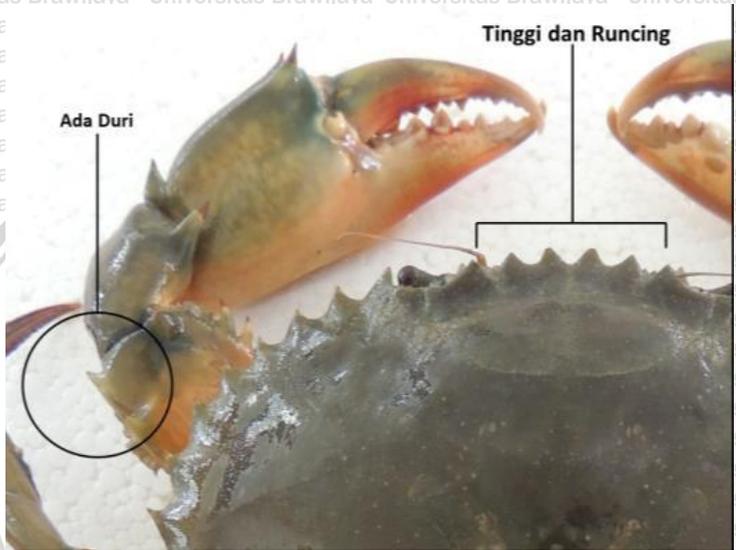


Gambar 2.2. Jenis-jenis Kepiting Bakau Menurut Keenan dkk (1998)

2.3.2. Morfologi

Menurut Keenan dkk. (1998), ada 4 (empat) spesies kepiting bakau di bawah genus *Scylla* yang terdiri atas *S. serrata* (Gambar 2.3), *S. olivacea*, *S. paramamosain* dan *S. tranqueberica*, dengan ciri-ciri di antara jenis spesies tersebut berupa duri pada dahi dan lengan

corpus. Hal ini didasarkan pada hasil deskripsi morfologi maupun investigasi metode genetik yakni mitokondria DNA dan allozim elektroforesis. Pemberian nama tersebut berbeda dengan nama-nama spesies yang disampaikan oleh Estampador (1949), dan hingga kini paling layak untuk diacu sebagai kunci identifikasi di alam.



Gambar 2.3 Morfologi Kepiting Bakau Spesies *Scylla serrata* (Keenan dkk, 1999)

Kepiting bakau jenis *Scylla serrata* memiliki duri yang tinggi dengan warna kemerahan hingga oranye terutama pada capit dan kakinya. Pada duri bagian depan kepala umumnya lancip, dan memiliki duri tajam pada bagian corpus

2.3.3. Komponen dan kandungan

Keeping memiliki kandungan hidroksiapatit yang sangat besar, lebih pada cangkang keping. Cangkang keping diketahui mengandung senyawa aktif kitin yang banyak manfaatnya sebagai industri kosmetik maupun farmasi. Cangkang keping mengandung protein 15,60-23,90%, kalsium karbonat 53,70-78,40%, dan kitin 18,70-32,20% (Marganov, 2003). Kerangka kulit keping diliputi dan diperkeras oleh kalsium karbonat (Lehninger., 1997). Kitin yang telah mengalami deasetilasi akan menjadi kitosan. Adanya kandungan logam didalam cangkang keping akan menurunkan kualitas kitin dan kitosan yang diisolasi dari cangkang keping (Lesbani, dkk, 2011).

2.4 Hidroksiapatit

Hidroksiapatit adalah material utama penyusun tulang dan gigi (Hidayat, 2013). Hidroksiapatit merupakan anggota dari mineral apatit ($\text{M}_{10}(\text{ZrO}_4)_6\text{X}_2$), dan memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Hidroksiapatit juga merupakan senyawa kalsium fosfat dengan rasio Ca/P sekitar 1,67 (Dahlan et al., 2009). Hidroksiapatit merupakan bahan biomaterial yang jarang bisa kita jumpai dalam keadaan murni di alam. Biasanya mineral ini bercampur dengan mineral apatit fluor yang disebut fluorapatit.



Hidroksiapatit dapat terbentuk karena gugus hidroksi (OH) menggantikan ion fluor (F) pada fluorapatit.

Keberadaan apatit bisa kita jumpai dalam wujud mineral di bebatuan alami dan juga dapat ditemukan pada makhluk hidup

Tulang dan gigi adalah contoh jaringan yang memiliki kandungan hidroksiapatit. Sumber kalsium yang digunakan untuk sintesis hidroksiapatit umumnya mempunyai kadar kalsium yang tinggi, seperti *gypsum* alam, tulang sapi, cangkang telur itik, dan cangkang kepiting (Supangat, 2017). Senyawa apatit merupakan jenis keramik yang dapat disintesis dan diimplankan ke dalam tubuh manusia.

Untuk dapat diimplankan ke dalam tubuh manusia harus memenuhi syarat medis yaitu, bersifat bioaktif, biokompatibel dan bioresorbable (Suryadi, 2011).

Hidroksiapatit cukup aman digunakan sebagai bahan implant adalah karena sifatnya yang *non toxic*, cepat membangun ikatan dengan tulang (bioaktif), memiliki biokompatibilitas dengan jaringan sekitar dan dapat mendorong pertumbuhan tulang baru dalam strukturnya yang berpori. Sifat biokompabilitas adalah kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan tubuh dan tidak ada penolakan pada jaringan tubuh (Supangat, 2017). Sifat bioaktif adalah kemampuan berikatan dengan jaringan tulang dan memberikan respon biologis yang spesifik, yaitu dapat menstimulasi sel *osteoblast* untuk membentuk jaringan tulang baru sehingga membantu proses



regenerasi tulang. Sifat fisika hidroksiapatit terdiri densitas dan rasio kandungan kalsium dan pospor. Selain itu sifat mekanik seperti kekuatan bengkok dan modulus elastis, kekuatan tekan juga menjadi pengaruh terhadap fisika hidroksiapatit seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Table 2.1 Sifat fisika hidroksiapatit (Grenoble *et al*, (1972))

Sifat	Kadar
Modulus elastisitas (GPa)	40 - 117
Kekuatan tekan (MPa)	294
Kekuatan bengkok (MPa)	147
Rasio Ca/P	1,67
Densitas (g/cm ³)	3,16

Hidroksiapatit banyak diaplikasikan dalam dunia medis karena sifatnya yang sangat mirip dengan komponen pada organ – organ tertentu dari tubuh manusia seperti tulang dan gigi. dari Email gigi mengandung senyawa hidroksiapatit hingga 95 % dan kandungan hidroksiapatit pada tulang manusia ada sekitar 70 %. Kekuatan mekanik HAp yang kurang baik dalam menahan beban



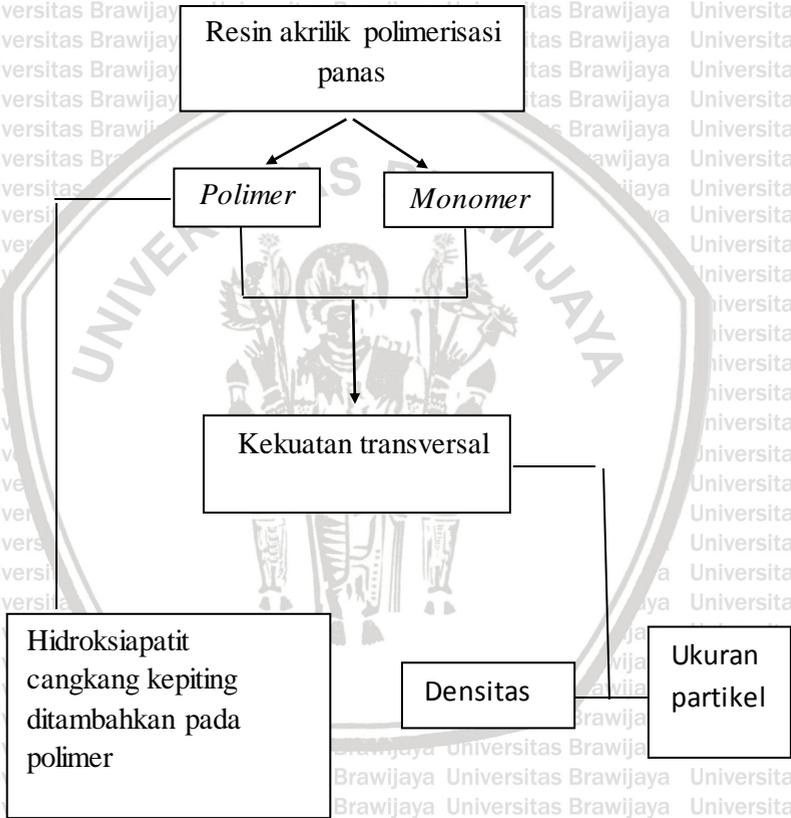
menyebabkan aplikasinya terbatas hanya untuk implan yang tidak sepenuhnya menahan beban, seperti : implan untuk operasi telinga bagian tengah, pengisi tulang yang rusak pada operasi ortopedik, serta pelapis (*coating*) pada implan untuk dental (Suryadi, 2011).



BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Resin akrilik polimerisasi panas terdiri dari polimer dan monomer. Kemudian, bahan hidroksiapatit yang berasal dari cangkang kepiting (*Scylla Serrata*) dicampurkan ke dalam polimer.

Hidroksiapatit dari cangkang kepiting merupakan sintesis dari cangkang yang banyak mengandung kalsium (Ca). Kemudian,

Polimer dan monomer dipolimerisasikan. Karena hidroksiapatit mengandung banyak kalsium (Ca), Maka ketika diuji transversal akan lebih kuat daripada tidak ditambah hidroksiapatit dari kepiting (*Scylla Serrata*) tersebut.

3.2 Hipotesis penelitian

Penambahan hidroksiapatit cangkang kepiting (*Scylla serrata*) berpengaruh pada kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dipakai adalah eksperimental laboratorium dengan uji resin akrilik yang homogen. Ciri penelitian ini adalah mengkaji hubungan antara variable bebas dan variable terikat dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono, 2008)

4.2. Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polinema Malang, Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik Pangan Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

4.3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Cara ukur	Alat ukur dan satuan ukur	Kategori
Resin akrilik polimerisasi panas	Resin akrilik yang terdiri dari	Dengan menggunakan cetakan berukuran	Jangka sorong (mm)	1. setiap kelompok uji terdiri



	polimer san monomer	65 x 10 x 2,5 mm untuk pembuatan sampel		dari 9 sampel 2 Sampel resin akrilik berukura n 65 x 10 x 2,5 mm 3. Tidak boleh ada porus pada permukaan sampel
Hidroksiapatit cangkang kepiting	Material buatan yang banyak mengandung kalsium (Ca), dihasilkan melalui teknik endapan	Menimbang berat hidroksiapatit	Timbangan (gram)	



	basah pada sintesis cangkang keping			
Kekuatan transversal	Sifat mekanis dari akrilik yang menunjukkan ketahanan terhadap tekanan agar tidak mengalami fraktur/patah	Mengukur kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas dengan uji kekuatan transversal	Alat uji transversal (Kg/cm ²)	1. setiap kelompok uji terdiri dari 9 sampel 2. Sampel resin akrilik berukuran 65 x 10 x 2,5 mm 3. Tidak boleh ada porus pada permukaan sampel



4.4. Jumlah Sampel

Banyaknya pengulangan yang dilakukan pada penelitian ini, dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Federer (1977) sebagai berikut :

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(3-1)(n-1) \geq 15$$

$$2(n-1) \geq 15$$

$$2n \geq 18$$

$$n = 9$$

Keterangan :

t = perlakuan (2 perlakuan bebas dan 1 perlakuan kontrol)

n = jumlah sampel

15 = nilai konstanta

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dengan rumus Federer, dapat disimpulkan bahwa diperlukan paling sedikit 9 kali pengulangan. Total sampel : 9 kali pengulangan dikali 3 kelompok perlakuan = 27 kali pengulangan. Perhitungan perbandingan berat sintesis hidroksiapatit cangkang kepiting terhadap berat serbuk resin akrilik polimerisasi panas sebagai berikut :

1. Kelompok 1 : Akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan (control)

2. Kelompok 2 : Akrilik polimerisasi panas dengan hidroksiapatit 2%

3. Kelompok 3 : Akrilik polimerisasi panas dengan hidroksiapatit 5%

4.5. Kriteria Sampel

4.5.1. Kriteria Inklusi

1. Balok resin akrilik polimerisasi panas

- a. Balok resin akrilik berukuran sama
- b. Tidak terdapat porus pada balok resin akrilik
- c. Permukaan balok resin akrilik rata dan tidak bergelombang

4.5.2. Kriteria Eksklusi

2. Balok resin akrilik polimerisasi panas

- a. Balok resin akrilik tidak berukuran sama
- b. Terdapat porus pada balok resin akrilik
- c. Permukaan balok resin akrilik tidak rata dan bergelombang



4.6. Bentuk Sampel

Sampel balok akrilik polimerisasi panas berukuran balok pada gambar 4.1 berukuran 65 x 10 x 2,5 mm (A.D.A. 1974)

Gambar 4.1 Lempeng balok akrilik



4.7. Variabel Penelitian

4.7.1. Variabel Terikat

Kekuatan transversal akrilik polimerisasi panas

4.7.2. Variabel Bebas

Hidroksiapatit cangkang kepiting

4.7.3. Variabel Kendali

Suhu ruangan

4.7.4. Variabel yang Diabaikan

Usia kepiting

4.8. Alat dan Bahan

1. Bahan penelitian

a. Cangkang kepiting bakau

b. H_2O

c. Larutan H_3PO_4

- d. Larutan NaOH 2M
- e. Larutan 2ml HNO₃ 12M
- f. Alkohol
- g. Cetakan balok 65x10x2,5 mm
- h. Gips biru (tipe II)
- i. Gips putih (tipe I)
- j. Resin akrilik polimerisasi panas (polimer dan monomer)

k. Vaseline / separator

l. Aquades

2. Alat penelitian

- a. Kuvet dan alat *press*
- b. *Rubber bowl*
- c. Spatula
- d. *Straight handpiece*
- e. Neraca analitik
- f. *Universal testing machine*
- g. Oven / tanur
- h. Mortar
- i. Penyaring *Butchner*
- j. Amplas no. 600 grid
- k. Ayakan 100 mesh
- l. Cawan crucible
- m. Timbangan



4.9. Prosedur Penelitian

4.9.1. Preparasi Cangkang Kepiting

1. Limbah cangkang kepiting dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada cangkang kepiting kemudian jemur di bawah sinar matahari sampai kering untuk mengurangi kadar air.
2. Cangkang kepiting yang telah kering ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh sampai ukuran serbuk yang homogen.
3. Cangkang kepiting selanjutnya dikalsinasi pada suhu 800 °C selama 2 jam,
4. Cangkang kepiting didinginkan setelah dikalsinasi secara perlahan di dalam tanur selama semalam sampai mencapai suhu ruang,
5. Cangkang kepiting yang telah dikalsinasi mengalami perubahan warna dari serbuk jingga keabu-abuan menjadi putih keabu-abuan menjadi CaO (Supangat, 2017)

4.9.2. Sintesis Hidroksiapatit

1. Serbuk cangkang kepiting hasil kalsinasi direaksikan dengan H_2O untuk menghasilkan larutan $Ca(OH)_2$,
2. Larutan $Ca(OH)_2$ direaksikan dengan H_3PO_4 dengan metode single drop (sekali penambahan).

3. Larutan kemudian diaduk dengan suhu 60°C selama 1 jam menghasilkan larutan dengan pH 7.
4. Larutan diaduk lagi selama 2 jam hingga homogen dan menghasilkan larutan dengan pH 7.
5. pH larutan diatur dengan cara ditambahkan NaOH tetes demi tetes sambil diaduk dengan kecepatan 2 mot sampai mencapai pH 10.
6. Kedua larutan diaging (didiamkan) selama 24 jam pada suhu ruang sampai menumbuhkan kristal.
7. Larutan hasil aging didekantasi,
8. Larutan dimasukkan dalam corong Buchner
9. NaOH dihilangkan dengan cara dicuci menggunakan aquades sampai pH 7,
10. Larutan dibilas dengan alkohol,
11. Endapan kemudian di oven pada suhu 110°C .
12. Endapan yang telah kering dihaluskan
13. Endapan yang halus dimasukkan kedalam cawan crusibel dan ditambah 2ml HNO_3 12M.
14. Serbuk kemudian disintering pada suhu 900°C hingga karbonat hilang,
15. Uji karakterisasi berdasarkan penelitian sebelumnya (Supangat, 2017)
16. Terbentuk sintesis Hap dengan persentase hasil yang didapatkan sebesar 81,41% (Supangat, 2017)



4.9.3. Pembuatan Sampel

1. Menggunakan cetakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 65 mm, lebar 10 mm, dan tebal 2,5 mm
2. Gips plaster dicampur dengan air dalam *rubber bowl*, kemudian diaduk menggunakan spatula. Adonan gips yang telah homogen kemudian dituang ke dalam kuvet bagian bawah. Cetakan ditanam dalam adonan gips dan diolesi dengan vaselin
3. Kontra kuvet dibuat dengan cara menempatkan kuvet bagian atas pada kuvet bawah. Kemudian diisi dengan adonan gips plaster. Kuvet bagian atas yang telah terisi adonan gips kemudian ditutup dan dipress. Setelah gips plaster keras, kuvet kemudian dibuka. Cetakan dihilangkan sehingga terbentuk *mould*
4. Seluruh permukaan *mould* dilasi dengan *separator could mould seal* atau vaselin hingga merata lalu ditunggu hingga benar-benar kering
5. Adonan resin akrilik dibuat dengan aturan pabrik yang terdiri dari bubuk polimer 23 gr dengan cairan monomer 10 ml. kemudian ditambahkan bubuk cangkang kepiting dengan persentase 0%, 2%, 5%. Untuk menyeimbangkan dengan konsentrasi dari pabrik, maka berat polimer dikurangi sesuai dengan persentase bubuk yang ditambahkan, sehingga konsentrasi tetap sama sesuai dari pabrik. Lalu diaduk dalam pot porselen pada suhu kamar $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.



6. Ketika sudah mencapai fase dough stage pada suhu kamar, *mould* diisi dengan adonan akrilik. Kuvet bagian atas dan bawah disatukan, dipres dengan *hydraulic bench press*, lalu ditekan secara perlahan hingga rapat, lalu kuvet dibuka.

Akrilik yang berlebih dipotong dengan pisau model, kemudian kuvet ditutup dan di pres kembali menggunakan *hydraulic bench press*. Dilakukan pengulangan sampai tidak ada kelebihan akrilik.

7. Proses curing dilakukan menurut petunjuk pabrik, yaitu dengan cara dimasukkan ke dalam air mendidih selama 60 sampai 90 menit.

8. Kuvet dibuka setelah dingin dan lempeng akrilik diambil, sampel balok akrilik polimerisasi panas yang sudah jadi dirapikan dengan *straight handpiece*, lalu dihaluskan menggunakan amplas no. 600 grid.

9. Sampel balok akrilik dihaluskan dengan amplas di bawah air mengalir dengan gerakan memutar, lalu keringkan (Pratami, 2016).

10. Pengukuran menggunakan jangka sorong

4.9.4. Pengujian Kekuatan Transversal

1. Batang uji diukur panjangnya kemudian diberi tanda pada garis tengahnya dengan menggunakan pensil.

2. Batang uji yang diberi tanda diletakkan di tengah alat tekan supaya tekanan benar-benar tertuju pada suatu garis uji.



3. Mesin alat dinyalakan, pemberat alat akan turun menekan batang uji sampai terjadi pecahnya batang uji, dan secara otomatis akan berhenti bekerja.

4. Kekuatan transversal diperoleh dengan memasukkan data beban dalam rumus menurut Annusavice (2003):

$$S = \frac{3 LP}{2 bd^2}$$

Keterangan:

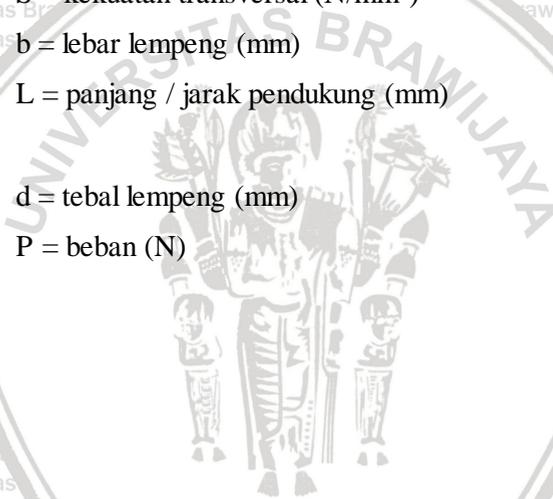
S = kekuatan transversal (N/mm²)

b = lebar lempeng (mm)

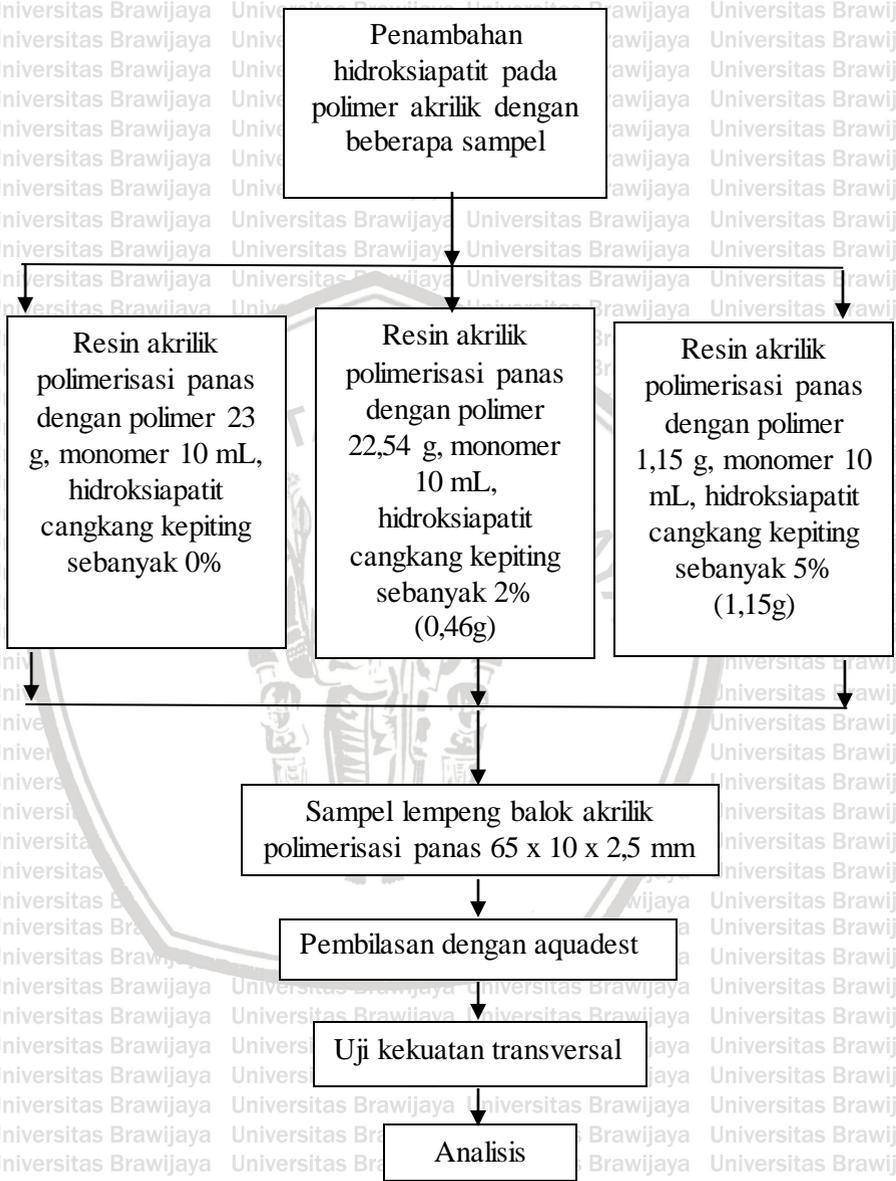
L = panjang / jarak pendukung (mm)

d = tebal lempeng (mm)

P = beban (N)



4.10. Alur Penelitian



BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini mengamati tentang pengaruh penambahan hidroksiapatit cangkang kepiting (*Scylla serrata*) terhadap kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas. Terdapat 27 sampel yang terbagi atas 3 kelompok, dan setiap kelompok dibuat 9 sampel. Kelompok pertama dengan konsentrasi 0% hidroksiapatit. kelompok kedua dengan konsentrasi 2% hidroksiapatit, kelompok ketiga dengan konsentrasi 5% hidroksiapatit. Nilai *transversal* yang didapat ditunjukkan sebagai Tabel 5.1.1 Nilai Rerata Penambahan Hidroksiapatit Cangkang Kepiting (*Scylla Serata*) terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Tabel 5.1.2 Deskriptive Penambahan Hidroksiapatit Cangkang Kepiting (*Scylla Serata*) terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Polimerisasi Panas

	N	Mean	Std. Deviation
1	9	117,4311	19,18765
2	9	86,2211	4,98422
3	9	71,9811	2,27615
Total	27	91,8778	22,28586



Hasil pengukuran uji transversal pada kandungan resin akrilik 100% (polimer 2,3 gr dan monomer 1 mL) memiliki kekuatan transversal 117,43 Newton; campuran resin akrilik dengan hidroksiapatit 2% (polimer 2,25 gr + monomer 1 mL + hidroksiapatit cangkang keping 0,048 gr) memiliki kekuatan transversal 86,22 Newton; campuran resin akrilik (polimer 2,189 gr + monomer 1 mL + hidroksiapatit cangkang keping 0,115 gr) memiliki kekuatan transversal 71,98 Newton.

5.2 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan program analisa statistik pada komputer untuk mengetahui apakah tedapat pengaruh penambahan hidroksiapatit cangkang keping (*scylla serata*) terhadap kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas.



5.2.1 Uji One-way ANOVA

Tabel 5.2.1 Uji One Way Anova

	Sig.
Between Groups	,000
Within Groups	
Total	

ANOVA

Uji *One-Way ANOVA* digunakan untuk melakukan uji perbedaan rerata antar kelompok resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan hidroksiapatit cangkang keping dengan kelompok yang terdapat penambahan hidroksiapatit cangkang keping, yaitu bagaimana kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas dengan hidroksiapatit cangkang keping (Scylla serata). Nilai signifikansi (Sig.) >0,05 pada uji *One-Way ANOVA* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok resin akrilik polimerisasi panas dan hidroksiapatit cangkang keping, sedangkan nilai signifikansi (Sig.) <0,05 pada uji *One-Way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar kelompok resin akrilik polimerisasi panas dan hidroksiapatit cangkang keping. Hasil uji *One-Way ANOVA* pada semua kelompok



kandungan bahan cetak alginat dan tepung gandum menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) 0.000 yang berarti $<0,05$, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar kelompok resin akrilik polimerisasi panas dan hidroksiapatit cangkang keping.

Tabel 5.2.2 Tabel Post Hoc
Multiple Comparison

(I)Perlakuan	(J)Perlakuan	Sig
1	2	,000
	3	,000
2	1	,000
	3	,015
3	1	,000
	2	,015

Mean difference sangat terlihat sekali perbedaannya pada setiap kelompok dan meliki interval kurang lebih 20,000.



BAB 6

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pencampuran resin akrilik polimerisasi panas dan hidroksiapatit cangkang kepiting (*Scylla serrata*). Peneliti menggunakan metode pengendapan basah untuk mensintesis cangkang kepiting. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan penambahan hidroksiapatit pada resin akrilik polimerisasi panas menurunkan kekuatan transversal.

Kekuatan transversal pada kelompok tanpa penambahan hidroksiapatit (0%) memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada penambahan hidroksiapatit sebesar 2% dan 5%. Penurunan kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas pada kelompok penambahan 5% sintesis hidroksiapatit cangkang kepiting lebih besar daripada penambahan 2% sintesis hidroksiapatit cangkang kepiting.

Hasil penelitian sesuai dengan hipotesis awal yaitu penambahan sintesis hidroksiapatit cangkang kepiting berpengaruh terhadap kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas tetapi menurunkan kekuatan transversal resin akrilik tersebut.

Penurunan kekuatan pada kelompok hasil penambahan 2% hidroksiapatit ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah ukuran partikel hidroksiapatit. Ukuran partikel hidroksiapatit yang besar menghasilkan porositas yang besar kepadatan partikel yang rendah. Tingkat porositas yang besar dari kepadatan partikel yang rendah menyebabkan kekuatan hidroksiapatit menurun.

Penurunan juga terjadi pada kelompok hasil penambahan 5%



hidroksiapatit. Hal ini juga sama seperti kelompok hasil penambahan 5% dengan jumlah yang lebih banyak dan ukuran yang besar sehingga menghasilkan porositas pada kepadatan resin akrilik polimerisasi panas. Bose dkk, (2010) yang telah menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel hidroksiapatit dipengaruhi oleh waktu dan suhu pemanasan proses *sintering*. Proses *sintering* merupakan proses pemanasan suhu tinggi untuk membentuk struktur kristal hidroksiapatit dari senyawa kalsium fosfat. Sistesis hidroksiapatit yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki ukuran partikel $\pm 74 \mu\text{m}$ dengan porositas yang cukup besar karena suhu sintering yang digunakan adalah 900°C . Hal ini sesuai dengan pernyataan Zilm, dkk (2015) bahwa *sintering* dibawah suhu 1100°C menghasilkan struktur hidroksiapatit dengan tingkat porositas yang besar.

Faktor lain yang menyebabkan menurunnya kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan 2% dan 5% sintesis hidroksiapatit cangkang keping adalah perubahan suhu pada proses polimerisasi. Perubahan suhu ruang tinggi menyebabkan terjadinya pengerutan pada partikel resin akrilik dan hidroksiapatit. Pengerutan partikel resin akrilik menjadi besar jika dibandingkan partikel hidroksiapatit, sehingga partikel hidroksiapatit terperangkap diantara partikel resin akrilik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Zebarjad dkk, (2011) bahwa selama proses pendinginan, terjadi pengerutan partikel resin akrilik yang lebih besar dibanding partikel hidroksiapatit. Perbedaan besar pengerutan partikel tersebut sesuai dengan pernyataan Anusavice (2003) dan D'amore (2009) bahwa pengerutan resin akrilik sebesar 21% dari volume awal,



sedangkan pengerutan hidroksiapatit sebesar 18%. Adanya pengerutan partikel hidroksiapatit diantara resin akrilik tersebut menyebabkan ikatan yang lemah antara resin akrilik dan hidroksiapatit. Ikatan resin akrilik dan hidroksiapatit yang lemah akan mudah membentuk porositas pada resin akrilik. Hal ini terlihat jelas pada subjek penelitian kelompok resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan sintesis hidroksiapatit memiliki porositas lebih banyak dibandingkan kelompok kontrol.



BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah penambahan sintesis hidroksiapatit cangkang keping berpengaruh menurunkan kekuatan transversal dari resin akrilik polimerisasi panas.

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, penulis memberikan saran yaitu

1. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai karakterisasi partikel hidroksiapatit cangkang keping sebagai bahan pengganti polimer resin akrilik polimerisasi panas
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai toksisitas hidroksiapatit cangkang keping sebagai bahan pengganti polimer resin akrilik polimerisasi panas
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai ukuran partikel hidroksiapatit cangkang keping sebagai bahan pengganti polimer resin akrilik polimerisasi panas
4. Sintesis hidroksiapatit cangkang keping tetap dapat digunakan karena kekuatan transversal yang dihasilkan lebih besar dari resin akrilik yang dipakai di klinik yaitu 65 MPa



DAFTAR PUSTAKA

Al-Bahar, Z.J.H. 2014. *Evaluation The Effect of Incorporated Hydroxyapatite Prepared From Dried Egg Shell On Some Properties of Relined Denture Base*. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research. 5 : p. 2307 – 4531.

American Dental Association, 1974, *Guide to Dental Materials and Other Devices*, Edisi 7, Chicago: American Dental Association

Annusavice KJ, 2003, *Phillips science of dental materials*. 11st ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; p. 246–9.

Annusavice KJ. 2004, Juwono L, editor. *Phillips buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi*. Edisi 10. Jakarta: EGC., p. 176-8,197-217

Aoki. H. 1991. *Science and Medical Applications of Hydroksiapatite*. Tokyo: Tokyo Medical and Dental University

Badan Karantina Ikan, 2016. *Pedoman pemeriksaan/identifikasi jenis ikan dilarang terbatas (Kepitig Bakau/Scylla spp.)*. Pusat Karantina Dan Keamanan Hayati Ikan Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan. Kementerian Kelautan Dan Perikanan.

Bashi TK, Al-Nema LM. 2009. *Evaluation of Some Mechanical Properties of Reinforced Acrylic Resin Denture Base Material*. Al-Rafidain Dent J [Serial Online]; 9(1):57-65. Available from: URL:



<http://rafidaindentj.net/pdf/2009,1/Contents.pdf>. Accessed

April 20, 2018

Bose, S., Dasgupta, S., Tarafder, S., Bandyopadhyay, A., 2010,

Microwave processed nanocrystalline hydroxyapatite :

Simultaneous Enhancement of Mechanical and Biological

Properties, Acta Biomater, 6(9) : 3782-3790.

Combe, EC. 1992. Sari Dental Material. Penerjemah : Slamet Tarigan.

Jakarta : Balai Pustaka, hal. 270-276

Craig, R.G. 1997. Restorative Dental Material, ed. 10, C.V. Mosby

Co., St.Louis, hal. 514-515; 518

Dagar SR, Pakhan AJ, Thombare RU, et al. 2008. *The evaluation of*

flexural strength and impact strength of heat polymerized

polymethyl methacrylate denture base resin reinforced with

glass and nylon fibers : An in vitro study. J Ind Pros Soc,

8(2):98-105.

Dahlan K, Prasetyanti F, Sari YW. 2009. *Sintesis Hidroksiapatit Dari*

Cangkang Telur Menggunakan Dry Method. Jurnal Biofisika.

5(2): 71-78

D'Amore, A., 2009, Special Topics on Material Science and

Technology, Brill, Boca Raton, hal 72

Dhony S, Fitrah Rama. 2011. *Pembuatan Komposit Kitin/Kitosan*

Yang Diekstrak dari Cangkang Kepiting dan

Karakterisasinya. Padang: Universitas Andalas.

- Estampador, E. P. 1949. "*Studies on Scylla (Crustacea: Portunidae)I. Revision of the genus*. Philipp. J. Sci. 78(1): 95-108. pls. 1-3.
- El-Sheikh AM, Al-Zahrani SB. 2006. *Causes of denture fracture : a survey*. Saudi Dent J; 18 (3): 149-51.
- Federer, W.T. 1977. *Experimental Design Theory And Application, Third Edition*. New Delhi : Oxford and IBH Publishing Co
- Gharechaci J, Asadzadeh N, Shahabian F, Gharechahi M. 2014. *Flexural Strength of Acrylic Resin Denture Bases Processes by Two Different Methods*. J Dent Res DentClin Dent Prospect; 8(3):148-52.
- Grenoble, D. E. J. L., K. L. Kaltz, R. S. Dunn, K. L. Gilmore dan Murty. 1972. *The Elastic Properties of Hard Tissues and Apatites*. Journal of Biomedical Material, 6: 221-223
- Handayani S, Wulan KA, Sari DF. 2013. *Pengaruh Lama Perendaman Resin Akrilik Heat Cured Dalam Larutan Cabai Rawit Terhadap Kekuatan Impak*. Majalah Kesehatan FK UB 2013: 44-51.
- Hassan, Z. J., Hatim, N. A., Taqa, A. A., 2014, *Study the FTIR of Hydroxyapatite Additive to Heat Cured Acrylic Resin, Al Rafidain Dent J*. 14(1) : 32-36.
- Hidayat, Tatag. 2013. *Sintesis dan Perincian Hidroksiapatit dari Cangkang kerang Hijau Dengan Metode Sol-gel*. Skripsi. Bogor: IPB.



Khindria, S. K., Mittal. S., Sukhija, V. 2009. *Evolution of denture base material*, *J. Indian Prost Soc* ; 9 : 64

Keenan, C. P., P. J. F Davie, dan D. L. Mann. 1998. *'A Revision of The Genus Scylla de Haan, 1833 (Crustacea : Decapoda : Brachyura : Portunidae)'*, *Raffles Bulletin of Zoology* 46 : 217-245

Lesbani A, Yusuf S, Melviana MRA. 2011. *Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Cangkrang Kepiting (Scylla Serrata)*. *Jurnal Penelitian Sains*, Vol:14, No: 3 (C) 14307

Marganof. (2003). *Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmiun dan Tembaga) di Perairan*. [http://rudyc.topcities.com/pps702_71034/marganof.htm] dikunjungi 12 oktober 2018.

Mayati NA. *Pengaruh Larutan Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle L) Terhadap Perubahan Warna Basis Resin Akrilik Heat Cured*. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2013

McCabe, J. F. & Walls, A. W., 2011. *Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi 9, penyunt. Jakarta: EGC.

Meng TR, Latta MA. 2005. *Physical Properties of Four Acrylic Denture Base Resins*. *The Journal of Contemporary Dental Practice*; 6(4): 1-5.



Moosa, M. K. 1980. *Systematical and zoogeographical observation the Indo-West Pasific Portunidae*. LON - LIPI. Jakarta. Hal 1-138

Motoh, H. 1977. *Biological synopsis of alimango, Genus Scylla*. Quart. Res. Rep. SEAFDEC. 3 : 136-157

Nandi, S. R., Mukherjee, P., Kundu, B., De D.K., dan Basu, D., 2010, *Orthopaedic Applications of Bone Graft & Graft Substitutes: a Review*, Indian J Med Res 132, Kolkata, p : 15-30

Ningsih, Rini Purwo., Wahyuni, Nelly., Destiarti, Lia. (2014). *Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda Erosa) dengan Variasi Waktu Pengadukan*. Jurnal Kimia Khatulistiwa, 3 (1): 22-26

Nirwana, I., 2005, *Kekuatan Transversal Resin Akrilik Hybrid Setelah Penambahan Glass Fiber dengan Metode Berbeda*, Dental Jurnal, hal. 38

Peracini, Amanda dkk., 2010, *Effect Of Denture Cleansers On Physical Properties Of Heat-Polymerized Acylic Resin*. J. Pros. Res. vol 54, pp. 78-83.

Polyzois GL, Handley RW, Stafford GD. 1995. *Repair strength of denture base resin using various methods*. Eur J Prosthodont Rest Dent [serial online]; 3: 183-6. Available from: URL: http://www.ssdctumkur.org/jdsr/transverse_strength_of_diffe rent_denture.pdf. Accessed April 2018



Pratami, Lizia Rahmah. 2016. *Pengaruh Penambahan Sintesis Hidroksiapatit Serbuk Tulang ayam Terhadap Kekuatan Transversal Plat Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas*. Skripsi. Yogyakarta : UGM

Sockaligam U. 2011 *Pengaruh Minuman Beralkohol Terhadap Kekuatan Transversal Bahan Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas*. Medan; Universitas Sumatera Utara; 2011. p.1-3,15

Stephenson, W., B. Campbell. 1959. *The Australian Portunids (Crustacea:Portunidae) III, The genus Portunus*, AustJ.mar. Freshwat. Res. 10: 84 –124

Sugiyono, (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung Alfabeta, hal. 72

Supangat, Dicky, Sari Edi. 2017. *Sintesis Dan Karakteristik Hidroksiapatit Dari Cangkang Kepiting (Scylla serrata) Dengan Metode Pengendapan Basah*. UNESA Journal of Chemistry, Vol. 6, No. 3. Surabaya

Suryadi. (2011). *Sintesis dan Karakterisasi Biomaterial Hidroksiapatit dengan Proses Pengendapan Kimia Basah*. Tesis. Depok: UI.

Valittu, PK. *Acrylic resin-fiber composite. Part I: the effect of fiber concentration on fracture resistance*. J Prosthet Dent [serial online] 1994 Jun; 71(6): 607-11 Available from:



URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8040825>.

Accessed April 20, 2018

Warner, G. F. 1977. *The Biology of Crab*. Elek Scientific Book Ltd.
London

Zebarjad, S. M., Sajjadi, S. A., Sdrabadi, T. E., Yagmaei, A., Naderi,
B., 2011, *A Study on Mechanical properties of
PMMA/Hydroxyapatite Nanocomposite Engineering*.3:795-
801.

Zilm, M., Thomson, S. D., Wei, M., 2015, *A Comparative Study of the
Sintering Behavior of Pure and Manganese-Substituted
Hydroxyapatite*. *Materials*, 8: 6419-6436.

