



Pengaruh Penambahan Nano-Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan
Tuna (katsuwonus pelamis) Dengan Konsentrasi 2% dan 5% Terhadap
Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured

SKRIPSI
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA

Oleh:

Krisna Rifki Adiputra
175160107111017

PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020



HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Pengaruh Penambahan Nano-Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan Tuna (*katsuwonus pelamis*) Dengan Konsentrasi 2% dan 5% Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured

Oleh:

Krisna Rifki Adiputra

175160107111017

Pembimbing

drg. Diwya Nugrahini Hapsari Sp.Pro

NIK. 201003780624200

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Pengaruh Penambahan Nano-Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan Tuna (*katsuwonus pelamis*) Dengan Konsetrasi 2% dan 5% Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured

Oleh:

Krisna Rifki Adiputra
175160107111017

Pembimbing



drg. Diwya Nugrahini Hapsari, Sp. Pros

NIK. 2010037806242001

Dosen Penguji I



drg. Fatima, Sp. Pros

NIK. 140479639

Dosen Penguji II



drg. Citra Insany M. Med. ED

NIP. 198606232015042001

Malang, Desember 2020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya



Drg. Citra Insany M. Med. ED

NIP: 198606232015042001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Krisna Rifki Adiputra

NIM : 175160107111017

Program Studi : Program Studi Pendidikan Dokter Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas
Brawijaya

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa Skripsi ini adalah jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 14 Desember 2020

Yang membuat pernyataan,

(Krisna Rifki Adiputra)

NIM. 175160107111017



ABSTRAK

Rifki, Krisna. Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Brawijaya Malang. 13 Desember 2020, ' Pengaruh Penambahan Nano-Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan Tuna (*katsuwonus pelamis*) Dengan Konsentrasi 2% dan 5% Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured'.

Pembimbing: drg. Diwya Nugrahini Hapsari, Sp.Pro

Basis gigi tiruan yang umum digunakan dalam bidang kedokteran gigi ialah resin akrilik *heat cured*. Bahan ini mempunyai banyak keuntungan diantaranya tidak mengiritasi jaringan, Tidak larut dalam cairan rongga mulut dan estetik baik. Akan tetapi resin akrilik *heat cured* mempunyai kekurangan yaitu mudah sekali mengalami fraktur. Hal ini disebabkan oleh proses pengunyahan yang terjadi didalam rongga mulut sehingga basis gigi tiruan mengalami tekanan. Maka dari itu dilakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh penambahan kekuatan transversal saat resin akrilik *heat cured* yang ditambahkan tepung hidroksiapatit berukuran nano partikel. Untuk Bahan tepung Nano-Hidroksiapatiti diperoleh dari tulang ikan *Skipjack Tuna* atau ikan cakalang yang telah disintesis dan proses *ball-milling*. Penelitian ini menggunakan 27 sample yang berukuran (65mm x 10mm x 2,5mm), dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok tanpa penambahan, penambahan 2% dan penambahan 5% hidroksiapatit kedalam manipulasi resin akrilik *heat cured*. Hasil analisis menunjukkan terjadi penurunan nilai kekuatan transversal pada kelompok



penambahan hidroksiapatit sebanyak 5%. Kesimpulan penelitian ini ialah terdapat pengaruh penambahan nano-hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.

Kata kunci: Resin akrilik *heat cured*, kekuatan transversal, nano-hidroksiapatit, tulang ikan cakalang.



ABSTRACT

Rifki, krisna. Dentistry Undergraduate Program, Faculty of Dentistry, Brawijaya University Malang, 13 December 2020. **'The Effect of Addition of Tuna Fish Bone Flour Nano-Hydroxyapatite (katsuwonus pelamis) with 2% and 5% Concentration on the Transverse Strength of Heat Cured Acrylic Resin'**. Supervisor: drg. Diwya Nugrahini Hapsari, Sp.Pro

The most common denture base used in dentistry is heat cured acrylic resin. This material has many advantages including not irritating to tissues, insoluble in oral fluids and good esthetics. However, heat cured acrylic resin has a disadvantage, namely that it is easy to fracture. This is caused by the chewing process that occurs in the oral cavity so that the denture base is under pressure.

Therefore, a study aimed to determine whether there was an effect of increasing transverse strength when heat cured acrylic resin was added with hydroxyapatite powder with nano-sized particles. For Nano-Hydroxyapatite flour, it is obtained from synthesized Skipjack Tuna or skipjack tuna and ball-milling peoses. This study used 27 samples of size (65mm x 10mm x 2.5mm); divided into 3 groups, namely groups without additions. addition of 2% and addition of 5% hydroxyapatite to the manipulation of heat cured acrylic resin. The analysis showed that there was a decrease in the value of the transverse strength in the group with the addition of hydroxyapatite



by 5%. The conclusion of this study is that there is an effect of adding nano-hydroxyapatite to skipjack tuna bone meal to the transverse strength of heat cured acrylic resin.

Keyword: *Heat cured* acrylic resin, transverse strenght, nano-hydroxyapatite, skipjack tuna bone



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas hadirat Allah Yang Maha Kuasa yang telah memberi limpahan berkat-Nya, baik berupa fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi dengan judul **"Pengaruh Penambahan Nano-Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan Tuna (*katsuwonus pelamis*) Dengan Konsentrasi 2% dan 5% Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured"** tepat pada waktunya. Proposal Skripsi ini diajukan untuk memenuhi tugas mata kuliah Metodologi Penelitian Ilmiah 1.

Penulis menyadari bahwa Proposal Skripsi ini tidak lepas dari bantuan bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Brawijaya yang telah memberikan wadah bagi penulis untuk belajar dan meningkatkan ilmu
2. Dr. drg. Nur Permatasari, MS, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya
3. drg. Citra Insany Irgananda M.Med.Ed. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya



4. drg. Diwya Nugrahini Hapsari, Sp.Prof., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, memberi masukan serta arahan, juga senantiasa menyemangati, dan telah meluangkan banyak waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini
5. drg. Fatima, Sp.Prof. selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Proposal Skripsi ini
6. drg. Citra Insany Irgananda M.Med.Ed, selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Proposal Skripsi ini
7. Kepada keluarga saya, terutama Papa, Mama, serta Kakak saya yang selalu mendoakan, memberi semangat, dan dukungan serta mengusahakan yang terbaik buat saya
8. Amara Aulia sebagai partner kelompok skripsi yang selalu memberikan bantuan dan doa yang terbaik buat kita semua
9. Sonia, Handito, Resti sebagai teman yang selalu membantu menemani saya dalam proses pengerjaan Proposal Skripsi ini
10. Kak ryana dan David yang memberikan masukan selama proses pengerjaan skripsi ini
11. Seluruh teman-teman seperjuangan FKG UB angkatan 2017 yang telah memberikan bantuan, doa, dan semangat
12. Segenap anggota Tim Pengelola Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya yang telah membantu melancarkan urusan administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini



13. Seluh dosen dan staff Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis

14. Serta semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian proposal skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk melengkapi Proposal Skripsi ini. Akhir kata, semoga Proposal Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak baik secara langsung ataupun tidak langsung, khususnya dalam bidang kedokteran gigi.

Malang, 14 Desember 2020

Penulis,

Krisna Rifki Adiputra



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2. Tujuan Khusus.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Manfaat Akademis	5
1.4.2 Manfaat Praktis.....	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Resin Akrilik.....	6



2.1.1 Definisi Resin Akrilik	6
2.1.2 Komposisi Bahan Resin Akrilik.....	7
2.1.3 Manipulasi Bahan Resin Akrilik.....	8
2.1.4. Keuntungan dan Kerugian Resin Akrilik.....	9
2.1.5 Sifat-sifat resin akrilik.....	10
2.2 Hidroksiapatit.....	13
2.2.1 Definisi Hidroksiapatit	13
2.2.2 Sifat-sifat kimia Hidroksiapatit	13
2.2.3 Macam Hidroksiapatit.....	14
2.3 Hidroksiapatit Sebagai Bahan Penguat Akrilik.....	15
2.4 Nano-Hidroksiapatit.....	15
2.4 Ikan Tuna.....	16
2.5 Kekuatan Transversal Resin Akrilik	18
BAB 3.....	20
KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS.....	20
3.1 Kerangka Konsep.....	20
3.2 Hipotesis Penelitian.....	21
BAB 4.....	22
METODE PENELITIAN.....	22
4.1 Desain Penelitian.....	22
4.2 Sampel Penelitian.....	22
4.2.1 Bentuk dan Ukuran Sampel.....	22
4.2.2 Kriteria Sampel.....	22
4.2.3 Jumlah Sample.....	23



4.2.4 Pembagian Kelompok Sample	24
4.3 Variabel Penelitian	24
4.3.1 Variabel Bebas	24
4.3.2 Variabel Terikat	24
4.3.3 Variabel Terkendali	24
4.4 Waktu dan Tempat Penelitian	25
4.5 Alat dan Bahan Penelitian	25
4.5.1 Alat Penelitian	25
4.5.2 Bahan penelitian	27
4.6 Definisi Operasional	27
4.7 Cara Kerja	28
4.7.1 Pembuatan sampel	28
4.7.2 Sintesis Hidroksiapatit dari tulang ikan tuna	30
4.7.3 Uji Karakterisasi Hidroksiapatit Tulang ikan tuna	32
4.7.4 Preparasi Nanohidroksiapatit tulang ikan tuna	33
4.8 Pengujian Kekuatan Transversal	34
4.9 Analisis Data	35
4.10 Alur Penelitian	36
BAB 5	37
HASIL PENELITIAN	37
5.1 Penelitian	37
5.2 Hasil Penelitian	37
5.3 Analisis Data	44



5.3.1 Nilai Deskriptif Kekuatan Transversal Basis Gigi Tiruan.....	44
5.3.2 Uji Normalitas Data.....	46
5.3.3 Uji Homogenitas Data.....	48
5.3.4 Uji ANOVA.....	48
5.3.5 Uji Post Hoc Tukey.....	49
5.3.6. Uji Korelasi.....	50
5.3.7. Uji Regresi Linier.....	51
BAB 6.....	53
PEMBAHASAN53	
BAB 7.....	57
PENUTUP.....	57
7.1 Kesimpulan.....	57
7.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN KEGIATAN.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.4.1 Katsuwonus pelamis	18
Gambar 3.1 Kerangka Konsep	20
Gambar 4.1 Pengujian Kekuatan Transversal	34
Gambar 5.2.1 hasil uji PSA	38
Gambar 5.2.2 hasil uji XRD	39
Gambar 5.2.3 Hasil uji XRD	39
Gambar 5.2.4 Hasil uji FTIR	40
Gambar 5.2.5 hasil uji FTIR	41
Gambar 5.2.6 Hasil pengukuran kekuatan transversal	42
Gambar 5.2.7 Diagram hasil uji kekuatan transversal	43

DAFTAR SINGKATAN

XRD

X- Ray Diffraction

FTIR

Fournier Transform Infrared

PSA

Particle size Analyzer



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan kesehatan gigi dan mulut di Indonesia, terutama permasalahan kehilangan gigi. Berdasarkan laporan RISKESDAS (Riset Kesehatan Nasional) 2018, angka prevalensi nasional sebesar 57,6%. Kasus kehilangan gigi nasional pada usia 33-44 tahun akan semakin meningkat hingga usia 65 tahun.

Kehilangan gigi merupakan permasalahan kesehatan gigi dan mulut yang banyak terjadi di masyarakat, karena dapat menyebabkan berbagai macam gangguan mulai dari gangguan fungsi pengunyahan, berbicara, dan estetis. Penyebab terjadinya permasalahan ini menurut Gerritsen (2010), karies dan penyakit periodontal merupakan penyebab utama dari terjadinya kehilangan gigi. Sehingga perlu dilakukan perawatan menggunakan gigi tiruan untuk mengganti gigi yang hilang.

Gigi tiruan mempunyai tujuan untuk memperbaiki estetika, mengembalikan fungsi pengunyahan dan fungsi bicara, mempertahankan kesehatan jaringan periodontal, Pencegahan migrasi gigi serta meningkatkan kepercayaan diri bagi mereka yang mengalami kehilangan gigi (Siagian, 2016). Terdapat beberapa macam gigi tiruan antara lain gigi tiruan lepasan dan gigi tiruan cekat. Menurut Phinney dan Halstead (2012) gigi tiruan lepasan adalah gigi tiruan yang menggantikan sebagian atau seluruh gigi



yang telah hilang serta gigi tiruan dapat dilepaskan dari rongga mulut oleh pasien sendiri tanpa bantuan dari dokter gigi.

Gigi tiruan sebagian lepasan terdiri dari basis, saddle, elemen gigi tiruan, dan klamer sebagai retensi. Pada bagian basis pada gigi tiruan lepasan sebagian biasanya memakai bahan yang terbuat dari resin akrilik. Resin akrilik terdiri dari bubuk yang disebut polimer dan cairan yang disebut monomer. Umumnya bahan dasar dari basis gigi tiruan yang digunakan ialah resin akrilik *polimetilmetakrilat* jenis *heat cured*, kelebihan bahan resin ini diantaranya biokompatibel, estetik yang baik, mudah dibuat dan diperbaiki (Carr, 2005). Sedangkan untuk kekurangannya ialah terjadinya fraktur atau bahkan patahnya basis gigi tiruan akibat gaya tekan yang terjadi di dalam rongga mulut atau basis plat gigi tiruannya jatuh (Anusavice, 2003).

Hal yang dapat dilakukan agar basis gigi tiruan tidak mudah fraktur ialah dengan menambahkan bahan penguat kedalam basis plat gigi tiruan. Penambahan bahan fiber sebagai penguat resin akrilik terbukti dapat meningkatkan kekuatan transversa (Aditama, 2015)

Bahan *fiber* mempunyai keunggulan antara lain dapat meningkatkan sifat mekanik resin akrilik, meningkatkan kekuatan dari plat resin akrilik, bentuk fiber yang mudah digunakan, mudah dalam pengaturannya, dan memiliki sifat estetik yang baik. Akan tetapi bahan fiber juga memiliki kekurangan seperti memiliki kekakuan yang kurang baik, dan sering menunjukkan keretakan di permukaan (Aditama dkk, 2015). Sehingga diperlukannya bahan



alternatif pengganti *fiber* yang memiliki biokompabilitas yang baik terhadap tubuh manusia. Salah satu bahan yang mempunyai biokompabilitas baik ialah hidroksiapatit. Hidroksiapatit merupakan material yang bersifat bioaktif disebabkan rasio kalsium fosfat pada material ini mirip dengan tulang dan gigi alami. Hidroksiapatit merupakan salah satu komponen utama penyusun tulang dan gigi. Penyusun utama dari gigi terdiri dari 2 bagian utama yaitu email dan dentin. Email tersusun dari hidroksiapatit, air dan zat organik lainnya. Dentin tersusun oleh kristal hidroksiapatit, serat kolagen, protein dan air (Afrizal, 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Afrizal dan Gumawan (2016), Penambahan serbuk hidroksiapatit cangkang kerang darah dapat dijadikan sebagai salah satu metode penguatan material resin akrilik. Hal ini disebabkan oleh adanya kerapatan artikel partikel atom hidroksisapatit yang tinggi dan halus dalam campuran *powder* dan *liquid* sehingga menghambat laju dislokasi.

Tulang ikan tuna merupakan salah satu bahan yang memiliki kalsium dan fosfor cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan menjadi senyawa hidroksiapatit. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wini Trilaksani, dkk (2006).

Penambahan bahan tepung hidroksiapatit ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) yang diberikan untuk penelitian ini sebanyak 2% dan 5% hanya saja ukuran dari partikel tepung hidroksiapatit terlebih dahulu dijadikan ukuran nanopartikel karena menurut penelitian yang dilakukan Wahidatul (2019) penambahan bahan



hidroksiapatit dari tepung tulang ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) sebanyak 2% dan 5% yang berukuran makro dengan bahan dasar basis gigi tiruan resin akrilik mengalami penurunan kekuatan transversal. Dan dari saran yang diberikan oleh Wahidatul (2019), perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ukuran partikel penambahan bahan hidroksiapatit yang sesuai

Ditinjau dari alasan tersebut, Untuk mencari ukuran partikel yang sesuai agar kekuatan transversal semakin meningkat. Maka penulis ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan hidroksiapatit dari tepung tulang ikan tuna dengan presentase tepung hidroksiapatit 2%, dan 5% yang berukuran nano-hidroksiapatit.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah penambahan nano-hidroksiapatit dari tulang ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) berpengaruh terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penambahan nano-hidroksiapatit dari tepung tulang ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.



1.3.2. Tujuan Khusus

Untuk membandingkan kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* dengan penambahan 2% dan 5% nano-hidroksiapatit tepung tulang ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) dan tanpa penambahan nano-hidroksiapatit.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Untuk menambah ilmu pengetahuan tentang manfaat nano-hidroksiapatit yang diproses dari tepung ikan tuna (*katsuwonus pelamis*) sebagai bahan penguat dalam pembuatan resin akrilik *heat cured*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Dapat dijadikan pertimbangan bagi perusahaan industri maupun tenaga kesehatan untuk menciptakan suatu bahan penguat dalam pembuatan resin akrilik *heat cured*.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Akrilik

2.1.1 Definisi Resin Akrilik

Resin Akrilik atau *polymethyl metacrylate* ialah adalah turunan dari etilen dan mengandung grup vinil ($-C = C$) dalam rumus strukturnya. Dalam bidang kedokteran gigi terdapat 2 jenis resin akrilik, salah satunya turunan dari asam akrilik ($CH_2=CHCOOH$) dan kelompok lainnya ialah asam metil metakrilat ($CH_2=C(CH_3)COOH$). *Polymethyl metacrylate* merupakan suatu resin yang transparan dengan tingkat kejernihan yang tinggi. Sehingga bahan ini dapat meneruskan sinar dalam kisaran ultra violet dengan panjang gelombang sebesar 250 nm. Bahan resin ini memiliki nilai kekerasan Knoop 18-20 KHN sehingga disebut juga resin keras, nilai kekerasan tariknya sekitar 60 Mpa, nilai kepadatan 1,19 g/cm^3 dan modulus elastisitas sebesar 2,4 GPa (2400 MPa) (anusavice, 2003)

Resin akrilik mempunyai peranan sangat penting dalam pembuatan gigi tiruan lepasan untuk menggantikan struktur rongga mulut, reparasi gigi tiruan dan protesa maksilofasial untuk menggantikan struktur pada rongga mulut (Craig, 2001). Resin akrilik memiliki berbagai macam jenis yang terdiri dari *self cured*, resin akrilik polimerasi sinar, dan resin akrilik *heat cured* (Carr, 2005). Hingga saat ini resin akrilik masih sering digunakan dalam



dunia kedokteran gigi, karena memiliki keunggulan diantaranya mudah direparasi, memiliki kekuatan yang baik, sifat fisik dan estetika baik, daya serap air rendah, perubahan dimensi kecil, tidak toksik, dan mudah dalam proses perawatannya (Craig, 2006).

2.1.2 Komposisi Bahan Resin Akrilik

Komposisi dari bahan resin akrilik terdiri dari bahan berbentuk bubuk dan cair. Komponen utama dari bahan bubuk resin akrilik ialah *Polymetilmetakrilat* yang berbentuk butiran dengan diameter 100 nm. Sedangkan untuk komponen utama dari bahan berbentuk cairan resin akrilik ialah *metilmetakrilat* (McCabe, 2014).

1. Bubuk (Powder) terdiri dari:

- Komponen utama: polymethyl methacrylate
- Inisiator : Bahan seperti benzoil peroksida (sekitar 0,5%)
- pigmen garamgaram kadmium atau besi atau pewarna organik warna

2. Cairan (Liquid) terdiri dari:

- Komponen utama: Methyl methacrylate
- Inhibitor: Bahan hydroquinone (0,006%)
- cross linking agent : ethylene glycol dimethacrylate



2.1.3 Manipulasi Bahan Resin Akrilik

Perbandingan yang sesuai antara bahan bubuk (*Polimer*) dan bahan cair (*Monomer*) merupakan hal yang sangat penting agar mendapatkan hasil yang maksimal. Perbandingan Polimer dan Monomer yang digunakan ialah 3:1 berdasarkan volume, dengan merk resin akrilik *heat cured ADM*.

Terdapat 5 tahapan yang terjadi pada saat pencampuran bahan polimer dan monomer:

1. *Sandy stage*

Konsistensi pencampuran digambarkan sebagai kasar atau berbutir

2. *Stringy stage*

Rantai polimer melepaskan jalinan ikatan sehingga meningkatkan kekentalan adukan yang dicirikan berbenang atau lengket jika disentuh.

3. *Dough stage*

Pada tingkat molekul, jumlah rantai polimer yang memasuki larutan meningkat. Massa seperti adonan yang dapat dibentuk.

4. *Rubbery stage*

Adukan menyerupai karet yang dapat memantul bila ditekan atau diregangkan.



5. Stiff stage

Adukan menjadi keras dan tampak sangat kering.

2.1.4. Keuntungan dan Kerugian Resin Akrilik

Keuntungan dan kerugian resin akrilik *heat cured* (Craig,2006):

A. Keuntungan

1. Mudah dipoles
2. Mudah dimanipulasi
3. Estetis baik
4. Harga relatif murah
5. Tidak mengiritasi jaringan
6. Tidak larut dalam cairan rongga mulut

B. Kerugian

1. Kekuatan lemah terhadap benturan
2. Kekuatan fleksural lemah
3. Tidak tahan abrasi
4. Konduktivitas termal rendah



2.1.5 Sifat-sifat resin akrilik

Menurut Anusavice (2003), resin akrilik mempunyai bermacam-macam sifat, diantaranya:

1. Porositas

Porositas ialah gas atau gelembung udara yang terperangkap didalam masa akrilik saat proses polimerisasi. Porositas terjadi karena resin akrilik adalah konduktor termal yang sangat buruk, sehingga gas yang terperangkap dibawah permukaan akrilik dapat mempengaruhi sifat fisik, estetika, dan kadar kebersihan basis gigi tiruan.

2. Penyerapan air

Resin akrilik mampu menyerap air ketika ditempatkan pada lingkungan yang basah. Hal ini disebabkan karena adanya mekanisme difusi, yaitu perpindahan satu substansi ruang, atau melalui substansi kedua.

3. Kelarutan

Resin tidak larut dalam cairan yang berada didalam rongga mulut. Spesifikasi menurut ADA (American Dental Association) No. 12 tentang pengujian untuk pengukuran kelarutan resin. Bahwa penurunan berat tidak boleh melebihi dari $0,04 \text{ mg/cm}^2$ dari permukaan lempeng. Kehilangan berat semacam itu dapat diabaikan dari pertimbangan segi klinis, namun mungkin akan terjadi reaksi jaringan yang merugikan.



4. Tekanan waktu pemrosesan

Tekanan akan muncul selama proses pembuatan basis gigi tiruan yang apabila tekanan dilepaskan akan menyebabkan kejadian distorsi atau bahkan menyebabkan kerusakan bahan. Dan faktor- faktor yang kemungkinan berkontribusi mempengaruhi tekanan pada saat pemrosesan diantaranya komposisi resin dan teknik pembuatan yang tidak tepat

5. Crazing

Crazing merupakan suatu peristiwa terbentuknya goresan atau retakan berukuran mikro. Peristiwa crazing dapat dibuktikan dengan suatu retakan garis kecil yang tampak dari permukaan resin. Dan dari sudut pandang fisik, crazing dapat disebabkan dari aplikasi tekanan atau resin yang larut sebagian.

6. Creep

Resin gigi tiruan menunjukkan sifat viskoelastik. Bahan ini bertindak sebagai benda padat yang bersifat karet. Bila suatu resin basis gigi tiruan diberikan suatu beban yang ditahan, maka bahan akan menunjukkan defleksi atau deformasi awal. Jika beban ini tidak dilepaskan, akan menyebabkan deformasi tambahan yang mungkin terjadi dengan berlalunya waktu. Tambahan deformasi ini disebut dengan creep.



7. Kekuatan

Resin akrilik memiliki kekuatan tarik, kekuatan dampak, kekuatan *fatigue*, kekuatan transversal

a. Kekuatan tarik (Tensile Strength)

Kekuatan tarik ialah besaran kekuatan suatu bahan saat menerima suatu beban yang lebih condong merenggangkan atau memmeranjang bahan. Tegangan tarik selalu disertai dengan regangan tarik. (anusavice, 2003)

b. Kekuatan Impak (Impact Strength)

Kekuatan impak adalah gaya yang terserap oleh bahan sebelum bahan tersebut mengalami fraktur ketika mendapatkan tekanan secara tiba-tiba dalam bentuk *Tension* dan *compression*. (putri, 2016)

c. Kekuatan geser (Shear Strength)

Kekuatan geser adalah kemampuan maksimal suatu bahan dalam menerima beban yang diberikan sebelum terjadi fraktur ketika mendapatkan tekanan geser (anusavice, 2003). Cara yang digunakan dalam penghitungan kekuatan geser suatu bahan ialah dengan memberikan ketukan atau beban aksial untuk menggeser bahan satu ke bahan yang lain. Kekuatan geser yang dimiliki oleh bahan resin akrilik sebesar $1244,05 \text{ kg/cm}^3$ (Craig, 2002).



d. Kekuatan Transversal

Kekuatan transversal atau kekuatan tekan dapat didefinisikan kemampuan suatu benda berbentuk batang dalam menerima suatu gaya tekan yang terdukung pada kedua ujungnya dan beban tersebut diberikan di tengah-tengahnya. Untuk mengukur kemampuan suatu benda dalam menerima kekuatan transversal dengan cara selama batang ditekan maka beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. Kekuatan transversal merupakan perpaduan dari kekuatan tarik, kekuatan geser dan kekuatan kompresi. (anusavice,2003).

2.2 Hidroksiapatit

2.2.1 Definisi Hidroksiapatit

Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) merupakan biokeramik mengandung bahan kalsium dan fosfat yang merupakan mineral utama penyusun tulang dan gigi. Hidroksiapatit mempunyai sifat biokompatibel dan memiliki struktur kristal mirip apatit di jaringan keras gigi (Mozartha, 2015). Struktur email dan dentin pada bagian gigi tersusun dari hidroksiapatit. Email tersusun oleh hidroksiapatit, air dan zat organik lainnya. Dentin terdiri dari kristal hidroksiapatit, serat kolagen, protein dan air (Afrizal, 2016).

2.2.2 Sifat-sifat kimia Hidroksiapatit

1. Biokompatibel



Bahan hidroksiapatit dapat diterima dan tidak dapat reaksi penolakan oleh tubuh karena bahan ini dapat menyesuaikan dengan keadaan tubuh (Afrizal, 2016).

2. Bioabsorbabel

Bahan hidroksiapatit akan mengalami kelarutan sepanjang waktu (tanpa mencermati mekanisme penyebab pemindahan material) dan membebaskan jaringan yang baru akan tumbuh di permukaan (Afrizal, 2016).

3. Bioaktif

Bahan Hidroksiapatit mampu berinteraksi serta dapat meyatu dengan tulang manusia yang akan menimbulkan suatu interaksi biologis antara implan dan jaringan (Afrizal, 2016).

2.2.3 Macam Hidroksiapatit

Material hidroksiapatit dapat diklasifikasikan berdasarkan ion yang menggantikan gugus pembentuk hidroksiapatit serta berdasarkan serbuknya.

1. Berdasarkan gugus penyusunnya

Material karbonat merupakan salah satu ion yang banyak menggantikan gugus pembentuk material hidroksiapatit. Terdapat proses penukaran Material ion karbonat dalam senyawa hidroksiapatit melalui dua mekanisme, diantaranya pada saat terjadi



proses pemanasan menggunakan temperatur rendah dan tinggi (Qori, 2008)

2. Berdasarkan ukuran serbuk

Material hidroksiapatit mempunyai 2 macam ukuran serbuk, yaitu berukuran mikro dan nano. Hidroksiapatit yang berukuran mikro mempunyai luas permukaan yang berukuran kecil dan mempunyai ikatan kristal yang tergolong kuat sehingga tubuh mudah menyerapnya, meningkatkan biostabilitas dan kekuatan. Sedangkan untuk hidroksiapatit yang berukuran nano mempunyai kerapatan, kekuatan, dan sifat bioaktif yang lebih baik (Prabaningtyas, 2015).

2.3 Hidroksiapatit Sebagai Bahan Penguat Akrilik

Pada penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk tulang sapi yang mengandung hidroksiapatit terhadap kekuatan serta struktur mikro gigi pengganti. Dengan mencampurkan bahan serbuk tulang sapi 70% + Zicornia 30%, sehingga didapatkan angka kekerasan material campuran bahan serbuk tulang sapi + Zicornia mencapai 28,0-39,1 VHN, Kekuatan tekan material 89,11 MPa dan modulus tekan mencapai 625,96 MPa (Afrizal, 2016).

2.4 Nano-Hidroksiapatit

Kemajuan perkembangan teknologi nano-partikel dalam menciptakan suatu bahan yang memiliki bentuk partikel berukuran nano untuk mendapatkan produk-produk yang lebih baik



yang memiliki ukuran sekitar 1-100 nm. Bahan hidroksiapatit memiliki sifat biokompatibel dan bioaktif karena unsur anorganik penyusun tulang dan gigi Akan tetapi hidroksiapatit bersifat rapuh, maka diperlukan suatu penyangga untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Hidroksiapatit berukuran nano sangat menguntungkan khususnya bila berfungsi sebagai filler dalam matriks polimer karena dapat menambah kekuatan (Qulub dkk, 2015).

2.4 Ikan Tuna

Ikan tuna merupakan ikan yang memiliki nilai jual tinggi dan termasuk jenis ikan yang paling banyak dicari dari laut Indonesia. Namun, bagian ikan tuna yang dapat dimakan hanya berkisar antara 50% - 60% berupa daging (Mutmainnah, Chadijah & Rustiah, 2017). Tulang ikan tuna sebagai salah satu limbah terbesar dari industri pengolahan ikan tuna, akan memberikan dampak yang kurang baik terhadap lingkungan jika tidak dimanfaatkan. Hal ini terjadi karena dapat menimbulkan pencemaran. Padahal tulang ikan mengandung mineral yang cukup tinggi dibandingkan dengan bagian tubuh yang lain karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat (Trilaksani, Salamah & Nabil, 2006). Melalui beberapa tahapan yang tepat dalam penggunaan teknologi tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacores*) dapat diolah menjadi suatu produk yang sangat bernilai ekonomi tinggi seperti menjadi bahan hidroksiapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) (Mutmainnah, Chadijah & Rustiah, 2017).



Penyebaran ikan tuna sangat dipengaruhi oleh variasi parameter suhu dan kedalaman perairan. Ikan tuna dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan ukurannya, yaitu ikan tuna besar dan kecil. Bila ikan telah mencapai ukuran yang lebih besar maka akan berada pada kedalaman perairan yang paling dalam, biasanya ikan tuna yang tergolong besar bisa mencapai ukuran 225 cm, Sedangkan ikan tuna kecil biasanya berukuran 100 cm (Dian&Andi, 2011).

Ikan tuna besar terdiri dari (Kuncoro, 2009) :

1. *Thunnus albacores* (Yellowfin Tuna/Madidahang)
2. *Thunnus obesus* (Big eye Tuna/Tuna Mata Besar)
3. *Thunnus macoyii* (Southern Bluefin Tuna/Tuna Sirip Biru Selatan)
4. *Thunnus alalunga* (Albacore)

Ikan tuna kecil terdiri dari :

1. *Katsuwonis pelamis* (Skipjack Tuna/Cakalang)
2. *Euthynnus sp* dan *Auxis spp* (Small Tuna/Tongkol)

Skipjack Tuna atau biasa disebut ikan cakalang berasal dari famili *scombridae*. Dapat di klasifikasikan diantaranya (Saainin, 1984) :

Kingdom : *Animalia*



Filum : *Chordata*

Kelas : *Pisces*

Ordo : *Perciformes*

Subordo : *Scombroidea*

Famili : *Scombridae*

Subfamili : *Thuninae*

Genus : *Katsuwonus*

Spesies : *Katsuwonus pelamis*



Gambar 2.4.1 *Katsuwonus pelamis* (www.fishbase.se)

2.5 Kekuatan Transversal Resin Akrilik

Pengujian kekuatan transversal dapat dilakukan dengan cara memberikan berat pada suatu bahan di kedua ujungnya. Untuk batang yang terpampang pada tiga titik tekukan, dapat menggunakan rumus (Anusavice, 2003)



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

Ket:

S= Kekuatan Transversal (N/cm²)

I= Panjang/jarak pendukung (mm)

P= Beban (N)

b= Lebar lempeng (mm)

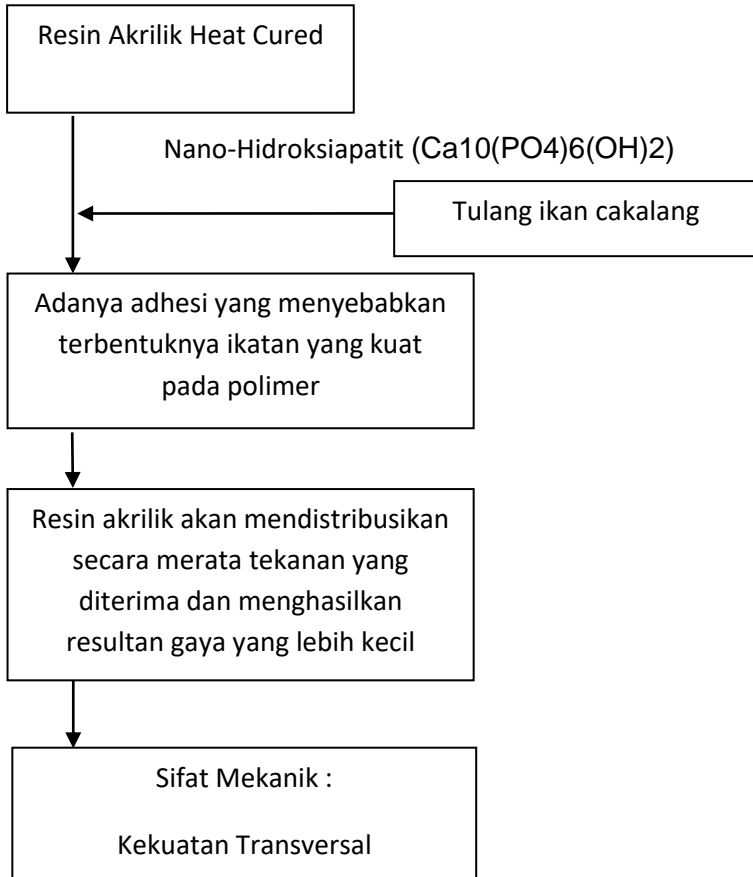
d= Tebal lempeng (mm)



BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep



Hidroksiapatit yang terdapat pada tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) dibuat menjadi tepung yang berukuran nanopartikel atau biasa disebut dengan Nano-hidroksiapatit dengan metode Top-Down. Tepung yang terdapat kandungan hidroksiapatit tersebut kemudian dicampurkan kedalam kandungan resin akrilik *heat cured* yang tersusun dari polimer dan monomer. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan resin akrilik *heat cured* sesuai anjuran dari pabrik. Nano-hidroksiapatit dapat disebut sebagai bahan homogen dan dapat dianggap meningkatkan kekuatan dari resin akrilik apabila bahan tersebut dapat melekat dengan baik pada matriks polimer. Hal ini dapat terjadi karena adanya gaya tarik menarik yang timbul antara molekul yang berbeda (adhesi). Suatu ikatan yang kuat dapat terbentuk karena mekanisme saling ikat yang terjadi pada saat cairan mengeras. Tekanan ada bahan homogen akan disalurkan secara merata pada semua bagian bahan dan menghasilkan resultan gaya yang lebih kecil dikarenakan penyerapan tekanan yang lebih banyak. Maka timbul kemampuan resin akrilik menahan perubahan bentuk yang dapat mengakibatkan fraktur dan kekuatan transversal menjadi meningkat.

3.2 Hipotesis Penelitian

Penambahan nano hidroksiapatit dari tepung tulang ikan cakalang dapat mempengaruhi kekuatan transversal dari resin akrilik *heat cured*.



BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dan rancangan penelitian eksperimental dengan rancangan post test only control group design (Andhika,2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanohidroksiapatit dari tepung tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) terhadap kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic*.

4.2 Sampel Penelitian

4.2.1 Bentuk dan Ukuran Sampel

Resin akrilik *Heat cured* berbentuk lempengan batang yang berukuran panjang 65 mm, lebar 10 mm, dan tebal 2,5 mm (ADA, no.12).

4.2.2 Kriteria Sampel

Sample penelitian ini ialah polimer akrilik yang memenuhi kriteria:

1. Permukaan sample halus dan rata
2. Sample tidak berporus
3. Campuran homogen
4. Bentuk dan ukuran sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan



4.2.3 Jumlah Sample

Pada penelitian ini peneliti menggunakan rumus Federer (1977) untuk menentukan jumlah sampel tiap kelompoknya, rumus dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

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

Keterangan :

n = jumlah sampel

t = jumlah kelompok/perlakuan

Pada penelitian ini jumlah kelompok yang diteliti adalah 3 maka jumlah maka jumlah sampel tiap kelompoknya dapat dihitung sebagai berikut :

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

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

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

$$2n - 2 \geq 15$$

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 8,5 (9)$$

$$n = 9$$

Keterangan:

n= Jumlah sampel per perlakuan

t= Jumlah perlakuan

Jumlah keseluruhan sample ialah 27 untuk 3 kelompok perlakuan.

Dari perhitungan sample didapatkan dari setiap kelompok minimal sebanyak 9 sample.



4.2.4 Pembagian Kelompok Sample

Kelompok 1 : Resin akrilik Heat cured yang ditambahkan serbuk nanohidroksiapatit sebanyak 0% dari serbuk resin akrilik

Kelompok 2 : Resin akrilik Heat cured yang ditambahkan serbuk nanohidroksiapatit sebanyak 2% dari serbuk resin akrilik

Kelompok 3 : Resin akrilik Heat cured yang ditambahkan serbuk nanohidroksiapatit sebanyak 5% dari serbuk resin akrilik

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini ialah resin akrilik *heat cured* dengan penambahan nano-hidroksiapatit tepung tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) sebanyak 0%, 2%, dan 5% dari serbuk akrilik.

4.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini yaitu kekuatan transversal.

4.3.3 Variabel Terkendali

1. Pembuatan Sample
2. Pembuatan tepung nano-hidroksiapatit dari tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*)
3. Cara pengujian kekuatan transversal resin akrilik



4.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2020. Tempat dilaksanakannya penelitian ini bertempat:

1. **Furnace, Ball Milling, dan Uji kekuatan Transversal** di Laboratorium Mineral dan Material Maju FMIPA, POLINEMA Malang.
2. **Uji PSA** di Laboratorium Farmasi, Universitas Islam Negeri Malang
3. **XRD** di Laboratorium Sental Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya
4. **Uji FTIR** di Laboratorium Sentral FMIPA, Universitas Negeri Malang
5. **Sintesis** di Laboratorium biologi oral, FKG, Universitas Brawijaya

4.5 Alat dan Bahan Penelitian

4.5.1 Alat Penelitian

1. Alat hitung (kalkulator)
2. Alat tulis
3. Alat uji MicroLoad System Universal Testing Machine
4. Ayakan 400 Mesh
5. Ballmill
6. Baskom
7. Beaker Glass 1000ml
8. Cetakan plastic berbentuk balok tanpa tutup



9. Corong Bucner
10. Electric Furnace
11. Gela sukur 100ml
12. Jangka sorong
13. Kain lap putih
14. Kompor gas
15. Kuas
16. Kuvet
17. *Magnetic stirrer*
18. Mangkok karet dan pengaduk
19. Mangkuk porcelain 300ml
20. Master model kuningan berbentuk persegi panjang dengan ukuran diameter 6mm dan ketebalan 12mm
21. Mikromotor
22. Mortar dan alu
23. Panci
24. Particle size analyzer
25. Penjepit dapur
26. Pinset dental
27. Pipet titrasi
28. Pisau model
29. Spatula kaca
30. Spatula semen
31. Spectrophotometer FTIR
32. *Stopwatch*
33. straight handpiece



34. Syringe 3ml

35. Thermometer kaca

36. Timbangan digital

4.5.2 Bahan penelitian

1. Resin akrilik *heat cured* merek ADM

2. Aquades (H_2O)

3. Tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*)

4. Larutan Aseton (CH_3COCH_3)

5. Gypsum tipe 3

6. *Diammonium fosfat* ($(NH_4)_2HPO_4$)

7. Bahan separasi (*could mold seal*) dan vaselin

8. Kertas saring whatman No 40/41

9. Pumaice

10. stiker label

4.6 Definisi Operasional

1. Lempeng akrilik *heat cured* yang digunakan dalam penelitian ini ialah suatu lempeng yang berbentuk batang persegi empat yang mempunyai ukuran 65 mm x 10 mm x 2,5 mm (ADA, no.12)

2. Kekuatan transversal merupakan suatu uji kekuatan dari suatu batang atau lempeng tipis yang tertumpu pada kedua ujungnya dan diberi beban statis. Beban tersebut diberikan ditengah-tengahnya dan selama beban ditekan maka beban



akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. Perhitungan dengan satuan kg/cm^2 .

3. Serbuk nano-hidroksiapatit yang digunakan adalah hidroksiapatit yang disintesis dari tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) dengan metode ball milling. Serbuk nano-hidroksiapatit ditambahkan ke dalam serbuk resin akrilik *heat cured* dengan persentase penambahan sebesar 0%, 2% dan 5% dari berat serbuk resin akrilik.

4.7 Cara Kerja

4.7.1 Pembuatan sampel

1. Menimbang bubuk akrilik sebanyak 4,8gr masing-masing sebanyak 9 kali.
2. Menimbang bubuk nano-hidroksiapatit tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) sebanyak 0,128gr dan 0,332gr masing-masing sebanyak 9 kali.
3. Mempersiapkan kuvet besar untuk pembuatan lempeng uji.
4. Disediakan master model terbuat dari kuningan berbentuk lempengan dengan ukuran 65 mm x 10 mm x 2,5 mm.
5. Menanam master model ke dalam kuvet menggunakan gipsium tipe III dengan cara, pertama membuat adonan gipsium keras yang terdiri dari air 30ml dan bubuk gipsium keras 100 gram dalam mangkok karet, setelah itu dimasukkan ke dalam kuvet besar diatas *vibrator*.
6. Menanam master model dari kuningan ditengah-tengah kuvet dengan posisi mendatar sampai tertanam setengah



bagian. Untuk masing-masing kuvet ditanam tiga buah, jarak model dengan kuvet disamakan. Gips keras dirapikan dan diratakan, kemudian didiamkan hingga mengeras dan selanjutnya permukaan gips diulasi vaselin. Kuvet bagian atas dipasang dan diisi dengan gips tipe III diatas *vibrator*, lalu ditutup. Selanjutnya dilakukan pengepresan dengan *bench press hydraulic* ditunggu sampai setting, sementara itu kelebihan dari adonan gips keras yang keluar dari kuvet dibersihkan.

7. Setelah mengeras, kuvet dibuka dengan cara diungkit pada batas pertemuan antara kuvet atas dan kuvet bawah dengan menggunakan pisau gips. Lalu master model dari kuningan diambil dari kuvet dan kemudian *mould* dibersihkan dari vaseline yang menempel dengan memakai air panas.

8. Seluruh permukaan *mould* diulasi dengan bahan separator *could mould seal* hingga merata dan ditunggu hingga kering.

9. Lakukan pengisian resin akrilik dengan membuat adonan resin akrilik yang terbuat dari bubuk polimer dengan penambahan serbuk hidroksiapatit disertai presentase penambahan sebesar 0%, 2%, dan 5%, dengan cairan monomer dan diaduk dalam mangkok porselen pada suhu kamar.

10. Setelah mencapai fase *dough stage*, *mould* diisi dengan adonan akrilik. Kuvet bagian atas dan bawah disatukan, dipres dengan *hydraulic bench press*, lalu ditekan perlahan-lahan hingga rapat, kemudian kuvet dibuka. Kelebihan akrilik



dipotong dengan pisau model, lalu kuvet ditutup dan diletakkan lagi pada *hydraulic bench press*.

11. Kuvet dibuka kemudian kelebihan akrilik dipotong menggunakan pisau malam atau pisau model, lalu kuvet ditutup kembali dan dilakukan pengepresan.

12. Lakukan proses *curing* menurut petunjuk dari pabrik, yaitu dimasukkan dalam air mendidih selama 20 menit, kemudian dibiarkan hingga dingin.

13. Setelah dingin, kuvet dibuka dan lempeng akrilik diambil, sampel lempeng akrilik *heat cured acrylic resin* yang sudah jadi dirapikan dengan *straight-handpiece*, kemudian dihaluskan dengan kertas gosok ukuran nomor 600 grid dibawah air mengalir, kemudian dikeringkan.

14. Lakukan pengukuran sample berbentuk lempeng 65 mm, lebar 10 mm dan tebal 2,5mm dengan menggunakan jangka sorong.

4.7.2 Sintesis Hidroksiapatit dari tulang ikan tuna

1. Menyiapkan tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) sebanyak 2 kg
2. Membersihkan tulang ikan tunanya dari jaringan dan zat yang ada di permukaan dengan cara mencucinya
3. Melakukan perebusan di dalam panci selama \pm 2 jam guna menghilangkan lemak dan membuat tulang ikan tuna lebih rapuh sehingga memudahkan dalam pemrosesan, kemudian mencucinya



4. Mengeringkan tulang ikan tuna dibawah sinar matahari selama \pm 14 hari
5. Setelah kering, tulang ikan direndam dalam larutan aseton (CH_3COCH_3) selama 3 x 24 jam (setiap 1 x 24 jam larutan diganti) dan diuapkan pada suhu kamar hingga aroma asetonnya hilang. kemudian tulang ikan tuna dipanaskan dengan oven selama \pm 4 jam pada suhu 105°C
6. Menyiapkan tulang ikan tuna yang telah melalui proses \pm 80,04 gram dan dioven selama 2 jam untuk pembuatan kalsium oksida
7. Mengkalsinasi menggunakan *electric furnace* pada suhu 900°C selama 3 jam dan didinginkan secara perlahan hingga suhu ruang. Kalsium oksida diekstrasi dari tulang ikan tuna dengan cara dikalsinasi untuk membuang karbon dalam bentuk karbon dioksida dari kalsium karbonat tulang ikan tuna.
8. Melakukan penggerusan kalsium oksida hasil kalsinasi menggunakan mortar dan alu hingga menjadi serbuk
9. Lalu diayak dengan ayakan 125 mesh
10. Serbuk CaO yang dihasilkan dianalisis dengan EDXRF
11. Melarutkan kalsium oksida kedalam aquades dengan perbandingan masa aquades terhadap kalsium oksida adalah 3 : 2, dan dimasukkan ke gelas kimia 300 ml sehingga akan terbentuk suspensi.
12. Melakukan metode presipitasi dengan menambahkan 100ml asam fosfat dalam larutan kalsium oksida setetes



demikian menggunakan pipet titrasi sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C dengan kecepatan 300 rpm selama 4 jam.

13. Setelah diaduk selama 4 jam diamkan larutan selama 24 jam sampai terlihat endapan putih yang merupakan hasil sintesis hidroksiapatit tulang ikan tuna

14. Kemudian endapan hidroksiapatit disaring menggunakan kertas whatman no 40 atau 41 lalu dan corong buschner lalu dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali

15. Setelah itu endapan dikalsinasi selama ± 2 jam pada suhu 105°C kemudian pada suhu 900°C selama 5 jam untuk menghasilkan serbuk hidroksiapatit

16. Menyiapkan hidroksiapatit tulang ikan tuna yang sudah melalui kalsinasi untuk di milling selama 20 jam

4.7.3 Uji Karakterisasi Hidroksiapatit Tulang ikan tuna

1. Melakukan uji struktur molekul komponen organik dan anorganik dengan Spectrophotometer FTIR untuk memastikan apakah material yang dihasilkan adalah Hidroksiapatit

2. Melakukan uji Analisis Kristalinitas hidroksiapatit dengan XRD

3. Melakukan uji distribusi ukuran partikel menggunakan PSA untuk menganalisa ukuran partikel



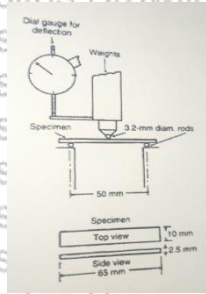
4.7.4 Preparasi Nanohidroksiapatit tulang ikan tuna

1. Menyiapkan serbuk hidroksiapatit tulang ikan tuna yang sudah di proses sebelumnya untuk dilakukan pengecilan ukuran partikel menjadi skala berukuran nano
2. Melakukan milling menggunakan *ball mill* dengan 28 bola dengan berbagai ukuran diameter bola (14mm, 16mm, 18mm, dan 22mm) selama 20 jam
3. pengayakan menggunakan ayakan ukuran 400 mesh.
4. Melakukan uji distribusi ukuran partikel menggunakan PSA untuk menganalisis ukuran partikel dari tepung nano-hidroksiapatit tersebut



4.8 Pengujian Kekuatan Transversal

Melakukan pengujian kekuatan transversal menggunakan alat uji *Transverse Testing Instrument*. Batang uji diberi nomor pada kedua ujungnya dan garis pada bagian tengah dengan menggunakan pensil serta ditempatkan pada alat *Transverse Testing Instrument*. Kemudian alat dihidupkan. Alat akan menekan batang uji tepat pada satu garis batang uji. Kemudian diberikan beban hingga subyek fraktur. Pada monitor akan terukur beban dan kekuatan transversal



Gambar 4.1 Pengujian Kekuatan Transversal (Craig, 2002)

Nilai yang tercantum pada monitor akan terukur beban dan kekuatan transversal di hitung dengan rumus :

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

Ket:

S= Kekuatan Transversal (N/mm²)



I= Panjang/jarak pendukung (mm)

P= Beban (N)

b= Lebar lempeng (mm)

d= Tebal lempeng (mm)

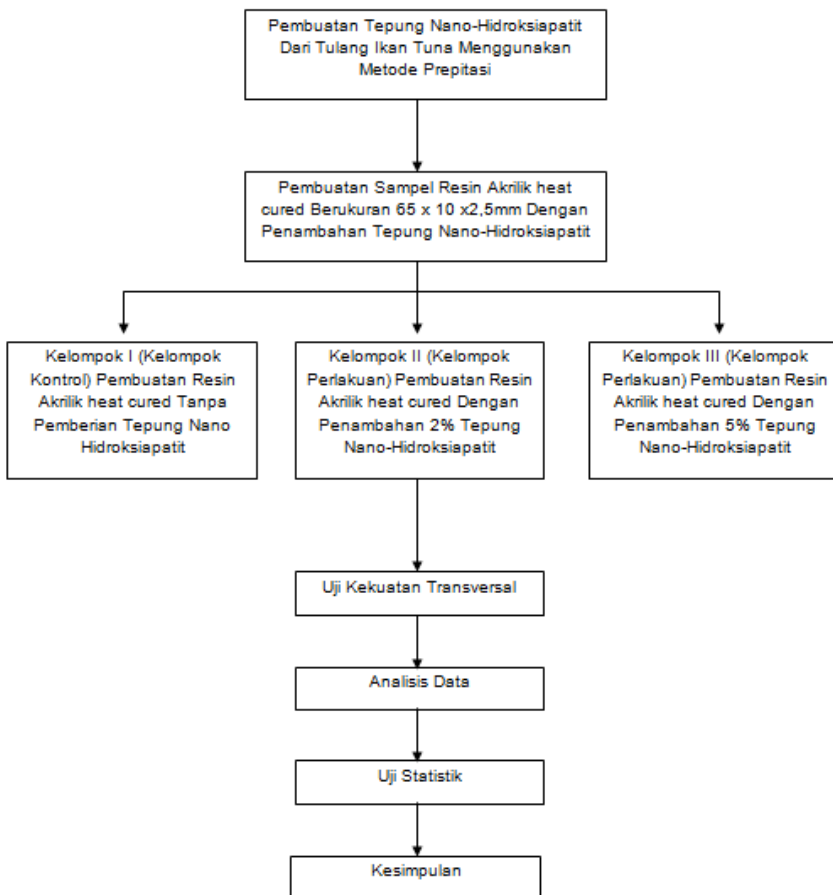
4.9 Analisis Data

- uji normalitas menggunakan *Saphiro-Wilk* karena sampel kurang dari 50.
- uji statistic *Levene* untuk uji homogenitas bertujuan menguji berlaku atau tidaknya asumsi ANOVA.
- Apabila data berdistribusi normal bisa dilakukan uji *one way anova*, apabila tidak berdistribusi normal dilakukan uji *Kruskal Wallis*. Kedua uji tersebut dilakukan untuk mengetahui Apakah terdapat pengaruh penambahan nano-hidroksiapatit tulang ikan tuna terhadap kekuatan transversal antar kelompok perlakuan (2% dan 5%) dan kelompok kontrol (0%)



4.10 Alur Penelitian

4.10 Alur Penelitian





BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Penelitian

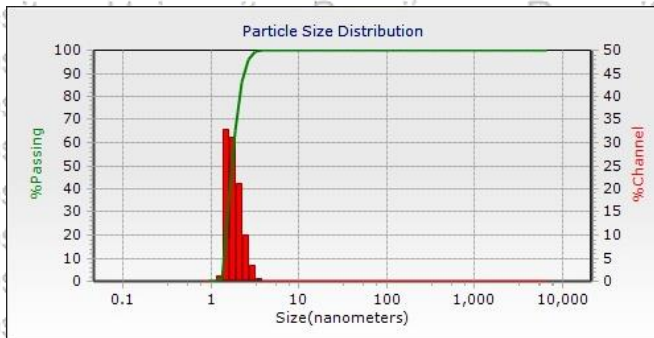
Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *experimental laboratories* dengan rancangan penelitian *post test only control group design*. Sampel dibagi menjadi 3 kelompok dengan masing-masing kelompok berjumlah 9 sampel yaitu kelompok kontrol (Pembuatan Resin Akrilik heat cured Tanpa Pemberian Tepung Nano Hidroksiapatit), kelompok 2 (Pembuatan Resin Akrilik heat cured Dengan Penambahan 2% Tepung Nano-Hidroksiapatit) dan kelompok 3 (Pembuatan Resin Akrilik heat cured Dengan Penambahan 5% Tepung Nano-Hidroksiapatit). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanohidroksiapatit dari tepung tulang ikan tuna (*Katsuwonus pelamis*) terhadap kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic*. Analisis yang digunakan adalah ANOVA dan *post hoc Tukey*. Namun sebelumnya dilakukan pengujian normalitas terlebih dahulu menggunakan *shapiro wilk* serta uji homogenitas menggunakan *Levene's Test*. Data dikatakan berdistribusi normal dan homogen jika $\text{sig} > 0,05$. Apabila data tidak normal maka digunakan uji alternatif *Kruskal Wallis dan Mann Whitney*.

5.2 Hasil Penelitian

Penelitian ini dimulai dari didapatkannya tepung tulang ikan cakalang. Selanjutnya dilakukan proses sintesis tepung hidroksiapatit



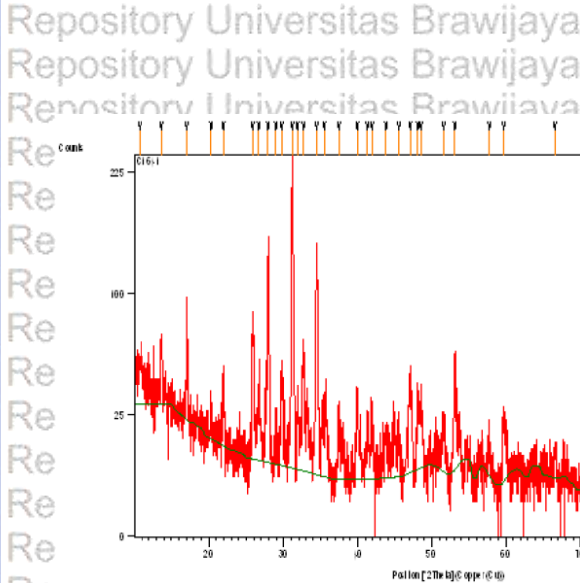
dan dilakukan proses kalsinasi untuk mendapatkan senyawa hidroksiapatit. Kemudian melakukan proses *ball-milling* untuk mendapatkan ukuran serbuk tulang ikan cakalang menjadi ukuran yang lebih kecil yaitu ukuran Nano-Partikel. Hasil dari kalsinasi selanjutnya dilakukan uji *particle size analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran dari serbuk hidroksiapatit yang terbentuk setelah dilakukan. Berikut adalah hasil uji PSA pada gambar



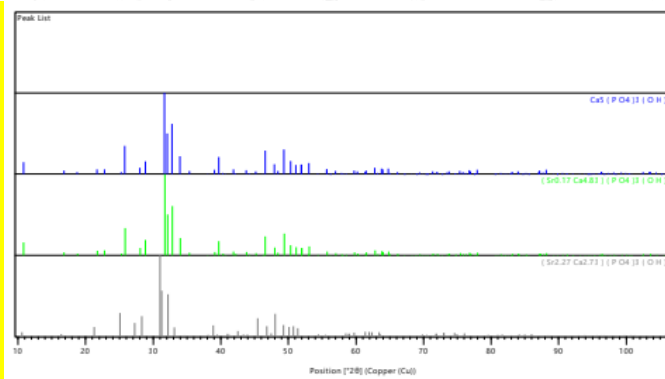
Gambar 5.2.1 Hasil uji PSA (*Particle size analyzer*)

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel dengan menggunakan prinsip dynamic light scattering (DLS) dengan metode basah yaitu menembakkan cahaya sampel yang telah dilarutkan pada media aquabides. Berdasarkan hasil uji PSA diperoleh ukuran tepung hidroksiapatit yaitu sebesar 1,64nm hingga 3,8nm.

Selanjutnya dilakukan uji karakterisasi XRD untuk melihat fase hidroksiapatit yang terkandung dalam serbuk hidroksiapatit yang telah dilakukan sintesis.



Gambar 5.2.2 hasil uji XRD

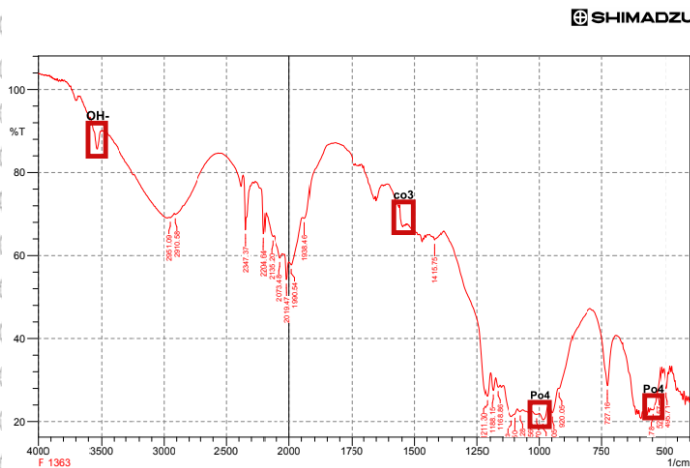


Gambar 5.2.3 hasil uji XRD



Berdasarkan data analisis XRD dapat disimpulkan bahwa sampel hidroksiapatit teridentifikasi sebagai fase hidroksiapatit karena terdapat puncak-puncak difraksi sampel yaitu kandungan hidroksiapatit murni sebesar 30,2 % dan terdapat kandungan hidroksiapatit yang mengandung kandungan lain sebesar 69,8 % dalam tepung nanohidroksiapatit. Hal ini disebabkan karena proses sintesis yang kurang sempurna.

Kemudian dilanjutkan analisis spektroskopi FTIR yang bertujuan untuk mengetahui pembentuk gugus fungsi hidroksiapatit dan juga mengetahui jumlah komponen pada suatu sample yang ditandai dengan adanya puncak pada suatu bilangan gelombang tertentu. Untuk komponen dari hidroksiapatit terdiri dari beberapa gugus fungsi yaitu gugus OH⁻, gugus PO₄³⁻ dan gugus CO₃²⁻ (Venkatesan dan Kim, 2010).



Gambar 5.2.4 hasil uji FTIR

GUGUS

Bilangan Gelombang (cm^{-1})

OH^-

3500-3650 cm^{-1}

CO_3^{2-}

1500-1600 cm^{-1}

PO_4^{3-}

500-600 cm^{-1}

1000-1100 cm^{-1}

Gambar 5.2.5 Tabel uji FTIR

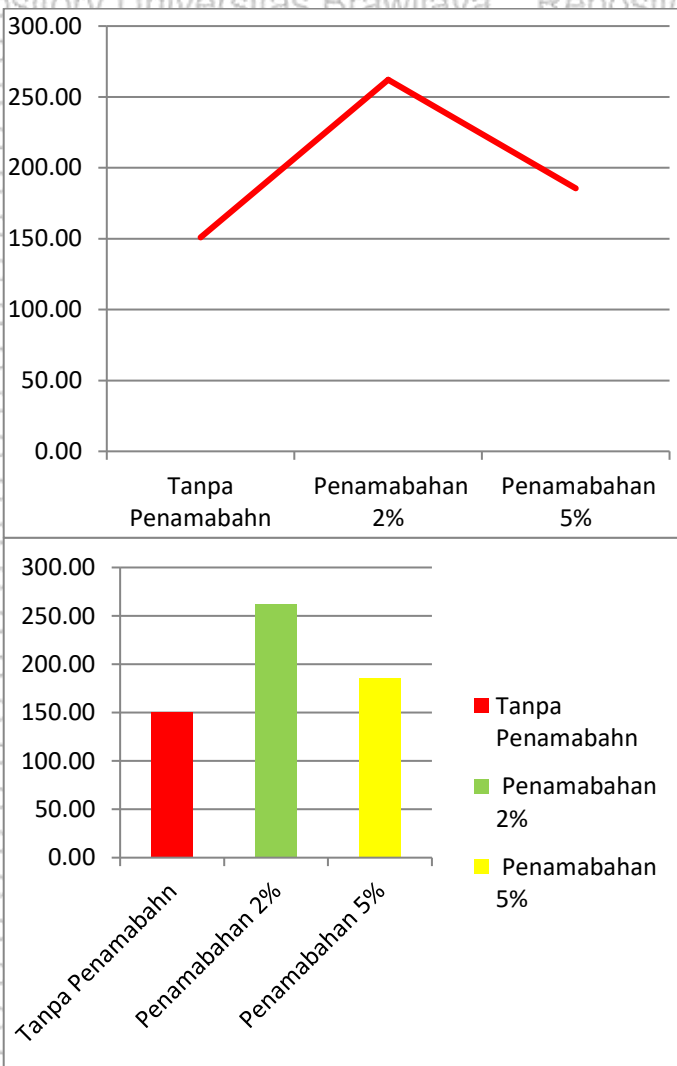
Indikasi pembentukan gugus senyawa hidroksiapatit yaitu terbentuknya kompleks grup fosfat (PO_4^{3-}) pada suatu gelombang 900-1050 cm^{-1} dengan panjang gelombang 530,43 cm^{-1} . Pada gugus karbonat (CO_3^{2-}) menunjukkan pita serapan pada kisaran gelombang 1500-1600 cm^{-1} dan pada gugus (OH^-) dinyatakan terdeteksi pada kisaran bilangan gelombang antara 3687 cm^{-1} . Dari hasil uji karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa serbuk tulang ikan cakalang dapat dibuktikan mengandung hidroksiapatit karena gugus fosfat teridentifikasi memiliki bilangan gelombang diantara 1000-1100 cm^{-1} dan 500-600 cm^{-1} .

Selanjutnya dilakukan uji transversal dengan menggunakan *Universal testing machine* untuk mengetahui pengaruh penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang terhadap kekuatan transversal dari resin akrilik *heat cured*. Dari pengujian didapatkan

kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* sebanyak 27 sampel lempeng akrilik yang dibagi menjadi 3 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 9 sampel lempeng akrilik. Pada setiap sampel dilakukan pengujian kekuatan transversal.

No	Tanpa Penambahan	Penambahan 2%	Penambahan 5%
1	156,24	246,24	187,68
2	141,36	268,56	196,08
3	143,04	263,52	173,04
4	159,36	272,88	176,16
5	146,88	258,96	185,52
6	158,64	247,68	195,84
7	162,72	273,84	183,12
8	142,56	258,48	196,32
9	147,36	269,28	175,92
Rata-rata	150,91	262,16	185,52
Std. Deviasi	8,297180244	10,19646998	9,223621848

Gambar 5.2.6 hasil pengukuran kekuatan Transversal



Gambar 5.2.7 diagram hasil uji kekuatan



Berdasarkan tabel dan diagram diatas, dapat disimpulkan rata-rata kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* kelompok kontrol atau kelompok tanpa perlakuan yaitu $150,91\text{N/mm}^2$ sebesar dengan standar deviasi sebesar $8,297180244$. Pada kelompok 2 atau kelompok penambahan 2% yaitu resin akrilik *heat cured* diberi penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang sebanyak 2% memiliki rata-rata $262,16\text{N/mm}^2$, dengan nilai standar deviasi sebesar $10,19646998$. Dan pada kelompok 3 atau kelompok penambahan 5% yaitu resin akrilik *heat cured* diberi penambahan hidorksiapatit tepung tulang ikan cakalang menunjukkan rata-rata kekuatan transversal sebesar $185,52\text{ N/mm}^2$ dengan nilai standar deviasi $9,223621848$

5.3 Analisis Data

5.3 Analisis Data

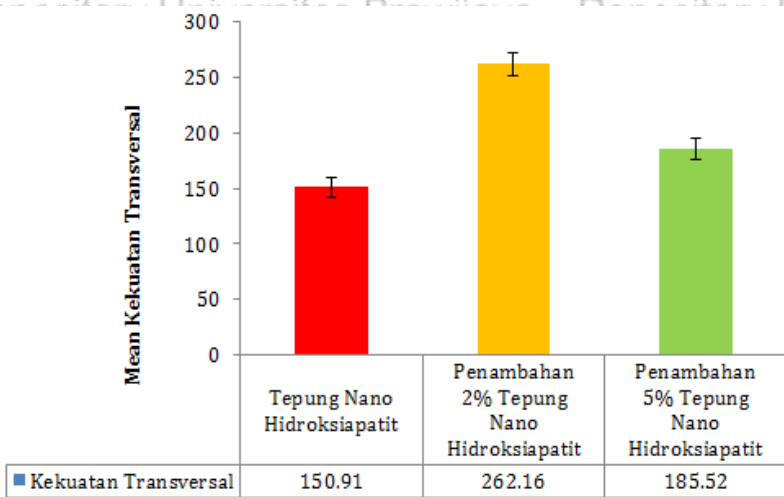
5.3.1 Nilai Deskriptif Kekuatan Transversal Basis Gigi Tiruan

Dari hasil penelitian diperoleh data kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* yang kemudian disajikan dalam nilai mean dan standar deviasi seperti yang terlihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 5.3.1****Nilai Deskriptif Kekuatan Transversal Basis Gigi Tiruan**

Kelompok	Mean	St.dev
Tanpa Pemberian Tepung Nano Hidroksiapatit	150.91	8.29
Penambahan 2% Tepung Nano-Hidroksiapatit	262.16	10.19
Penambahan 5% Tepung Nano-Hidroksiapatit	185.52	9.22

Berdasarkan tabel hasil deskriptif diketahui nilai mean kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* tanpa pemberian tepung nano hidroksiapatit sebesar 150.91 yang merupakan nilai terendah. Pada penambahan 2% tepung nano-hidroksiapatit diperoleh nilai mean kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* terbesar yaitu 262.16. Namun pada penambahan 5% tepung nano-hidroksiapatit diperoleh mean kekuatan transversal yang menurun dibandingkan konsentrasi 2% yaitu 185.52. Berikut hasil grafik pada masing-masing kelompok perlakuan:



Hasil grafik di atas menunjukkan bahwa kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* memiliki trend yang menurun setelah penambahan 5% tepung nano-hidroksiapatit.

5.3.2 Uji Normalitas Data

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* memiliki distribusi normal serta sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk pengujian *ANOVA*. Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dengan kriteria normal jika $\text{sig} > 0.05$. Hasil pengujian normalitas data dapat dilihat pada tabel berikut:



Tabel 5.3.2

Hasil Pengujian Normalitas Data

Kelompok	Sig <i>Shapiro-Wilk</i>	Keterangan
Tanpa Pemberian Tepung Nano Hidroksiapatit	0.154	Normal
Penambahan 2% Tepung Nano-Hidroksiapatit	0.298	Normal
Penambahan 5% Tepung Nano-Hidroksiapatit	0.187	Normal

Dari hasil pengujian normalitas diketahui bahwa data kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-cured Acrylic* kelompok kontrol (tanpa pemberian tepung nano hidroksiapatit), kelompok perlakuan 1 (penambahan 2% tepung nano-hidroksiapatit) serta kelompok perlakuan 2 (penambahan 5% tepung nano-hidroksiapatit) memiliki nilai sig > 0.05 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal.



5.3.3 Uji Homogenitas Data

Pengujian homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah data kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* memiliki ragam yang homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene Test* dengan kriteria jika $\text{sig} > 0.05$ maka data dinyatakan homogen. Hasil pengujian homogenitas dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.3.3
Uji Homogenitas Data

Variabel	Levene's Test	
	Sig	Keterangan
kekuatan transversal	0.895	Homogen

Hasil uji homogenitas diperoleh nilai sig *Levene's Test* = 0.895 ($\text{sig} > 0.05$) yang menunjukkan bahwa ragam data kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* memiliki ragam homogen.

5.3.4 Uji ANOVA

Uji ANOVA digunakan untuk membandingkan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* pada kelompok kontrol (tanpa pemberian tepung nano hidroksiapatit), kelompok perlakuan 1 (penambahan 2% tepung nano-hidroksiapatit) serta kelompok perlakuan 2 (penambahan 5% tepung nano-hidroksiapatit). Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:



Tabel 5.3.4
Hasil Uji ANOVA

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Antar Kelompok	58347.230	2	29173.615	339.378	0.000
Dalam Kelompok	2063.091	24	85.962		
Total	60410.321	26			

Dari uji ANOVA dihasilkan nilai F hitung sebesar 339.378 dan nilai sig sebesar 0.000. Nilai sig < 0.05 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-cured Acrylic* pada kelompok kontrol (tanpa pemberian tepung nano hidroksiapatit), kelompok perlakuan 1 (penambahan 2% tepung nano-hidroksiapatit) serta kelompok perlakuan 2 (penambahan 5% tepung nano-hidroksiapatit).

5.3.5 Uji Post Hoc Tukey

Uji *Post Hoc Tukey* merupakan uji lanjutan yang bertujuan untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan signifikan.

Tabel 5.3.5
Hasil Uji Post Hoc Tukey

Perbandingan antar kelompok		Sig
Tanpa Pemberian Tepung Nano Hidroksiapatit	Penambahan 2% Tepung Nano-Hidroksiapatit	0.000
	Penambahan 5%	0.000



	Tepung Nano- Hidroksiapatit	
Penambahan 2%	Penambahan 5%	0.000
Tepung Nano- Hidroksiapatit	Tepung Nano- Hidroksiapatit	

Dari hasil *post hoc* Tukey diketahui bahwa masing-masing kelompok memiliki nilai sig = 0.000 (sig < 0.05) yang menunjukkan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* memiliki perbedaan antar kelompok yang diberi penambahan tepung nano-hidroksiapatit dengan tanpa penambahan tepung nano-hidroksiapatit maupun antar dosis penambahan tepung nano-hidroksiapatit.

5.3.6. Uji Korelasi

Untuk mengetahui bagaimana kekuatan hubungan antara peningkatan konsentrasi tepung nano-hidroksiapatit dengan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* maka digunakan uji korelasi Pearson. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3.6 Hasil Uji Korelasi

Variabel Bebas	Variabel Terikat	Sig	R hitung
Konsentrasi tepung nano- hidroksiapatit	kekuatan transversal	0.000	-0.973



Dari hasil uji korelasi *Pearson* diperoleh nilai $\text{sig} = 0.000$ yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara peningkatan konsentrasi tepung nano-hidroksiapatit dengan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic*. Besarnya r hitung yang diperoleh adalah -0.973 yang bertanda negatif, artinya semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung nano-hidroksiapatit maka kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* semakin turun. Dalam rentang kekuatan hubungan, besarnya r hitung yang diperoleh masuk dalam rentang sangat kuat.

5.3.7. Uji Regresi Linier

Untuk mengetahui besarnya pengaruh peningkatan konsentrasi tepung nano-hidroksiapatit dengan kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-curedAcrylic* maka digunakan uji Regresi. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3.7 Hasil Uji Regresi

Variabel	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Konstanta	313.253	5.817			
Konsentrasi	-25.547	1.528	-0.973	-16.722	0.000



Dari hasil uji regresi diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

$$Y = 313.253 - 25.547 \text{ Konsentrasi tepung nano-hidroksiapatit}$$

Persamaan ini dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a = Konstanta dari persamaan tersebut sebesar 313.253. Hal tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-cured Acrylic* jika tidak ada penambahan tepung nano-hidroksiapatit bernilai 313.253.
- b = Koefisien regresi $b = -25.0547$ yang artinya rata-rata kekuatan transversal basis gigi tiruan berbahan *Heat-cured Acryli* akan menurun sebesar -25.547 pada setiap penambahan 1% tepung nano-hidroksiapatit. Jadi apabila semakin banyak penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang maka akan semakin menurun nilai kekuatan transversalnya



BAB 6

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nano hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*. Tahap pertama dari penelitian ini ialah dilakukannya proses prepitasi untuk mendapatkan senyawa hidroksiapatit, setelah itu dilakukan proses *milling* dengan metode *ball-mill* untuk mengubah ukuran tepung tulang ikan cakalang menjadi lebih kecil (Nano partikel). Hasil tepung hidroksiapatit yang telah menjadi serbuk yang lebih kecil, kemudian dilakukan kalsinasi sehingga didapatkan tepung hidroksiapatit berwarna putih (Mutmainnah dkk, 2017). Selanjutnya dilakukan uji karakterisasi PSA, XRD dan FTIR. Hasil analisis PSA menunjukkan ukuran tepung hidroksiapatit didapatkan ukuran dengan rentang 1,64 nm hingga 3,80 nm.

Selanjutnya, hasil dari analisis XRD menunjukkan bahwa kandungan yang terdapat dari bahan tepung tulang ikan cakalang yang telah diproses sintesis yaitu tidak murni sepenuhnya hidroksiapatit. Pada hasil XRD, hidroksiapatit yang terkandung pada serbuk tulang ikan cakalang sebanyak 69 %

Analisis yang terakhir yaitu dilakukan uji karakterisasi FTIR. Kandungan yang terdapat pada hidroksiapatit yaitu gugus (OH), gugus (CO_3^{2-}) dan gugus (PO_4^{3-}) (Rahayu, 2018). Dari hasil analisis



FTIR hidroksiapatit serbuk tulang ikan cakalang mengandung gugus (OH) pada gelombang 3500-3650 cm^{-1} , gugus (CO_3^{2-}) pada gelombang 1500-1600 cm^{-1} dan gugus (PO_4^{3-}) 1000-1100 cm^{-1} dan gelombang 500-600 cm^{-1} . Terdapat kandungan Ion karbonat pada serbuk tulang ikan cakalang pada penelitian ini merupakan hasil kasinasi yang kurang sempurna (Mutmainnah dkk, 2017).

Tahap berikutnya, dilakukan pembuatan sampel sebanyak 27 sampel yang terdiri dari 3 kelompok, setiap kelompok masing-masing terdiri dari 9 sampel. Kelompok pertama sebagai kelompok kontrol yaitu resin akrilik *heat cured* tanpa penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang. Kelompok kedua yaitu sampel resin akrilik *heat cured* dengan diberi penambahan hidroksiapatit serbuk tulang ikan cakalang sebanyak 2% dari berat polimernya. Kelompok ketiga yaitu sampel resin akrilik *heat cured* dengan diberi penambahan hidroksiapatit serbuk tulang ikan cakalang sebanyak 5% dari berat polimernya. Kemudian, setiap kelompok dilakukan pengujian kekuatan transversal menggunakan alat *bending* transversal dan selanjutnya dilakukan analisis pada setiap masing-masing kelompok.

Untuk, pengujian Kekuatan transversal dilakukan dengan menggunakan alat *bending Transversal*. Didapatkan hasil rata-rata besaran nilai kekuatan transversal yang berbeda-beda pada setiap kelompoknya. Kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* kelompok kontrol atau kelompok tanpa perlakuan yaitu 150,91 N/mm^2 . Pada kelompok 2 atau kelompok penambahan 2% yaitu resin



akrilik *heat cured* diberi penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang sebanyak 2% memiliki rata-rata $262,16\text{N/mm}^2$. Dan pada kelompok 3 atau kelompok penambahan 5% yaitu resin akrilik *heat cured* diberi penambahan hidroksiapatit tepung tulang ikan cakalang menunjukkan rata-rata kekuatan transversal sebesar $185,52\text{N/mm}^2$.

Pada penelitian ini didapatkan besaran nilai kekuatan transversal yang berbeda pada setiap kelompok perlakuan. Didapatkan penurunan besaran nilai kekuatan transversal pada penambahan kelompok dengan penambahan hidroksiapatit 5%. Sedangkan untuk kelompok kontrol dan kelompok dengan penambahan hidroksiapatit 2% mengalami peningkatan.

Hasil yang diperoleh sama halnya dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Leitune, dkk (2013) yang menyebutkan bahwa penambahan tepung hidroksiapatit sebanyak 2% pada bahan *adhesive resin* akan memberikan hasil yang terbaik.

Besaran hasil nilai kekuatan transversal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti cara manipulasi bahan resin yang dapat menghasilkan ketebalan sampel yang tidak sama rata disetiap pembuatan sampelnya, Kandungan monomer sisa yang tinggi, adanya porositas yang tidak terlihat pada saat pembuatan atau pengadukan bubuk dan cairan resin akrilik, sehingga kekuatan transversal yang didapatkan oleh sample berbeda-beda, terjadi



penipisan pada sample saat dilakukan pemoesan. (Sormin dkk, 2017).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Leitune, dkk (2013) tentang penambahan bahan nano hidroksiapatit pada resin adesif menunjukkan bahwa semakin banyak bahan pengisi yang ditambahkan maka akan menurunkan besaran nilai tekanan kontraksi, menurunkan jumlah reratif dari matriks polimer dan menurunkan daya penyerapan cairan, yang mengakibatkan suatu ikatan yang terbentuk akan lebih randah. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian ini, semakin banyak suatu bahan pengisinya (tepung nano hidroksiapatit) yang ditambahkan maka akan mengurangi jumlah berat dari bahan polimernya. Hal ini yang menyebabkan terjadi penurunan besaran nilai kekuatan transversalnya. Dan Semakin banyak bahan penambah yang ditambahkan kedalam bahan utama akan menyebabkan tidak terbentuk secara sempurna ikatan antara polimer dan bahan hidroksiapatit. (Abdullah 2015)



BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian mengenai pengaruh penambahan hidroksiapatit serbuk tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap kekerasan resin akrilik *heat cured* adalah sebagai berikut:

1. Adanya pengaruh penambahan hidroksiapatit serbuk tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.
2. Melalui analisis PSA didapatkan ukuran serbuk tulang ikan cakalang setelah dilakukan proses *ball-mill* didapatkan ukuran yaitu 1,74 nm
3. Kekuatan paling tinggi terdapat pada kelompok resin akrilik *heat cured* dengan penambahan tepung hidroksiapatit 2%.
4. Terjadi penurunan kekuatan Transversal pada kelompok resin akrilik *heat cured* dengan penambahan tepung hidroksiapatit 5%

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis diharapkan agar dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dan mendalam mengenai:



1. Pada saat proses Sintesis hidroksiapatit lebih memperhatikan komposisi, waktu pengadukan, alat yang digunakan dan perubahan pH agar menghasilkan hidroksiapatit murni dan tidak ada kandungan lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Adenan, N. H *et al.* 2018. *Extraction of Nanohydroxyapatite from Waste Bovine Bone Using Alkaline Digestion Method*. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1082 (2018) 012005.
- Aditama, P., Siti, S., Widjijono. 2015. *Pengaruh Jenis dan Volumetrik Fiber terhadap Kekuatan Transversal Reparasi Plat Resin Akrilik*. Majalah Kedokteran Gigi Indonesia. 1 (1): 102 - 108
- Afrizal dan Gunawarman, 2016, *Analisa Struktur Mikro Material Substitusi Hidroksiapatit Cangkang Kerang Darah dan Resin Akrilik Bahan Pembuat Gigi untuk Aplikasi Gigi Tiruan*, Surya Tek. Vol. 1 No. 4, hal: 1–9
- Aji Widhiya Putra, Rindra. *Perbandingan Pengolesan Edible Coating Terhadap Ketahanan Warna Basis Resin Akrilik Gigi Tiruan*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- Al-Muthaffer, Azad M. R. dan Shatha S. Al-Ameer. 2012. Effect of Thermocycling on Some Mechanical Properties of Polyamide Hypoallergenic Denture Base Material (Comparative Study). *J Bagh College Dentistry* 24(2).
- Ambo Andhika, Arlina, N., dan Erwid, F. *Pengaruh Berbagai Konsentrasi Ekstra Biji Adas (Foeniculum vulgare mill.) Sebagai Denture Cleanser Terhadap*



Pertumbuhan Candida Albicans Pada Plat Akrilik. Odonto Dental Journal. vol. 2, No 2, hal 62 - 67

Aminatun., Ardi, S., Zulifah, I., Dyah, H., dan Siswanto. 2019.

Synthesis of Nanohydroxyapatite from Cuttlefish Bone (Sepia sp.) Using Milling Method. International Journal of Biomaterials. vol 2019. hal 1 - 6

Anusavice.Kenneth J. 2003. *Philip's Science of Dental Materials.* 10th Ed. Elsevier Science. Jakarta.

Barata, A., Dian, N., dan Andi, B. 2011. *Sebaran Ikan Tuna Berdasarkan Suhu dan Kedalaman di Samudera Hindia.* Ilmu Kelautan. Vol. 16 (3) 165 - 170

Carr AB, Mcgivne GP, Brown DT. 2005. *McCracken's Removable partial repair heat cured denture base resins with and without surface chemical treatment.* Journal Indian Prosthetics Dentis

Chadijah, S., Hardiyanti., dan Sappewali. 2018. *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna (Thunnus Albacores) Dengan Xrf, Ftir, Dan Xrd.* Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar: Makassar

Craig, R., dan Powers, J. 2001. *Restorative Dental Materials*, 11th ed, Mosby Co. St Louis. hal. 260-283



Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Laporan Riset Kesehatan Dasar Nasional 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan

Ferasima, R., M Zulkarnain., dan Hubban, N. 2013. *Pengaruh Penambahan Serat Kaca Dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak Dan Transversal Pada Bahan Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas*. IDJ, Vol. 2 No. 1. hal 27 - 37

Firdausya, Wahidatul. 2019. *Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Tepung Tulang Ikan Tuna (Famili Scombridae) Terhadap Kekuatan Transversal Resin Akrilik Heat Cured*

Gerritsen et al. 2010. *Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis*. Health and Quality of Life Outcomes 8:126

Gita, Sekar. 2016. *Pengantar Biostatistik*. 1st ed. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang

Harahap, S.A. and Sastrodihardjo, S., 2014. *Teknologi Nano di Bidang Kedokteran Gigi*. *Dentika Dental Journal*, 18(2), pp.194-198.

Haris, Al '., et al. "Sintesis Hidroksiapatit dari Limbah Tulang Sapi Menggunakan Metode Presipitasi dengan Variasi Rasio Ca/P dan Konsentrasi H₃PO₄." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, vol. 3, no. 2, Oct. 2016, pp. 1-10.



Kuncoro, Eko Budi., F.E Ardi Wiharto. 2009. *Ensiklopedia Populer Ikan Air Laut*. Lily Publisher, Yogyakarta, hal. 100

Kurniawan, D., Nikmatin, S., dan Maddu, A. 2012. *Sintesis Nanopartikel Serat Rami Dengan Metode Ultrasonikasi Untuk Aplikasi Filler Bionanokomposit*. Jurnal Biofisika. Vol .8. hal 34 - 41

Leitune VC, Collares FM, Trommer RM, Andrioli DG, Bergmann CP, Samuel SM. The addition of nanostructured hydroxyapatite to an experimental adhesive resin. J Dent. 2013 Apr;41(4):321-7. doi: 10.1016/j.jdent.2013.01.001. Epub 2013 Jan 9. PMID: 23313828.

Luna, Susan M. *Katsuwonus Pelamis*
<https://www.fishbase.in/Summary/SpeciesSummary.php?id=107&lang=bahasa> (Diakses tanggal 23 januari 2020)

Mallmann, André, et al. "Compressive strength of glass ionomer cements using different specimen dimensions." *Brazilian oral research* 21.3 (2007): 204-208.

McCabe, J.F., and Walls, A.W. eds., 2014. *Applied dental materials 9th ed.* John Wiley & Sons.

Mozartha, M, dan Muthiara, P. 2015. *Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Dari Cangkang Telur Terhadap Kekuatan*



Tekan Glass Ionomer Cement. Jurnal B-Dent. Vol 2. No. 1.
hal 75 - 81

Mutmainnah, Chadijah, S., dan Rustiah, W.O. 2017. *Hidroksiapatit
Dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (Tunnus albacores)
Dengan Metode Presipitasi*. Jurusan Kimia, Fakultas S
ains Dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar: Makassar

Öksüz, Kerim Emre. 2018. *Properties of Nano Hydroxyapatite
Powder Derived from Human Teeth*. Chemistry Research
Journal; 3(6):76–81.

Phinney D, J., Halstead J, H. 2012. *Dental Assisting: A
Comprehensive Approach*. 4th edition. USA: Delmar

Prabaningtyas, RAJ Mahardika Safitri.2015. *Karakteristik
Hidroksiapatit Dari Kalsit (PT Dwi Selo Giri Mas
Sidoarjo) Sebagai Bone Graft Sintesis Menggunakan X-
Ray Diffractometer dan Fourier Transform Infra Red*.
Skripsi. Jember: Universitas Jember

Purwasasmita, Bambang Sunendar, and Ramos Samuel Gultom.
"Sintesis dan karakterisasi serbuk hidroksiapatit skala sub-
mikron menggunakan metode presipitasi." *Bionatura* 10.2
(2008).

Putri, M, Erwan, S, dan Herijanti, A. 2016. *Pengaruh Jenis Fiber
dan surface Treatment Ethyl Acetate Terhadap Kekuatan
Fleksural dan Impak Pada Reparasi Plat Gigi Tiruan Resin
Akrilik*. Jurnal Kedokteran Gigi, vol 7.no.2. hal 111-117

Qori, H. 2008. *Sintesa Hidroksiapatit Dengan Memanfaatkan Limbah
Cangkang Telur : Krakteristik, Difraksi Sinar X dan SEM*. S



kripsi. Bogor : Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam IPB

Qulub, F, Prihartini, W, dan Jan, A. 2015. *Variasi Komposisi Nano
Hidroksiapatit Pada Poly (1,8-Octanediol-Co-Citrate)
Sebagai Biodegradable Bone Screw*. Jurnal Sains Materi
Indonesia. Vol. 16. No. 4. hal 188 - 192

Saanin, H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jilid I dan
II. Bandung : Bina Tjipta

Sakaguchi RL, Powers JM. 2012. *Craig's restorative dental
materials 13th ed.,* Philadelphia: Elsevier

Siagian, Krista. 2016. *Kehilangan Sebagian Gigi Pada Rongga
Mulut*. FKG Universitas Sam Ratulangi

Sormin, Learny TM, Jimmy F. Rumampuk, and Vonny NS Wowor.
"Uji kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas
yang direndam dalam larutan cuka aren." *e-GiGi* 5.1
(2017).

Sulistioso, G, Ari, H dan Puji, U. 2012. *Hidroksiapatit Berpori dari
Kulit Kerang*. Jurnal SainsMateri Indonesia. hal : 31 - 35

Trilaksani, W., Ella, S., dan M, Nabil. 2006. *Pemanfaatan limbah t
ulang ikan tuna (Thunnus sp) sebagai sumber kalsium
dengan metode hidrolisis protein*. Buletin Teknologi
Hasil Perikanan. 9(2): 34 - 43

Winarsih, Sri. 2015. *Pedoman Penulisan dan Pelaksanaan Tugas
Akhir*. Malang, UB Press

LAMPIRAN KEGIATAN

1. Proses Sintesis



1. Persipan alat dan bahan



2. Menimbang bubuk CaO sebanyak 7,5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 300 mL



3. Menambahkan 100 mL aquabides agar terbentuk suspense, lalu aduk dengan kecepatan 700 rpm selama 1 jam pada suhu 90°.



4. Menambahkan larutan asam fosfat 0,6 M sebanyak 100 mL secara perlahan dengan kecepatan 1 mL/menit menggunakan buret.



5. Mengatur pH dengan NaOH 1 M
hingga mencapai pH 10



6. Mendiamkan larutan selama 24
jam hingga terbentuk endapan.



7. Memanaskan dengan
menggunakan oven pada bubuk
yang sudah disaring selama 2 jam
dengan suhu 105° .





1. Menimbang tepung tulang ikan tuna ukuran makro

2. Memasukkan bahan tepung tulang ikan tuna bersama dengan bola pejal



3. Melakukan proses milling selama 18 jam



4. Melakukan pengayakan dengan ayakan mesh 300



3. Proses Pembuatan Sample

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan



- Menimbang polimer yang dikurangi berat serbuk 2% yaitu sebanyak 4,704 gram.
- Menimbang polimer yang dikurangi berat serbuk 5% yaitu sebanyak 4,560 gram.
- Menimbang polimer tanpa dikurangi berat serbuk sebanyak 4,8 gram.



3. Menanam master model (65 x 10 x 2,5 mm) ke dalam kuvet yang berisi gypsum sampai



4. Setelah gips mengeras, mengambil master model dari dalam kuvet, kemudian ulasi seluruh bagian cetakan dengan bahan CMS dan



tertanam setengah bagian.



5. Membuat adonan akrilik dari polimer tanpa penambahan dan dengan penambahan hidroksiapatit tulang cakalang 2% dan 5%. dan Menambahkan monomer sebanyak 1,6 mL lalu mengaduk pada mangkuk porselen kemudian menunggu adonan hingga mencapai fase *dough*.

tunggu hingga mengering



6. Mengisi *mould* dengan adonan akrilik dan dilakukan pengepresan hingga tidak adanya kelebihan akrilik



7. Melakukan proses *curing* selama 30 menit, lalu mengeluarkannya dari *waterbath* kemudian menunggu hingga suhu normal.



8. Apabila telah dingin, buka kuvet dan keluarkan lempengan akrilik dan dilakukan pemolesan



4. Proses Uji Kekuatan Transversal



Dilakukan proses pengujian transversal pada sample kelompok tanpa penambahan, kelompok dengan penambahan 2% dan 5%

Microtrac		- Particle Size Analysis -		C:\Microtrac\FLEX 11.1.0.4\Databases\Ana Filtrose Nano\VC0\REPLIKASI 1\VC0 REP 1.MDB	
- Tabular Data -					
Size(nm)	%Char	%Pass	Size(nm)	%Char	%Pass
6540	0.00	100.00	15.19	0.00	100.00
5500	0.00	100.00	12.77	0.00	100.00
4620	0.00	100.00	10.74	0.00	100.00
3890	0.00	100.00	9.03	0.00	100.00
3270	0.00	100.00	7.60	0.00	100.00
2750	0.00	100.00	6.39	0.00	100.00
2312	0.00	100.00	5.37	0.00	100.00
1944	0.00	100.00	4.52	0.00	100.00
1635	0.00	100.00	3.80	0.48	100.00
1375	0.00	100.00	3.19	3.34	99.24
1156	0.00	100.00	2.690	10.04	96.18
972.0	0.00	100.00	2.260	21.05	86.14
818.0	0.00	100.00	1.900	31.74	65.09
687.0	0.00	100.00	1.600	32.94	33.95
578.0	0.00	100.00	1.340	1.01	1.01
486.0	0.00	100.00	1.130	0.00	0.00
409.0	0.00	100.00	0.950	0.00	0.00
344.0	0.00	100.00			
289.0	0.00	100.00			
243.0	0.00	100.00			
204.4	0.00	100.00			
171.9	0.00	100.00			
144.5	0.00	100.00			
121.5	0.00	100.00			
102.2	0.00	100.00			
85.90	0.00	100.00			
72.30	0.00	100.00			
60.80	0.00	100.00			
21.48	0.00	100.00			
18.06	0.00	100.00			

Particle Size Distribution	

- Measurement Info -		- SOP Info -																																									
<table border="1"> <tr><td>Title</td><td>Particle Size Analysis</td></tr> <tr><td>Identifiers</td><td>campel hidrokapit</td></tr> <tr><td>Database Record</td><td>707</td></tr> <tr><td>Run Number</td><td>1 of 1</td></tr> <tr><td>Date</td><td>1/14/2021</td></tr> <tr><td>Time</td><td>8:15 AM</td></tr> <tr><td>Acquired Date</td><td>1/14/2021</td></tr> </table>	Title	Particle Size Analysis	Identifiers	campel hidrokapit	Database Record	707	Run Number	1 of 1	Date	1/14/2021	Time	8:15 AM	Acquired Date	1/14/2021	<table border="1"> <tr><td>Timing</td><td>Water(*)</td></tr> <tr><td>Setups Time</td><td>60 (sec)</td></tr> <tr><td>Run Time</td><td>60 (sec)</td></tr> <tr><td>Number of Runs</td><td>1</td></tr> <tr><td>Analysis</td><td>Water</td></tr> <tr><td>Refractive Index</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>Transparency</td><td>Transp</td></tr> <tr><td>Shape</td><td>Spherical</td></tr> <tr><td>WATER</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1.33</td></tr> <tr><td></td><td>20.0</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td></td><td>10.0</td></tr> <tr><td></td><td>1.97</td></tr> </table>	Timing	Water(*)	Setups Time	60 (sec)	Run Time	60 (sec)	Number of Runs	1	Analysis	Water	Refractive Index	1.30	Transparency	Transp	Shape	Spherical	WATER			1.33		20.0		100		10.0		1.97
Title	Particle Size Analysis																																										
Identifiers	campel hidrokapit																																										
Database Record	707																																										
Run Number	1 of 1																																										
Date	1/14/2021																																										
Time	8:15 AM																																										
Acquired Date	1/14/2021																																										
Timing	Water(*)																																										
Setups Time	60 (sec)																																										
Run Time	60 (sec)																																										
Number of Runs	1																																										
Analysis	Water																																										
Refractive Index	1.30																																										
Transparency	Transp																																										
Shape	Spherical																																										
WATER																																											
	1.33																																										
	20.0																																										
	100																																										
	10.0																																										
	1.97																																										
<table border="1"> <tr><td>Conc. Index</td><td>cc/m 0.3 4.39E-7</td></tr> <tr><td>RMS Residual</td><td>0.591%</td></tr> <tr><td>Cell Temp (C)</td><td>19.44</td></tr> <tr><td>Viscosity (cP)</td><td>1.0170</td></tr> <tr><td>Reflected Pwr (uW)</td><td>.80</td></tr> <tr><td>User Defined Calculations</td><td></td></tr> <tr><td>Name</td><td>Value</td></tr> <tr><td>Recalculation Status</td><td></td></tr> <tr><td>Live-Meas</td><td>: Original</td></tr> </table>	Conc. Index	cc/m 0.3 4.39E-7	RMS Residual	0.591%	Cell Temp (C)	19.44	Viscosity (cP)	1.0170	Reflected Pwr (uW)	.80	User Defined Calculations		Name	Value	Recalculation Status		Live-Meas	: Original	<table border="1"> <tr><td>Analysis Type</td><td>Distribution</td></tr> <tr><td>Filter Resolution</td><td>StdNorm</td></tr> <tr><td>Smoothing</td><td>Standard</td></tr> <tr><td>Algorithm</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>Perspective</td><td>Prevent</td></tr> <tr><td>Distribution</td><td>Area</td></tr> <tr><td>Upper Edge (nm)</td><td>6540</td></tr> <tr><td>Lower Edge (nm)</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Residual</td><td>Disabled</td></tr> </table>	Analysis Type	Distribution	Filter Resolution	StdNorm	Smoothing	Standard	Algorithm	2.0	Perspective	Prevent	Distribution	Area	Upper Edge (nm)	6540	Lower Edge (nm)	0.8	Residual	Disabled						
Conc. Index	cc/m 0.3 4.39E-7																																										
RMS Residual	0.591%																																										
Cell Temp (C)	19.44																																										
Viscosity (cP)	1.0170																																										
Reflected Pwr (uW)	.80																																										
User Defined Calculations																																											
Name	Value																																										
Recalculation Status																																											
Live-Meas	: Original																																										
Analysis Type	Distribution																																										
Filter Resolution	StdNorm																																										
Smoothing	Standard																																										
Algorithm	2.0																																										
Perspective	Prevent																																										
Distribution	Area																																										
Upper Edge (nm)	6540																																										
Lower Edge (nm)	0.8																																										
Residual	Disabled																																										

Summary		Percentiles		Peaks Summary	
Data	Value	%ile	Size(nm)	Dia(nm)	Vol% Width
MV(nm)	1.830	10.00	1.460	1.73	100 0.74
MN(nm)	1.710	20.00	1.500		
MA(nm)	1.830	30.00	1.570		
CS	3272	40.00	1.650		
SP	0.970	50.00	1.730		
SD	0.2464	60.00	1.840		
Mz	1.892	70.00	1.960		
q(3.0,00946)		80.00	2.120		
Skz	0.301	90.00	2.380		
Kel	0.972	95.00	2.610		

FLEX 11.1.0.4	
Notes -	



6. Hasil Uji XRD

	UNIVERSITAS NEGERI MALANG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL) Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telp. 0341-551312 (pwn-200) 574809; 085106001088 E-mail : laboratoriumsentralthm@yahoosn.id ; lab_sentralthm@um.ac.id Website : central-laboretry.um.ac.id	 Komite Akreditasi Nasional Laboratorium Penguj. LP-1398-ICN

Customers	: Krisna Rifki – Universitas Brawijaya
Contact Customer	: 081347027569
Email	: rifkikrisna007@gmail.com
Test Equipment	: FTIR & XRD
Received Date	: December 29, 2020
Order Number	: LSUM.P.01278.2020

OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR

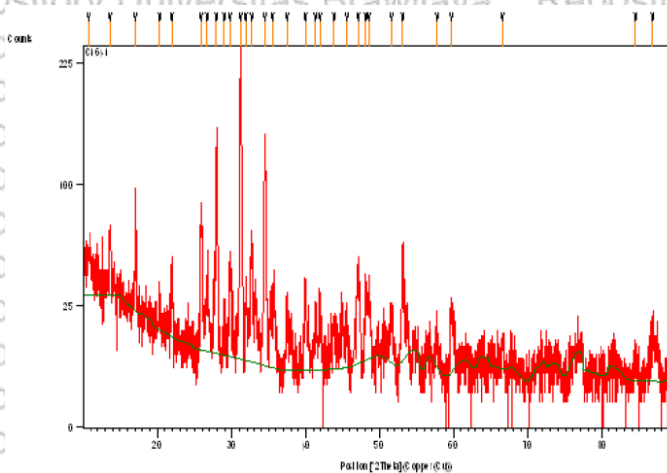
Analyzer	: Mailinda Ayu Hana M, S.Si., Ummu Kultsum, S.Si
Supervisor	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D., Nandang Mufti, S.Si., M.T., Ph.D.

SAMPLE CODE

No	Nama Sampel	Metode	Kode Sampel
1	Tepung Tulang Ikan	IK.M.F.1	F1363
2	Tepung Tulang Ikan	IK.M.C.1*	C1641

Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji.

*Metode pengujian termasuk dalam ruang lingkup akreditasi.

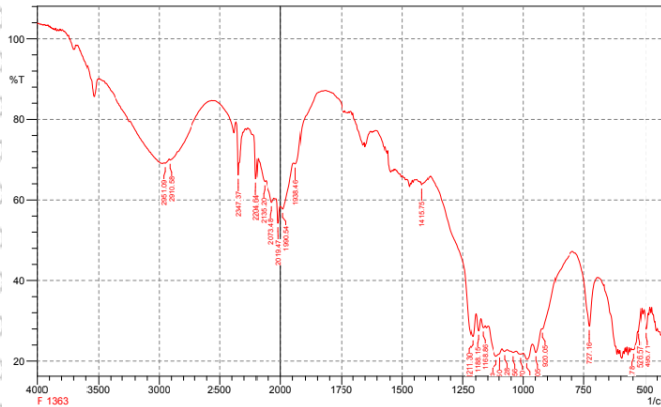


7. Hasil Uji FTIR

	UNIVERSITAS NEGERI MALANG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL) Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telp. 0341-551312 (pwn-200) 574805 085106001088 E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id , lab_sentral@um.ac.id Website : central-labatory.um.ac.id	Komite Akreditasi Nasional Laboratorium Penguj LP-1398-ICN

Customers	: Krisna Rifki – Universitas Brawijaya												
Contact Customer	: 081347027569												
Email	: rifkikrisna007@gmail.com												
Test Equipment	: FTIR & XRD												
Received Date	: December 29, 2020												
Order Number	: LSM.P.01278.2020												
OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR													
Analyzer	: Mailinda Ayu Hana M, S.Si , Ummu Kultsum, S.Si												
Supervisor	: Dra. Surjani Wonoraharjo, Ph.D , Nandang Mufti, S.Si, M.T., Ph.D.												
SAMPLE CODE													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Sampel</th> <th>Metode</th> <th>Kode Sampel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Tepung Tulang Ikan</td> <td>IK.M.F.1</td> <td>F1363</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Tepung Tulang Ikan</td> <td>IK.M.C.1*</td> <td>C1641</td> </tr> </tbody> </table>		No	Nama Sampel	Metode	Kode Sampel	1	Tepung Tulang Ikan	IK.M.F.1	F1363	2	Tepung Tulang Ikan	IK.M.C.1*	C1641
No	Nama Sampel	Metode	Kode Sampel										
1	Tepung Tulang Ikan	IK.M.F.1	F1363										
2	Tepung Tulang Ikan	IK.M.C.1*	C1641										
Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji. *Metode pengujian termasuk dalam ruang lingkup akreditasi.													

SHIMADZU





8. Hasil Uji Kekuatan Transversal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MALANG

JURUSAN TEKNIK MESIN

Terakreditasi: B, sesuai Kpts. BAN No. 007/BAN-PT/Ak-XII/Dpl-III/V/2012
Jl. Soekarno Hatta No 9 Malang 65145 Tlp / Fax. (0341) 550180
<http://www.polinema.ac.id>



SURAT KETERANGAN NOMOR : 10/PL2.TM/KM/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rafik Djoenaidi,ST
N I P : 19780125 200112 1 002
Jabatan : Pranata Laboratorium Pendidikan
Politeknik Negeri Malang

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa :

Nama : Krisna Rifki Adisaputra
Nim : 175160107111017
Fakultas : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas
Brawijaya

Benar - benar telah melaksanakan Penelitian / Pengambilan Data di Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Malang pada tanggal 29 Januari 2021, guna keperluan penyusunan skripsi.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 29 Januari 2021

Pranata Laboratorium Pendidikan
Politeknik Negeri Malang



Rafik Djoenaidi,ST
19780125 200112 1 002

FRM.RME.02.01.00

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MALANG**JURUSAN TEKNIK MESIN**Terakreditasi: B, sesuai Kpts. BAN No.:007/BAN-PT/Ak-XII/Dp-III/V/2012
Jl. Soekarno Hatta No 9 Malang 65145 Tlp / Fax. (0341) 550180
<http://www.polinema.ac.id>**TABEL UJI BENDING TRANSVERSAL**Pemohon : Krisna Rifki Adisaputra
Nama Spesimen : Resin Akrilik Head Cured

No	Tanpa Penambahan	Penambahan 2%	Penambahan 5%
1	156,24	246,24	187,68
2	141,36	268,56	196,08
3	143,04	263,52	173,04
4	159,36	272,88	176,16
5	146,88	258,96	185,52
6	158,64	247,68	195,84
7	162,72	273,84	183,12
8	142,56	258,48	196,32
9	147,36	269,28	175,92
Rata-rata	150,91	262,16	185,52
Std.Deviasi	8,297180244	10,19646998	9,223621848

