

PENGARUH HIDROKSIAPATIT TULANG IKAN PATIN

(*Pangasius hypophthalmus*) TERHADAP KEKERASAN

EMAIL GIGI SULUNG

SKRIPSI



Oleh:

Ayu Rahma Sari

04031181722006

BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

PALEMBANG

2022

**PENGARUH HIDROKSIAPATIT TULANG IKAN PATIN
(*Pangasius hypophthalmus*) TERHADAP KEKERASAN EMAIL
GIGI SULUNG**

**Diajukan sebagai pernyataan untuk memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

**Oleh :
Ayu Rahma Sari
04031181722006**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN
DOSEN PEMBIMBING**

Skripsi yang berjudul:

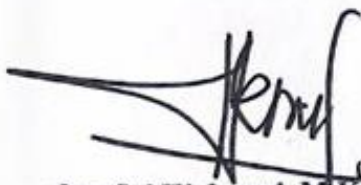
**PENGARUH HIDROKSIAPATIT TULANG IKAN PATIN
(*Pangasius hypophthalmus*) TERHADAP KEKERASAN
EMAIL GIGI SULUNG**

**Diajukan sebagai pernyataan untuk memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

Palembang, April 2022

Menyetujui,

Pembimbing I,



**drg. Sri Wahyuni, M.Kes.
NIP. 196607171993032001**

Pembimbing II,



**drg. Maya Hudiwati, MDSc.
NIP. 197705172005012004**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH HIDROKSIAPATIT TULANG IKAN PATIN
(*Pangasius hypophthalmus*) TERHADAP KEKERASAN
EMAIL GIGI SULUNG**

Disusun oleh:
Ayu Rahma Sari
04031181722006

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan didepan Tim Penguji
Program Studi Kedokteran Gigi
Tanggal 5 April 2022

Yang terdiri dari:

Pembimbing I,



drg. Sri Wahyuni, M.Kes
NIP. 196607171993032001

Pembimbing II,



drg. Maya Hudiwati, MDSc.
NIP. 197705172005012004

Penguji I,



drg. Ulfa Yasmin, Sp.KGA
NIP. 198408222008122002

Penguji II,



drg. Martha Mozartha, M.Si
NIP. 198104052012122003



Mengetahui,
Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya



drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp.Pro
NIP. 196911302000122001

وَيَرْزُقُهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ إِنَّ اللَّهَ
بَالِغُ أَمْرِهِ قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا

“Barang siapa yang bertaqwa kepada Allah, niscaya dia akan mendapatkan kemudahan dalam urusannya” (Q.S At-Thalaq: 2-3)

Ku Persembahkan skripsi ini untuk Kedua orang tuaku tersayang **Arahman Hadi** dan **Siti Kholijah, S.pd** yang senantiasa telah memberikan dukungan, semangat, nasihat dan doa yang tak henti-hentinya, serta untuk **Kakaku Eko Satrio dan Dwi Putri Khoirunnisa** yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya menyatakan:

1. Karya tulis saya, skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (S.KG), baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali gagasan, rumusan dan arahan Tim pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Isi pada karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pelaksanaan prosedur penelitian yang dilakukan dalam proses pembuatan karya tulis ini adalah sesuai dengan prosedur penelitian yang tercantum.
5. Hasil penelitian yang dicantumkan pada karya tulis adalah benar hasil yang didapatkan pada saya penelitian, dan bukan hasil rekayasa.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, April 2022
Yang membuat pernyataan,



Ayu Rahma Sari
NIM. 04031181722006

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Terhadap Kekerasan Email Gigi Sulung”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S.KG) di Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya.

Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu menyelesaikan skripsi, khususnya kepada:

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya dr. H Syarif Husin, M.S. yang telah memberikan perizinan dalam penelitian skripsi ini.
2. Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp.Pros. yang telah memberikan perizinan dalam penelitian skripsi ini.
3. drg. Sri Wahyuni, M.Kes. selaku dosen pembimbing utama yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. drg. Maya Hudiyati, MDSc. selaku dosen pembimbing pendamping yang selalu meluangkan waktunya ditengah kesibukan untuk memberikan bimbingan, arahan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. drg. Ulfa Yasmin, Sp.KGA. dan drg. Martha Mozartha, M.Si. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya atas kesedian menguji dan memberikan saran kepada penulis dalam menyempurnakan penulisan skripsi ini.
6. drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan.
7. Seluruh staf pegawai Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus kelengkapan berkas dan menyediakan sarana dan prasarana pendukung yang diperlukan selama proses belajar mengajar dan penyusunan skripsi ini.

8. Seluruh staf pegawai Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus kelengkapan berkas-berkas yang diperlukan selama proses penyusunan skripsi.
9. Seluruh staf Laboratorium Analisa Kimia dan Laboratorium Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah mendampingi dan membantu penulis selama proses penelitian.
10. Seluruh staf Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada yang telah bantuan dan menyediakan sarana dan prasarana yang diperlukan dalam proses penelitian.
11. Kedua orang tuaku tersayang Arahman Hadi dan Siti Kholijah, S.pd yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasihat dan doa yang tak hentinya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
12. Kakaku Eko Satrio dan Dwi Putri Khoirunnisa yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
13. Sahabatku tersayang Mayang Putri, Dwi Purnama Riszani, Melda Melinda, dan Cantika Rohma Sari yang selalu ada dalam suka maupun duka, serta selalu memberikan dukungan, semangat dan masukkan selama pembuatan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun telah banyak terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, mohon maaf jika tidak disebutkan namanya.

Semoga Allah Swt membalas seluruh kebaikan, ketulusan dan kemurahan hati kalian semua. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat menambah wawasan bagi pembaca.

Pelembang, April 2022
Penulis,

Ayu Rahma Sari

DAFTAR ISI

HALAMAN	i
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
Abstrak	xiii
<i>Abstract</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Telaah Pustaka.....	5
2.1.1 Email Gigi Sulung	5
2.1.2 Hidroksiapatit (HA)	9
2.1.3 Metode Pengendapan (Presipitasi).....	10
2.1.4 Ikan Patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	10
2.1.5 Uji Kekerasan Email.....	12
2.2 Kerangka Teori.....	14
2.3 Hipotesis	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	6
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Subjek Penelitian	18
3.4 Besar Sampel Penelitian	19
3.5 Variabel Penelitian	20
3.5.1 Variabel Bebas	20
3.5.2 Variabel Terikat	20
3.5.3 Variabel Terkendali	20
3.5.4 Variabel Tidak Terkendali	20

3.6 Kerangka Konsep	21
3.7 Definisi Operasional.....	21
3.8 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.8.1 Alat Penelitian.....	22
3.8.2 Bahan Penelitian	23
3.9 Prosedur Penelitian.....	24
3.9.1 Pemilihan Subjek Penelitian	24
3.9.2 Persiapan Tulang Ikan	24
3.9.3 Sintesis Hidroksiapatit	24
3.9.4 Persiapan Pasta Hidroksiapatit.....	26
3.9.5 Pemotongan Mahkota Gigi	27
3.9.6 Penanaman Mahkota Gigi.....	27
3.9.7 Pengelompokan Subjek.....	28
3.9.8 Pengukuran Kekerasan Awal Email Gigi Sulung.....	28
3.9.9 Perlakuan Sampel	28
3.10 Analisis Data	29
3.11 Alur Penelitian.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Penelitian.....	31
4.2 Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen penyusun email	5
Tabel 2. Definisi Operasional	21
Tabel 3. Perbandingan rerata nilai kekerasan email gigi sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok pasta hidoksiapatit (A) dan kelompok kontrol (B).. ..	30
Tabel 4. Hasil uji data <i>independent t-test</i> pada kelompok A dan kelompok B	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan Patin.....	11
Gambar 2. Alat <i>Microvicker's Hardness Tester</i>	13
Gambar 3. Pemotongan mahkota gigi.....	27
Gambar 4. Difraktogram hasil uji XRD pada temperatur kalsinasi 900°C.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Uji Kekerasan Email Gigi Sulung.....	41
Lampiran 2. Hasil Uji Statistik.....	47
Lampiran 3. Foto Penelitian.....	48
Lampiran 4. Prosedur Penelitian.....	51
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian Kimia.....	54
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian Farmasi.....	55
Lampiran 7. Surat Izin Penelitian UGM.....	56
Lampiran 8. Surat Keterangan Selesai Penelitian di Laboratorium Kimia.....	57
Lampiran 9. Surat Keterangan Selesai Penelitian di Laboratorium Farmasi.....	58
Lampiran 10. Lembar Bimbingan.....	59

**PENGARUH HIDROKSIAPATIT TULANG IKAN PATIN
(*Pangasius hypophthalmus*) TERHADAP KEKERASAN EMAIL
GIGI SULUNG**

**Ayu Rahma Sari
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya**

Abstrak

Latar Belakang: Demineralisasi adalah proses kristal kristal hidroksiapatit yang terdiri dari ion kalsium dan fosfat pada permukaan email gigi. Demineralisasi dapat dilakukan dengan mengembalikan komponen mineral melalui remineralisasi, salah satu bahan remineralisasi yaitu hidroksiapatit. Hidroksiapatit dapat disintesis dari bahan alami seperti tulang ikan. **Tujuan:** untuk mengetahui pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung. **Metode:** Dua puluh delapan gigi insisiv ditanam di dalam resin dan dibagi menjadi 2 kelompok. Kekerasan email gigi diukur (*pretest*) menggunakan alat *Microvicker's Hardness Tester* kemudian dilanjutkan proses remineralisasi menggunakan pasta hidroksiapatit yang disintesis dari tulang ikan patin dengan metode presipitasi. Pasta dioleskan pada kelompok A (15% pasta HA) kemudian direndam dalam saliva buatan dan kelompok B (kontrol) hanya direndam saliva buatan. Kekerasan permukaan email gigi kemudian diukur kembali (*posttest*) setelah 7 hari perlakuan. **Hasil:** Kekerasan permukaan email pada kelompok A (15% pasta HA) ($71,8 \pm 26,6$) dan kelompok B (kontrol) ($-35,1 \pm 18,4$). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. **Kesimpulan:** aplikasi pasta hidroksiapatit dari tulang ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dapat meningkatkan kekerasan email gigi sulung, sedangkan kelompok yang hanya direndam saliva buatan tidak mengalami peningkatan kekerasan email gigi sulung.

Kata kunci: email gigi sulung, hidroksiapatit, kekerasan email, *pangasius hypophthalmus*, presipitasi.

**THE EFFECT OF HYDROXYPATITE FROM CATIN FISH BONE
(PANGASIVS HYPOPHTHALMUS) ON EMAIL HARDNESS OF
PRIMARY TOOTH**

Ayu Rahma Sari
Department of Dentistry
Faculty of Medical of Sriwijaya University

Abstract

Background: Demineralization is a process of hydroxyapatite crystals consisting of calcium and phosphate ions on the surface of tooth enamel. Demineralization can be done by restoring mineral components through remineralization, one of the remineralizing materials is hydroxyapatite. Hydroxyapatite can be synthesized from natural materials such as fish bones. **Objective:** to determine the effect of catfish bone hydroxyapatite on the hardness of primary tooth enamel. **Methods:** Twenty-eight incisors were implanted in resin and divided into 2 groups. The tooth enamel hardness was measured (pretest) using a Microvicker's Hardness Tester and then continued with the remineralization process using hydroxyapatite paste synthesized from catfish bones using the precipitation method. The paste was applied to group A (15% HA paste) then soaked in artificial saliva and group B (control) was only soaked in artificial saliva. The surface hardness of the tooth enamel was then measured again (posttest) after 7 days of treatment. **Results:** The enamel surface hardness in group A (15% HA paste) (71.8 ± 26.6) and group B (control) (-35.1 ± 18.4). The results of statistical tests showed that there were significant differences between the treatment group and the control group. **Conclusion:** application of hydrocaispatite paste from catfish bone (*Pangasius hypophthalmus*) can increase the hardness of primary tooth enamel, while the group that was only soaked in artificial saliva did not experience an increase in the hardness of primary tooth enamel.

Keywords: primary tooth enamel, hydroxyapatite, enamel hardness, pangasius hypophthalmus, precipitation.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gigi sulung dan gigi permanen memiliki struktur sama yaitu terdapat email, dentin, dan sementum. Email mengandung hidroksiapatit yang merupakan bagian terluar dari gigi. Email pada gigi sulung jika dibandingkan dengan gigi permanen memiliki struktur yang lebih tipis dan kurang padat. Struktur email terdiri atas 4% bahan organik, 96% bahan anorganik jaringan fibrosa dan air. Bahan anorganik pada email gigi sulung terdiri dari kalsium, fosfat dan ion hidroksil.¹ Keberadaan gigi sulung di rongga mulut dalam menjaga integritas lengkung rahang selama perkembangan benih gigi permanen merupakan faktor yang penting. Fungsi gigi sulung di dalam rongga mulut antara lain sebagai alat pengunyahan, berbicara, penyediaan ruang bagi gigi permanen dan sebagai penuntun untuk gigi permanen yang akan erupsi.²

Berdasarkan data hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 bahwa penyakit gigi dan mulut yang sering terjadi pada anak adalah gigi berlubang (karies). Hasil tersebut menunjukkan bahwa di Kota Palembang terdapat masalah karies pada anak usia 5 tahun sebesar 54,06% dan 12 tahun sebesar 41,33%.³ Karies merupakan penyakit multi-faktorial yang umumnya disebabkan oleh fermentasi karbohidrat sederhana seperti sukrosa oleh mikroorganisme oral terutama streptokokus dan *lactobacilli* yang menghasilkan asam laktat sehingga membentuk suasana asam pada permukaan gigi yang menyebabkan terjadinya proses demineralisasi.⁴

Demineralisasi adalah proses hilangnya kristal hidroksiapatit berupa ion kalsium dan fosfat karena perbedaan pH antara permukaan luar dan dalam dari email, yang jika terjadi terus menerus maka membentuk rongga pada permukaan email sehingga dapat menurunkan kekerasan permukaan email. Demineralisasi dapat dicegah dengan mengembalikan komponen mineral gigi melalui proses remineralisasi.⁵ Bahan remineralisasi yang sering digunakan untuk mencegah terjadinya karies adalah fluorida, kasein fosfopeptida-kalsium fosfat amorf (CPP-ACP), beta-trikalsium fosfat (β -TCP) dan hidroksiapatit.⁵

Hidroksiapatit (HA) adalah komponen biomineral utama jaringan keras seperti tulang dan gigi dengan kandungan fosfat dan kalsium. Proses remineralisasi terjadi ketika struktur email gigi yang rusak digantikan oleh ion fosfat dan kalsium. Proses remineralisasi ini akan membentuk kristal hidroksiapatit yang menutupi area terdemineralisasi yang menyebabkan kekerasan email meningkat.⁶

Hidroksiapatit banyak digunakan dalam bidang biomedis karena bersifat bioaktif dan biokompatibel sehingga dapat digunakan sebagai bahan pasta gigi.⁷ Berdasarkan penelitian sebelumnya yang membandingkan efektivitas pasta hidroksiapatit dan pasta CPP-ACP pada gigi premolar yang didemineralisasi menunjukkan bahwa email gigi pada sampel yang menggunakan pasta hidroksiapatit memiliki lebih banyak ion kalsium dan fosfat dibandingkan dengan sampel yang menggunakan pasta CPP-ACP, sehingga kekerasan email gigi yang menggunakan pasta hidroksiapatit lebih tinggi.⁸

Hidroksiapatit dapat diperoleh dari bahan sintetis atau alami, seperti bintang laut, tulang ikan, sisik ikan, kerang, tulang sapi, dan cangkang telur.⁹ Kandungan

kalsium dari tulang ikan nila adalah sebesar 96 (mg/g). Berdasarkan penelitian sebelumnya menggunakan tulang ikan nila, bubuk tulang ikan nila yang telah dijadikan pasta hidroksiapatit dengan konsentrasi 15% terbukti paling efektif dalam meningkatkan kekerasan email, dibandingkan dengan konsentrasi 5% pada pasta hidroksiapatit.^{10,11} Selain ikan nila, ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan ikan yang dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Meningkatnya jumlah ikan patin yang dikonsumsi juga meningkatkan limbah padat yang dihasilkan yaitu tulang ikan. Kandungan kalsium yang tinggi pada tulang ikan patin mencapai 264.53 (mg/g).¹² Kandungan kalsium tulang ikan patin berpotensi sebagai bahan remineralisasi dalam pembentukan kristal hidroksiapatit sehingga dapat meningkatkan kekerasan email gigi.¹³

Penggunaan tulang ikan patin sebagai pasta hidroksiapatit belum pernah diteliti sebelumnya. Pasta hidroksiapatit dari tulang ikan patin diduga dapat menyebabkan terjadinya remineralisasi sehingga dapat meningkatkan kekerasan email, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung.
2. Sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi limbah tulang ikan, khususnya tulang ikan patin.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telaah Pustaka

2.1.1 Email Gigi Sulung

Email adalah struktur jaringan yang paling keras dalam tubuh. Struktur email terdiri atas 96% bahan anorganik, 4% bahan organik, dan air.¹⁴ Selain itu, email memiliki matriks kompleks yang terbuat dari garam fosfat dan kalsium dalam bentuk kristal hidroksiapatit.¹⁵ Hidroksiapatit adalah komponen anorganik terbanyak yang terdiri dari berikut : natrium, magnesium, klorin, karbonat, kalium dan fluorida (Tabel 1).

Tabel 1. Komponen penyusun email ¹⁵

Komponen penyusun	Persentase
Komponen Anorganik:	
1. Hidroksiapatit	90%-92%
2. Mineral lainnya	3%-5%
Komponen Organik:	
1. Protein dan lipid	1%-2%
2. Air	4%

Email pada gigi sulung memiliki ketebalan yang bervariasi. Lapisan email gigi sulung lebih tipis kurang lebih setengah dari ketebalan email gigi permanen.¹⁶ Rata-rata ketebalan email gigi sulung pada tiap bagian lebih kurang 1,2 mm. Warna email gigi yaitu translusen, jika email gigi lebih tipis maka warna dentin akan terlihat sehingga email tampak berwarna lebih kekuningan. Tingkat mineralisasi juga mempengaruhi tampilannya, pada daerah hipomineralisasi terlihat lebih opak dibandingkan daerah yang mengalami mineralisasi.¹⁷

2.1.1.1 Struktur Email

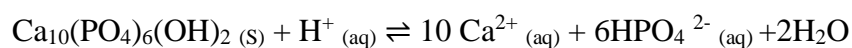
Email merupakan struktur gigi paling penting, baik dari segi fungsional maupun estetikanya. Warna, kekerasan dan sifat lainnya dipengaruhi oleh kandungan mineral yang tinggi dan matriks aseluler yang rendah pada email gigi.¹⁹ Email gigi memiliki permukaan jaringan yang tidak berpori, porositasnya sekitar 5% volume. Email dapat hilang melalui berbagai proses seperti karies gigi, atrisi, erosi, abrasi, dan abfraksi.²⁰

Struktur email terdiri dari *rod sheath* dan *email rod*. *Rod sheath* adalah bagian luar email *rod* yang umumnya merupakan substansi fibrosa organik. Email *rod* atau prisma email adalah struktur utama dari email yang terbentuk dari kristal-kristal hidroksiapatit.²⁰ Setiap email *rod* terlihat heksagonal, bulat atau oval seperti sisik ikan secara melintang. Setiap kristal email terdiri dari mineral hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) kemudian membentuk email *rod*.²¹ Email *rod* juga dapat menahan tekanan gigit dari arah tertentu. Ketebalan email *rod* sama dengan ketebalan email pada permukaan gigi. Setiap gigi mempunyai ketebalan email yang beragam dan berbeda pada berbagai daerah, ketebalan email akan semakin menurun seiring mendekati daerah *cemento email junction* (CEJ). Ketebalan email memiliki rata-rata yaitu 2,3-3,0 nm²²

2.1.1.2 Demineralisasi Email

Demineralisasi adalah proses penghilangan ion mineral dari kristal hidroksiapatit pada jaringan keras seperti email, dentin, sementum, dan tulang. Kembalinya ion mineral ke kristal hidroksiapatit disebut remineralisasi. Kedua proses ini terjadi pada permukaan gigi dan sebagian besar ion mineral hilang dari hidroksiapatit tanpa mempengaruhi integritasnya.²³ Proses demineralisasi terjadi pada permukaan gigi dalam suatu lapisan yang terkontaminasi oleh bakteri yang disebut dengan plak dental (biofilm) dalam waktu yang lama.¹⁹ Selama fase ini bakteri yang ada di plak akan memetabolisme karbohidrat, yang memproduksi senyawa asam organik.²³

Turunnya pH dan meningkatnya H^+ disebabkan oleh pembentukan asam organik. Asam masuk di antara kristal ke dalam jaringan keras gigi melalui air dan dapat mencapai daerah rentan pada suatu permukaan kristal. Ketika proses ini diulang, ion kalsium dan fosfat dapat ditransfer ke email, menyebabkan kerusakan pada struktur email, sebagai awal mula proses terjadinya karies gigi.²³



Saliva (cairan rongga mulut) mengandung ion kalsium (Ca^{2+}) dan ion fosfat (PO_4^{3-}). pH netral yaitu 7, rendahnya konsentrasi ion dapat menjaga keseimbangan jaringan keras gigi. Asam yang dihasilkan oleh plak dapat menurunkan pH saliva, untuk mengantisipasi terjadinya disolusi dari jaringan keras gigi membutuhkan konsentrasi ion yang tinggi.²⁴ Demineralisasi gigi disebabkan oleh metabolisme karbohidrat bakteri yang menghasilkan asam laktat. Hal ini menyebabkan penurunan pH di dalam rongga mulut. Jika pH di bawah 5,5 (pH kritis) selama 30

menit, dapat menyebabkan ion kalsium dan ion fosfat tidak stabil, yang mengakibatkan hilangnya beberapa mineral pada gigi sehingga terjadinya proses demineralisasi²⁴

2.1.1.3 Remineralisasi Email

Remineralisasi adalah proses pembentukan kembali ion mineral kristal hidroksiapatit. Proses remineralisasi dapat terjadi jika pH dinetralkan dan ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} dalam jumlah cukup. Produk apatit dapat dinetralkan dengan *buffering* yaitu Ca^{2+} dan PO_4^{3-} dalam saliva dapat mencegah proses disolusi. Hal ini dapat membangun kembali kristal apatit yang larut sebagian. Selama erupsi gigi, ion kalsium dan fosfat terkandung di saliva, yang mengarah ke proses mineralisasi yang berkelanjutan. Pada awalnya, email apatit mengandung magnesium dan ion karbonat, tetapi mudah larut terlebih dalam kondisi asam lemah, sehingga hidroksil dan *fluoride* menggantikan magnesium dan karbonat terlarut untuk membuat email lebih matang dan lebih tahan terhadap asam. Kehadiran *fluoride* dapat meningkatkan kematangan atau ketahanan asam.²⁵

Ketika pH turun, ion asam bereaksi dengan fosfat pada saliva dan plak hingga pH kritis untuk disosiasi hidroksiapatit mencapai 5,5. Penurunan pH selanjutnya menyebabkan hubungan antara ion asam dengan fosfat dalam hidroksiapatit, menghasilkan kelarutan sebagian atau seluruh permukaan kristal. Selama proses tersebut terjadi pelepasan fluoride yang bereaksi dengan Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} untuk membentuk FA (*Fluoro Apatit*). FA akan larut ketika mengalami pH kritis yaitu pH kurang dari 4,5. Remineralisasi dapat terjadi ketika ion asam dinetralkan Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} dapat dipertahankan.²⁵

2.1.2 Hidroksiapatit (HA)

Hidroksiapatit (HA) merupakan biomaterial anorganik yang memiliki kesamaan struktural tulang dan gigi.²⁶ Hidroksiapatit memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.⁸ Sebagai bahan biomaterial hidroksiapatit berukuran kurang dari kristal email dengan ketebalan 1,5-3,5 nm, lebar kurang lebih 5-10 nm dan panjangnya kurang dari 50 nm, sedangkan kelebaran kristal emai gigi mencapai 70 nm, ketebalannya 30 nm, dan panjangnya lebih dari dentin, sementum dan tulang.²¹

Hidroksiapatit telah banyak digunakan pada bidang kedokteran gigi, misalnya sebagai material *bone graft* dan bahan remineralisasi gigi karena komposisinya yang hampir mirip dengan tulang dan gigi alami, sehingga dapat bekerja sebagai zat bioaktif yang berikatan secara kimia dengan jaringan tulang dan gigi.²⁷ Hidroksiapatit bersifat bioaktif, osteokonduktif, tidak beracun dan non imunogenik. Bahan alami yang digunakan untuk membuat hidroksiapatit berasal dari tulang ikan, cangkang telur, tulang sapi, tulang ikan, dan sisik ikan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hidroksiapatit dari bahan alami tersebut dapat meningkatkan proses remineralisasi pada permukaan email gigi.^{7,9}

Hidroksiapatit yang berperan sebagai bahan remineralisasi dapat bekerja dengan cara mengisi porus email dan menggantikan ion kalsium dan fosfat yang terlepas dari permukaan email yang terjadi akibat proses demineralisasi sehingga membentuk lapisan baru yang akan meningkatkan kekerasan email. Selain itu pasta hidroksiapatit juga bisa membantu absorpsi ion kalsium dan fosfat dari saliva. Proses ini menyebabkan terjadinya remineralisasi email.²⁸

2.1.3 Metode Pengendapan (Presipitasi)

Salah satu metode kimia basah yang populer dan teknik yang paling sering digunakan untuk sintesis HA adalah metode presipitasi. Metode ini dilakukan tanpa menggunakan pelarut organik sehingga dapat mensintesis HA dalam jumlah besar dan relatif murah. Kandungan kalsium dan fosfat seperti kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan asam fosfat (H_3PO_4), dapat digunakan berbagai prekursor untuk menghasilkan HA dengan metode presipitasi. Produk sampingan dari reaksi Ca(OH)_2 dan H_3PO_4 dalam sintesis HA hanya air dan reaksi tidak memiliki unsur asing.²⁹

2.1.4 Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*)

Indonesia adalah negara kepulauan yang sebagian besar terdiri dari perairan. Ikan adalah salah satu hasil perikanan yang paling umum di Indonesia dan memiliki sumber protein hewani yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Salah satu ikan air tawar di Indonesia yaitu ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). Ikan patin merupakan kelompok ikan berkumis (*siluriformes*) yang termasuk dalam genus *Pangasius*, famili *Pangasiidae*. Ikan patin umumnya memiliki tubuh yang agak pipih dan tidak bersisik (Gambar 1). Ikan patin memiliki termasuk kategori hewan omnivora.³⁰ Salah satu limbah dari industri perikanan adalah tulang ikan. Limbah tulang ikan patin diolah menjadi tepung yang kaya akan kalsium. Produk yang memiliki nilai ekonomis dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat merupakan tujuan dari pemanfaatan limbah.¹²



Gambar 1. Ikan Patin.³⁰

2.1.4.1 Klasifikasi Ikan Patin

Menurut sistematika ikan patin di klasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Animalia
- Filum : Chordata
- Kelas : Pisces
- Ordo : Ostariophysi
- Famili : Pangasiidae
- Genus : Pangasius
- Spisies : Pangasius hypophthalmus.³⁰

2.1.4.2 Manfaat Ikan Patin

Ikan patin memiliki kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan jenis ikan lainnya yang dapat bermanfaat untuk kesehatan. Secara khusus, dua asam lemak esensial DHA (*asam docosahexaenoic*) sekitar 4,74% dan EPA (*asam eicosapentaenoic*) sekitar 0,31%. Tulang ikan patin memiliki kandungan kalsium yang tinggi sebesar 264,53 (mg/g). Daging ikan patin memiliki kandungan lemak

total 2,55% hingga 3,42% dan lebih dari 50% asam lemak tak jenuh. 8,43% asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh yang terdapat pada daging ikan patin.¹²

Menurut penelitian sebelumnya, menyatakan bahwa USFA sebesar 50% kandungan gizi di dalam ikan patin berupa lemak tak jenuh sangat baik untuk mencegah terjadinya resiko penyakit kardiovaskular. Lemak tak jenuh juga bermanfaat menurunkan besarnya kadar kolesterol total dan kolesterol LDL yang terkandung di dalam darah sehingga dapat mencegah dan mengurangi terkena penyakit jantung koroner.¹²

2.1.5 Uji Kekerasan Email

Pengujian kekerasan termasuk dalam Spesifikasi Bahan Gigi dari American Dental Association (ADA). Ada beberapa jenis uji kekerasan permukaan yang biasa digunakan untuk mengetahui kekerasan bahan kedokteran gigi, salah satunya adalah uji kekerasan Vickers (Gambar 2). Metode Vickers dirancang untuk menentukan kekerasan suatu bahan berdasarkan ketahanannya terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 derajat, yang ditekan pada permukaan bahan uji dengan beban 1 sampai 100 kgf dalam waktu selama 10 sampai 15 detik.³¹

Uji kekerasan email dapat dilakukan secara digital dan manual. Secara digital diukur dengan mesin otomatis sedangkan secara manual diukur diameter teraan dengan *diamond* menggunakan *mikroskop okuler*.³¹



Gambar 2. Alat *Microhardness Vickers Tester*.

Rumus yang digunakan untuk mengukur kekerasan email yaitu:

$$\text{VHN} = \frac{1,854 \times P}{d^2}$$

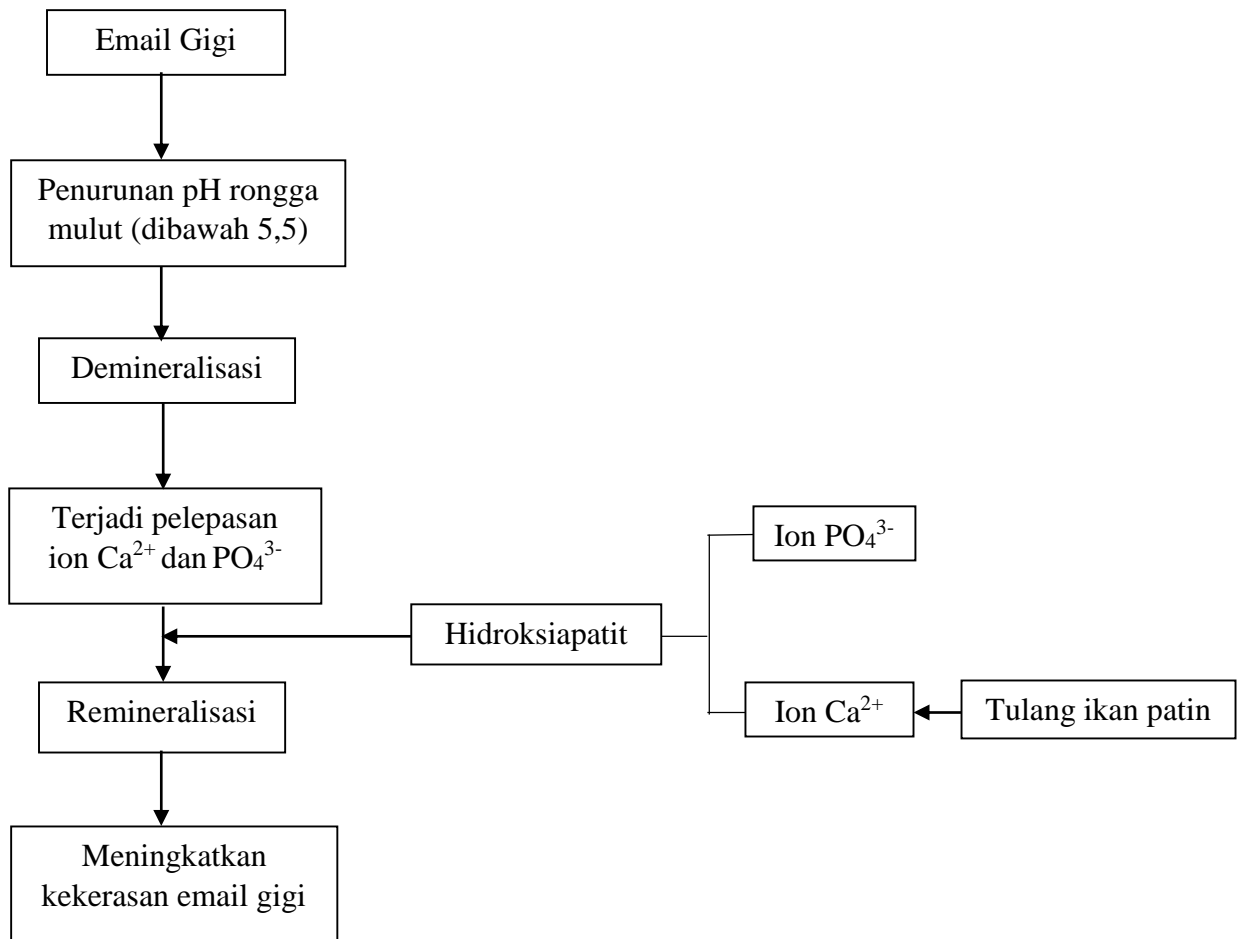
Keterangan :

VHN : Nilai kekerasan sampel

P : Berat beban (gram)

d^2 : Panjang diagonal (mm^2).³¹

2.2 Kerangka Teori



2.3 Hipotesis

Terdapat pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin terhadap kekerasan email gigi sulung.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*.³²

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian telah dilaksanakan di Laboraturium Fakultas MIPA Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya untuk sintesis hidroksiapatit, Laboratorium Fakultas MIPA Jurusan Farmasi Universitas Sriwijaya untuk melakukan pembuatan pasta hidroksiapatit dan di Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada untuk melakukan uji kekerasan email gigi. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 September-17 November 2021.

3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah gigi sulung insisivus sentral rahang bawah yang telah dilakukan pencabutan. Karakteristik inklusi sampel yang digunakan adalah :

1. Gigi bebas karies
2. Tidak terdapat kelainan email

3.4 Besar Sampel Penelitian

Perhitungan besar sampel menggunakan rumus analitik komparatif numerik berpasangan, yaitu :

$$n = \left(\frac{[Z\alpha + Z\beta]S}{X_1 - X_2} \right)^2$$

Keterangan :

n = Besar sampel

Z_α = Nilai normal : 1,64

Z_β = Nilai normal : 1,28

$X_1 - X_2$ = Rerata selisih pengukuran pertama dan kedua (diperoleh dari penelitian sebelumnya)

S = Standar deviasi variabel yang diteliti (diperoleh dari penelitian sebelumnya).³³

$$n = \left(\frac{[Z\alpha + Z\beta]S}{X_1 - X_2} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{[1,64 + 1,28]20,35}{16,33} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{59,422}{16,33} \right)^2$$

$$n = (3,63)^2$$

$$n = 13,17$$

$$n = 14$$

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Hidroksiapatit tulang ikan patin.

3.5.2 Variabel Terikat

Kekerasan email gigi sulung

3.5.3 Variabel Terkendali

1. Jenis gigi: gigi insisivus sentral rahang bawah bebas karies dan tidak ada kelainan gigi
2. Lama perendaman sampel dalam saliva buatan pada kelompok A dan kelompok B selama 24 jam
3. Lokasi pengaplikasian sampel: bagian labial gigi sulung insisivus sentral rahang bawah

3.5.4 Variabel Tidak Terkendali

Variabel tidak terkendali dalam penelitian ini adalah waktu pencabutan gigi

3.8 Alat dan Bahan Penelitian

3.8.1 Alat Penelitian

1. Masker
2. *Handscoon*
3. Mikromotor
4. *Hand piece*
5. *Diamond disk*
6. Wadah untuk sampel
7. Kertas saring *whatman*
8. *Blender chopper*
9. Oven
10. Pengayak berukuran 200 *mesh*
11. *microbrush*
12. *furnace*
13. *Vickers Microhardness Tester*
14. Timbangan *digital*
15. pH meter
16. Tabung *erlenmeyer*
17. Gelas *beaker*

18. *X-Ray Diffraction (XRD)*

19. Mortal dan pastle

3.8.2 Bahan Penelitian

1. 28 buah gigi insisivus sentral rahang bawah

2. Akuades

3. Saliva buatan

4. Tulang ikan patin

5. HNO_3 (Asam Nitrat)

6. H_3PO_4 (Asam Fosfat)

7. NH_4OH (Amonium Hidroksida)

8. Na-CMC (*Natrium– Carboxymethyle Cellulose*)

9. Gliserin

10. Carbopol

11. Na-benzoat

12. Na-lauril sulfat

13. Menthol

3.9 Prosedur Penelitian

3.9.1 Pemilihan Subjek Penelitian

Gigi insisivus sentral rahang bawah dipilih sebanyak 28 buah dengan kriteria inklusi yang sudah ditentukan.

3.9.2 Persiapan Tulang Ikan

1. Ikan patin direbus dalam waktu 2 jam untuk menghilangkan daging ikan yang melekat pada tulang. Kemudian, tulang ikan patin dijemur selama 3 hari sampai tulangnya kering, untuk memastikan pembuangan air dan bagian organik dari proses perebusan.³⁴
2. Tulang ikan patin yang kering dihaluskan menggunakan *blender chopper*, kemudian disaring menggunakan pengayak ukuran 200 *mesh*.³⁴
3. Sampel dikalsinasi menggunakan *furnace* pada 900°C selama 2 jam.¹⁴ Proses kalsinasi dilakukan untuk menghilangkan komponen organik dan logam selain kalsium (Ca) dan mengubah kalsium karbonat (CaCO₃) menjadi kalsium oksida (CaO) yang akan digunakan sebagai prekursor Ca untuk menghasilkan bubuk hidroksiapatit.³⁴

3.9.3 Sintesis Hidroksiapatit

a. Persiapan Larutan Kalsium

Larutan kalsium nitrat (Ca(NO₃)₂) 10 M sebanyak 100 ml merupakan prekursor kalsium yang dibuat dengan cara.^{35,36}

1. Bubuk CaO dari hasil pembakaran tulang ikan patin ditimbang dengan timbangan digital sebanyak 50 gr sesuai dengan perhitungan stoikiometri.

2. Larutan asam nitrat (HNO_3) konsentrasi 68% dihitung dengan perhitungan stoikiometri yaitu diukur sebanyak 81 ml, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur.
3. Bubuk CaO sebanyak 50 gr yang berasal dari tulang ikan patin dicampurkan dengan HNO_3 68% sebanyak 81 ml dan ditambahkan air sebanyak 19 ml hingga volume total menjadi 100 ml, kemudian diaduk hingga homogen untuk menghasilkan larutan kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$).

b. Persiapan Larutan Asam Fosfat

Larutan asam fosfat (H_3PO_4) 1,8 M sebanyak 100 ml merupakan prekursor fosfat yang dibuat dengan cara :³⁵

1. Larutan asam fosfat (H_3PO_4) diukur sebanyak 12,61 ml dimasukkan ke dalam gelas ukur sesuai dengan perhitungan stoikometri.
2. Larutan asam fosfat (H_3PO_4) kemudian ditambahkan air sebanyak 87,39 ml hingga volume total menjadi 100 ml, larutan diaduk hingga homogen.

c. Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi

1. Larutan kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) yang telah terbentuk dicampurkan dengan larutan asam fosfat (H_3PO_4) di dalam tabung erlenmeyer kemudian dipanaskan pada suhu 40°C dengan kecepatan 300 rpm.^{37,38}
2. pH awal larutan diukur terlebih dahulu, setelah itu diatur pada pH 10 dengan menambahkan amonium hidroksida (NH_4OH).³⁷
3. Proses pematangan (proses *aging*) dilakukan selama 24 jam untuk menghasilkan endapan (presipitat).³⁸
4. Endapan kemudian disaring menggunakan kertas saring *whatman*.

5. Endapan yang telah disaring kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan produk samping yaitu amonium nitrat (NH_4NO_3).^{35,38}
6. Endapan yang telah disaring kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 2 jam.^{37,38}
7. Endapan yang telah kering dipanaskan dengan proses *sintering* dengan cara dimasukkan ke dalam *furnace* pada temperatur 900°C selama 2 jam.³⁴
8. Bubuk hidroksiapatit yang didapatkan kemudian diuji dengan XRD (*X-Ray Diffraction*). XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal dan ukuran kristal dari suatu bahan padat.^{34,35}

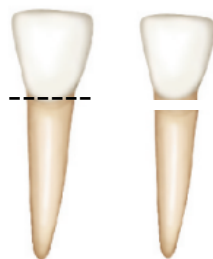
3.9.4 Persiapan Pasta Hidroksiapatit

1. Bubuk hidroksiapatit yang telah diuji menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) kemudian ditimbang sebanyak 15 gram.
2. Na-CMC (*Sodium– Carboxymethyle Cellulose*) sebagai bahan pengikat dalam pembuatan pasta hidroksiapatit, selanjutnya dibuat dengan konsentrasi 1% dengan cara mencampurkan bubuk Na-CMC sebanyak 0,5 gr dalam air panas sebanyak 10 ml, kemudian didiamkan sampai mengembang (kurang lebih 15 menit) dan diaduk hingga homogen.³⁹
3. Bubuk carbopol sebanyak 0,25 g, Na-benzoat sebanyak 0,05 g dan Na- lauril sulfat sebanyak 0,5 g dimasukkan ke lumpang lalu digerus menggunakan mortar dan pestle sampai halus, selanjutnya masukkan larutan gliserin sebanyak 9 ml kedalam lumpang tersebut lalu diaduk sampai homogen.¹¹

4. Selanjutnya campurkan larutan gliserin yang telah homogen kedalam Na-CMC yang telah dikembangkan kemudian ditambahkan bubuk hidroksiapatit secara perlahan ke dalam lumpang sambil diaduk hingga homogen.³⁹
5. Kemudian ditambahkan larutan menthol dengan konsentrasi 0,3% sebanyak 0,15 ml ke dalam pasta lalu diaduk hingga homogen, setelah itu pasta dimasukkan ke dalam wadah yang bersih dan kering.³⁹

3.9.5 Pemotongan Mahkota Gigi

Mahkota gigi dipotong untuk memisahkan dari akar gigi secara horizontal pada bagian *cemento enamel junction* (CEJ). Pemotongan akar gigi insisivus sentral dilakukan menggunakan *diamond disk* (Gambar 3).¹¹



Gambar 3. Pemotongan mahkota gigi.¹¹

3.9.6 Penanaman Mahkota Gigi

Wadah sampel dibuat dari resin akrilik. Resin akrilik diaduk lalu dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk segi empat dengan panjang sisi 2 cm. Sebelum resin mengeras, bagian lingual dari sampel ditekan ke dalam resin akrilik dan bagian labial menghadap permukaan atas, kemudian tunggu sampai resin akrilik mengeras.⁴⁰

3.9.7 Pengelompokan Subjek

Subjek penelitian dikelompokkan menjadi 2 kelompok. Kelompok A (15% pasta hidroksiapatit) dan kelompok B (kelompok kontrol), masing-masing kelompok 14 gigi sulung.

3.9.8 Pengukuran Kekerasan Awal Email Gigi Sulung

Kekerasan email gigi diuji menggunakan *Microvicker's Hardness Tester*. Cara penggunaan alat tersebut adalah meletakkan mahkota gigi sulung insisivus sentral yang sudah ditanam dari bahan resin akrilik pada meja alat dengan permukaan email bagian labial menghadap ke atas. Sampel akan diuji minimal 2 titik pada permukaan email bagian labial, lalu sampel diatur sehingga tepat berada di bawah *diamond* penetrator yang akan mengindentasi permukaan email selama 15 detik kemudian nilai kekerasan akan muncul pada alat.³¹

3.9.9 Perlakuan Sampel

1. Kelompok A (15% pasta hidroksiapatit)

Pasta hidroksiapatit yang telah didapat, selanjutnya dioleskan ke permukaan labial gigi menggunakan *microbrush* lalu didiamkan selama 5 menit, kemudian sampel direndam pada saliva buatan sebanyak 100 ml dalam wadah sampel dengan suhu ruangan 37°C. Penggantian saliva buatan pada tahap ini dilakukan setiap hari selama 7 hari.¹¹

2. Kelompok B (Kelompok kontrol)

Kelompok B hanya direndam pada saliva buatan sebanyak 100 ml selama 24 jam dalam wadah sampel dengan suhu ruangan 37°C. Penggantian saliva buatan pada tahap ini dilakukan setiap hari selama 7 hari.¹¹

Kekerasan email setelah pemberian bahan remineralisasi selama 7 hari diukur kembali menggunakan *Microvicker's Hardness Tester*.

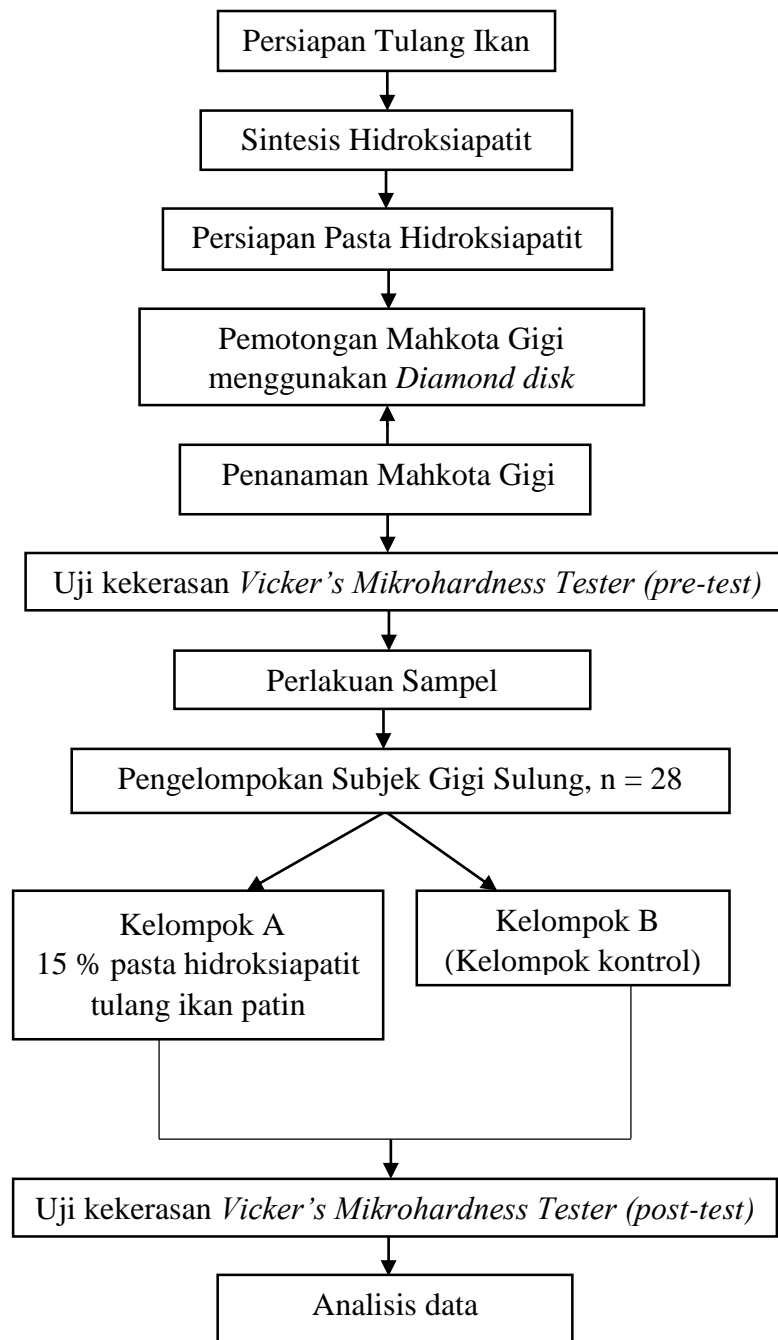
3.10 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data numerik (nilai kekerasan email). Data tersebut dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk* ($p > 0,05$) dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene* ($p > 0,05$).⁴¹

Jika data dikategorikan normal, maka analisis data yang digunakan adalah uji *Independen t-test* dan *Paired t-test*. *Independen t-test* dilakukan untuk mengetahui signifikan perubahan nilai kekerasan email pada kelompok yang telah diaplikasikan bahan remineralisasi dan kelompok kontrol. *Paired t-test* dilakukan untuk mengetahui perbandingan perubahan pada kekerasan email di dalam kelompok sebelum dan sesudah diaplikasikan bahan remineralisasi dan kelompok kontrol.⁴¹

Jika data dikategorikan tidak normal, maka analisis data yang digunakan adalah uji *Mann Whitney* dan uji *Wilcoxon*. Uji *Mann Whitney* dilakukan untuk mengetahui signifikan perbedaan nilai kekerasan email pada kelompok yang diaplikasikan bahan remineralisasi dan kelompok kontrol. Uji *Wilcoxon* dilakukan untuk mengetahui perbandingan perubahan pada kekerasan email di dalam kelompok sebelum dan sesudah diaplikasikan bahan remineralisasi dan kelompok kontrol.⁴¹

3.11 Alur Penelitian



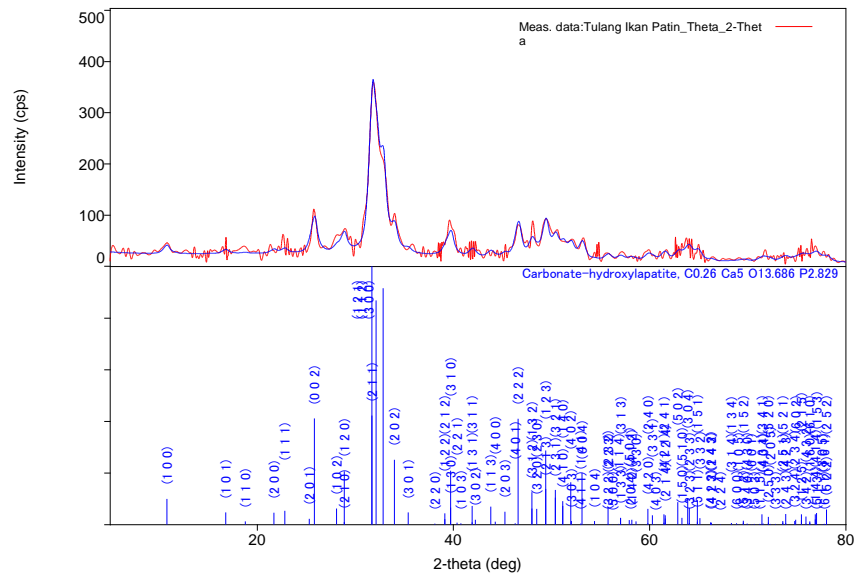
BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian eksperimental untuk mengetahui pengaruh hidroksiapatit tulang ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap kekerasan email gigi sulung, yang telah dilaksanakan pada tanggal 7 September-17 November 2021. Sintesis hidroksiapatit ini menggunakan metode presipitasi dengan bahan alami yaitu tulang ikan patin. Tulang ikan patin yang telah dihaluskan dikalsinasi menggunakan *furnace* dengan suhu 900°C yang bertujuan untuk melepaskan komponen organik yang terkandung dalam sampel.

Karakterisasi dengan *X-ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk memastikan bahwa pada hasil yang diperoleh dari proses kalsinasi ini terdapat hidroksiapatit. Hasil XRD menunjukkan puncak-puncak tertinggi pada difraktogram dengan sudut (2θ) 28,98, 31,78 dan 32,16 untuk hidroksiapatit (Gambar 4). Data hasil uji kekerasan email gigi sulung sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok perlakuan pasta hidroksiapatit dan kelompok kontrol dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4. Difraktogram hasil uji XRD pada temperatur kalsinasi 900°C.

Proses selanjutnya kekerasan email gigi sulung sebelum dan sesudah aplikasi pasta hidroksiapatit pada kelompok A dan kelompok B (kontrol) diukur menggunakan alat *Microvickers Hardness Tester*. Data hasil pengukuran tersebut didapatkan dalam satuan *Vicker's Hardness Number* (VHN) yang selanjutnya diolah menggunakan uji data *Paired t-test* dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan rerata nilai kekerasan email gigi sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok pasta hidroksiapatit (A) dan kelompok kontrol (B).

	N	Skor uji kekerasan email gigi \pm SD		Selisih \pm SD	Nilai <i>p</i>
		Sebelum	Sesudah		
Kelompok A	14	234,4 \pm 46,1	306,2 \pm 31,3	71,8 \pm 26,6	0,00*
Kelompok B	14	268 \pm 44,3	232,9 \pm 46,4	-35,1 \pm 18,4	0,00*

*) Perbedaan bermakna ($p < 0,05$)

Rerata hasil uji kekerasan email gigi sulung pada kelompok diberi pasta hidksiapatit (A) sebelum perlakuan adalah 234,4 VHN dan 306,2 VHN setelah perlakuan. Rerata hasil uji kekerasan email gigi sulung pada kelompok kontrol (B) sebelum perlakuan adalah 268 VHN dan 232,9 VHN setelah perlakuan. Hal ini dapat menunjukkan bahwa terdapat peningkatan skor kekerasan email gigi sulung setelah perlakuan pada kelompok pasta hidksiapatit, sedangkan pada kelompok yang direndam saliva buatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan skor kekerasan email gigi sulung.

Data kemudian dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk*, didapatkan data terdistribusi normal ($p > 0,05$), dilakukan uji *Levene* untuk mengetahui varian data dan didapatkan data terdistribusi homogen ($p > 0,05$). Analisis data kemudian dilanjutkan dengan uji *paired t-test* untuk membandingkan rata-rata nilai kekerasan email gigi sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kedua kelompok.

Hasil uji *paired t-test* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai kekerasan email gigi sulung pada seluruh kelompok. Nilai kekerasan email gigi sulung pada kelompok A yang diaplikasikan pasta hidksiapatit mengalami peningkatan secara signifikan ($p < 0,05$) sedangkan, pada kelompok B yang direndam saliva buatan terjadi penurunan nilai kekerasan email gigi sulung secara signifikan ($p < 0,05$).

Data yang diolah selanjutnya yaitu perubahan nilai kekerasan email gigi menggunakan uji data *independent t-test*. Tujuan dari uji data *independent t-test* adalah untuk mengetahui signifikansi perbedaan perubahan nilai kekerasan email gigi setelah perlakuan pada kelompok A dan B yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 2. Hasil uji data *independent t-test* pada kelompok A dan kelompok B.

	Rata-rata perbedaan \pm SD	Nilai p
Antar kelompok	73,364 \pm 14,979	0,00*

*) Perbedaan bermakna ($p < 0,05$)

Diketahui bahwa perbedaan peningkatan kekerasan email gigi setelah diaplikasikan pasta hidroksiapatit antara kelompok A dibanding B bernilai positif. Hal tersebut diartikan bahwa peningkatan kekerasan email gigi pada kelompok A lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok B. Perbedaan kekerasan email gigi pada kelompok A dibanding B yaitu sebesar 73,364 \pm 14,979 VHN dengan nilai $p < 0,05$ yang berarti perbedaan tersebut bermakna.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini, hidroksiapatit disintesis dari tulang ikan patin dengan metode pengendapan (presipitasi), untuk mengetahui komposisi senyawa yang terkandung dalam bubuk hidroksiapatit dilakukan analisis XRD.⁴² Analisis XRD dilakukan dengan membandingkan puncak yang terbentuk pada difraktogram hidroksiapatit. Hasil dari sintesis hidroksiapatit menggunakan XRD menunjukkan bahwa puncak-puncak sudut difraktogram pada penelitian ini yaitu 28.98, 31.78, 32.16, sementara berdasarkan data standar JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*) No. 09-432 puncak untuk hidroksiapatit adalah 31.77, 32.19 dan 32.90. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai yang mendekati standar JCPDS sehingga dapat disimpulkan bahwa bubuk tersebut adalah hidroksiapatit.⁴³

Hidroksiapatit dapat diperoleh dari bahan sintetis atau alami seperti tulang ikan, bintang laut, cangkang telur dan cangkang kerang.⁴⁴ Hidroksiapatit dapat

dibuat dengan beberapa metode dalam pembuatan kristal hidroksiapatit yaitu, metode presipitasi, metode sol-gel, dan metode hidrothermal. Sintesis hidroksiapatit pada penelitian ini menggunakan metode presipitasi. Metode presipitasi adalah metode kimia basah menggunakan reaksi cairan, prosedur ini umumnya digunakan karena sederhana dan menghasilkan serbuk kristal hidroksiapatit yang baik.⁴⁵ Sintesis hidroksiapatit tulang ikan patin penelitian ini dilakukan dengan proses pemanasan (kalsinasi) dengan suhu 900°C. Berdasarkan penelitian Supangat dkk. proses kalsinasi dengan suhu 900°C bertujuan untuk menghilangkan kandungan air, senyawa organik, dan menguraikan CaCO₃ menjadi CaO yang akan digunakan sebagai prekursor Ca untuk menghasilkan hidroksiapatit.⁴⁶

Hasil uji *paired t-test* (Tabel 3) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekerasan email yang signifikan pada gigi sulung setelah diaplikasikan pasta hidroksiapatit. Hal ini sesuai dengan penelitian Devitasari dkk. bahwa kelompok yang diberi 15% pasta hidroksiapatit dari tulang ikan nila mengalami peningkatan yang signifikan dikarenakan konsentrasi kalsium dan fosfat yang tinggi, sehingga disimpulkan bahwa aplikasi pasta hidroksiapatit dari tulang ikan nila dapat meningkatkan kekerasan email gigi dalam proses remineralisasi.¹¹

Berdasarkan uji *independent t-test* diketahui bahwa pada kelompok perlakuan yang diberi pasta hidroksiapatit menghasilkan kekerasan email gigi sulung yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Aplikasi pasta hidroksiapatit yang mengandung ion fosfat dan kalsium dapat menyebabkan terjadinya remineralisasi. Proses terjadinya remineralisasi email gigi

dikarenakan adanya ion kalsium dan fosfat yang berdifusi dari pemberian pasta hidroksiapatit ke dalam mikroporositas email, sehingga terjadinya peningkatan kekerasan pada email gigi.⁴⁷ Hidroksiapatit dapat membantu penyerapan ion kalsium dan fosfat di dalam saliva juga bertindak sebagai *reservoir* yang dapat meningkatkan kekerasan email gigi.⁴⁸

Kekerasan email gigi sulung yang hanya direndam dalam saliva buatan mengalami penurunan. Nilai pH saliva buatan yang digunakan pada penelitian ini adalah 6,5. Penelitian Kurihara dkk. menjelaskan bahwa kandungan mineral pada saliva buatan akan tersaturasi dalam pH 6-6,5, sehingga tidak ada perpindahan mineral ke email gigi yang kemungkinan sebagai penyebab hasil nilai kekerasan email gigi kelompok kontrol pada penelitian ini tidak mengalami kenaikan. Saliva buatan pada penelitian ini memiliki komposisi yang dominan yaitu aquades.⁴⁹ Menurut penelitian Secilmis dkk. menyatakan bahwa perendaman gigi dalam aquades dapat menurunkan kadar ion Ca^{2+} .⁵⁰ Penurunan kadar ion Ca^{2+} yang merupakan salah satu penyusun hidroksiapatit dapat menurunkan kekerasan email gigi, hal tersebut yang kemungkinan menyebabkan penurunan kekerasan email gigi pada kelompok kontrol.⁵¹

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa aplikasi pasta hidroksiapatit dari tulang ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dapat meningkatkan kekerasan email gigi sulung, sedangkan kelompok yang hanya direndam saliva buatan tidak mengalami peningkatan kekerasan email gigi sulung.

5.2 Saran

Dibutuhkan penelitian lebih lanjut sebelum dapat digunakan secara klinis sebagai bahan alternatif perawata untuk meningkatkan kekerasan email gigi sulung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Noviasari AN, Christiono S, Hadianto E. Perbedaan kekerasan permukaan enamel gigi desidui terhadap pola konsumsi ikan laut studi pada anak usia 5 – 7 tahun di Desa Teluk Awur dan Desa Jlegong Kabupaten Jepara. *odonto Dent J*. 2018;(1):76–9.
2. Suarniti L. Pencabutan Dini Gigi Sulung Akibat Caries Gigi Dapat Menyebabkan Gigi Crowding. *J Kesehat Gigi*. 2014;2(2):233–8.
3. Riskesdas K. Hasil Utama Riset Kesehata Dasar (RISKESDAS). *J Phys A Math Theor*. 2018;(8):146.
4. Mathur VP, Dhillon JK. Dental Caries: A Disease Which Needs Attention. *Indian J Pediatr*. 2018;85(3):202–6.
5. Saragih DA, Herda E, Triaminingsih S. The influence of topical application of grapeseed extract gel on enamel surface hardness after demineralization. *J Phys Conf Ser*. 2017;884(1):1–6.
6. Indrani DJ. Hardness of Demineralized Enamel with the Application of Toothpaste Containing Green Tea Extract. *Makara J Heal Res*. 2015;19(1):39–42.
7. Akpana E, Daudaa M, Kuburia LS, Obada D. A facile synthesis method and fracture toughness evaluation of catfish bones-derived hydroxyapatite. *MRS Adv*. 2020;(26):57–66.
8. Sharma A, Rao A, Shenoy R, Suprabha BS. Comparative evaluation of nano-hydroxyapatite and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on the remineralization potential of early enamel lesions: An in vitro study. *J Orofac Sci*. 2017;(1):28–33.
9. Bin MI, Dara A, Sontang M, Zuha R, Nina A. Fish bone waste utilization program for hydroxyapatite product : a case study of knowledge transfer from a University to Coastal Communities. *J Environ Res Dev*. 2013;(3):1274–81.
10. Lekahena V, Nur Faridah D, Syarief R, Peranginangin R. Karakterisasi fisikokimia nanokalsium hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan basa dan asam. *J Teknol dan Ind Pangan*. 2014;(1):57–64.
11. Prihartini Devitasari S, Hudiyati M, Anastasia D. Effect of hydroxyapatite from waste of tilapia bone (*oreochromis niloticus*) on the surface hardness of enamel. *J Phys Conf Ser*. 2019;(1):1–7.
12. Andriani T. Pelatihan pengolahan ikan patin menjadi makanan variatif dan produktif di Desa Sawah Kecamatan Kampar Utara Kabupaten Kampar. *Menara Riau*. 2014;(1):72–87.
13. Nam PV, Hoa N Van, Trung TS. Properties of hydroxyapatites prepared from different fish bones: A comparative study. 2019;(16):1–7.
14. Shahmoradi M, Bertassoni L, Elfallah HM, Swain M. Fundamental structure and properties of enamel, dentin and cementum. 2014;511–47 p.
15. Galo R, Contente M, Galafassi D, Borsatto M. Hardness and modulus of elasticity of primary and permanent teeth after wear against different dental materials. *Eur J Dent*. 2015;(4):587–93.

16. Sakai SHJ. Determination of fracture toughness of human permanent and primary enamel using an indentation microfracture method. 2012;2047–54.
17. Fauziah E, Suwelo I, Soenawan H. Kandungan unsur fluorida pada email gigi tetap muda yang di tumpat semen ionomer kaca dan kompommer. *J Dent Indones*. 2008;15(3):205–11.
18. Sabel N. Enamel of Primary Teeth - morphological and chemical aspects Sahlgrenska Academy at University of Gothenburg. 2016. 1–5 p.
19. Arola D, Gao S, Zhang H, Masri R. The tooth: its structure and properties. *Dent Clin North Am*. 2017;61(4):651–68.
20. Berkovitz B, Moxham B, Lindern R, Sloan A. Enamel: stucture, composition adn development. 2011;142 p.
21. Arthur R. Hand M. Fundamentals of oral histology and physiology. *Fundamentals of oral histology and physiology*. 2015. 63–80 p.
22. Nisha G AG. Textbook of operative dentistry. 2015. 1-8 p.
23. Neel E, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young A. Demineralization–remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*. 2016;11:4743–63.
24. Heyman HO, Swift EJ RA. Dental caries; etiologi and clinical characteristics. *Sturdevant’s art and science of operative dentistry - South Asian Edition*. 2014;42-5p.
25. Li X, Wang J, Joiner A, Chang J. The remineralisation of enamel: A review of the literature. *J Dent*. 2014;42:12–20.
26. Shekhar L. Pandharipande S. Review on Synthesis of Hydroxyapatite and its Bio-composites. *Int J Sci Eng Technol*. 2016;05(17):410–6.
27. Boutinguiza M, Pou J, Comesaña R, Lusquiños F, De Carlos A, León B. Biological hydroxyapatite obtained from fish bones. *Materials Science and Engineering C*. Elsevier B.V. 2012. 478–86 p.
28. Hariani PL, Said M, Salni. Effect of sintering on the mechanical properties of hydroxyapatite from fish bone (*Pangasius hypophthalmus*). *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2019;509(1).
29. Mozartha M. Hidroksiapatit dan aplikasinya di bidang kedokteran gigi. *J Vis Lang Comput*. 2015;11(3):287–301.
30. Ade Suhara. Teknik budidaya pembesaran dan pemilihan bibit ikan patin (studi kasus di lahan luas Desa Mekar Mulya, Kec. Teluk Jambe Barat, Kab. Karawang). *J Buana Pengabd*. 2019;1(2):1–8.
31. Kumayasari MF, Sultoni AI. Studi uji kekerasan rockwell superficial vs micro vickers. *J Teknol Proses dan Inov Ind*. 2017;2(2).
32. Ratminingsih NM. Penelitian Eksperimental dalam pembelajaran bahasa kedua. *Prasi*. 2010;6(11):31–40.
33. M. Sopiudin Dahlan. Besar sample dan cara pengambilan sampel dalam penelitian kedokteran dan kesehatan edisi 4 seri evidence based medicine 2. *Epidemiologi Indonesia*. 2016.
34. Mustafa N, Ibrahim MHI, Asmawi R, Amin AM. Hydroxyapatite extracted from waste fish bones and scales via calcination method. *Appl Mech Mater*. 2015:287–90.
35. Wardani Sri Novika , Fadli Ahmad I. Sintesis hidroksiapatit dari cangkang

- telur dengan metode presipitasi. JOM FTEKNIK J. 2013;1(2):1–6.
36. Setyawati A SF. Pengaruh pasta cangkang telur ayam negeri terhadap email gigi. J Kedokt Gigi. 2019;13(2):24–30.
 37. Saputra F, Fadli A, Amri A. Kinetika reaksi pada sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi. Jom FTEKNIK. 2016;3(1):1–6.
 38. Andika R , Fadli A IH. Pengaruh waktu ageing dan kecepatan pengadukan pada sintesis hidroksiapatit dari cangkang telur dengan metode presipitasi. 2015;2(1):1–8.
 39. Sidoretno WM, Nasution AY. Analisis fisikokimia pasta gigi yang mengandung kalsium berasal dari tulang ikan patin (*Pangasius Hypophthalmus*). J Farm Higea. 2020;12(2):147–52.
 40. Grando M, Pacheco L, Botega Dm, Hirakata L, Hilgert J. Artificial teeth: evaluation of wear resistance, microhardness and composition. RGO - Rev Gaúcha Odontol. 2015;63(3):263–70.
 41. Najma. Statistik kesehatan aplikasi stata & SPSS. Salemba Medika. 2017. 184–7 p.
 42. Purwasasmita BS, Gultom RS. Sintesis dan karakterisasi serbuk hidroksiapatit skala sub-mikron menggunakan metode presipitasi. J Bionatura. 2008;10(2):155–67.
 43. Venkatesan J, Kim SK. Effect of temperature on isolation and characterization of hydroxyapatite from tuna (*thunnus obesus*) bone. Materials (Basel). 2010;3(10):4761–72.
 44. Kattimani V, Chakravarthi P, Kanumuru N, Subbarao V, Sidharthan A, Kumar T. Eggshell derived hydroxyapatite as bone graft substitute in the healing of maxillary cystic bone defects: a preliminary report. J Int oral Heal JIOH. 2014;6(3):15–9.
 45. Anitha P. Comprehensive review of preparation methodologies of nano hydroxyapatite. J Environ Nanotechnol. 2014;3(1):101–21.
 46. Supangat D, Cahyaningrum S. Synthesis and characterization of hydroxyapatite of crabs shell (*Scylla serrata*) by wet application method. Unesa j Chem. 2017;6(3):143–9.
 47. Widyaningtyas V, Rahayu YC, Barid I. Analisis peningkatan remineralisasi enamel gigi setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) menggunakan scanning electron microscope (SEM). Artik Ilm Has Penelit Mhs 2014. 2014;2(2):258–62.
 48. Bajaj M, Poornima P, Praveen S, Nagaveni NB, Roopa KB, Neena IE. Comparison of cpp-acp, tri-calcium phosphate and hydroxyapatite on remineralization of artificial caries like lesions on primary enamel -an in vitro study. J Clin Pediatr Dent. 2016;40(5):404–9.
 49. Kurihara H, Kataumi T, Tanase K, Eda K. Mineral transfer between enamel and artificial saliva. Dent Oral Craniofacial Res. 2017;3(3):1–4.
 50. Secilmis A, Dilber E, Ozturk N, Yilmaz FG. The effect of storage solutions on mineral content of enamel. 2013;4(4): 439-45
 51. Shetty S, Hegde M, Kumari S. T. Effect of ph and time on calcium release from sound enamel: an atomic spectrometric analysis. Int Res J Pharm. 2013;4(6):240–2.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Kekerasan Email Gigi Sulung

Keterangan dari Laboraturium UGM: NPSO (Sebelum diberi perlakuan pasta hidroksiapatit)



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
Jl. Kaliurang Km. 4 Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548348, 546868
Wa. 082328276111 Email. lppt_info@mail.ugm.ac.id Website. https://lppt.ugm.ac.id



LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
K-124-DN
LABORATORIUM PENGGALAN
LP-1982-IGM
RDP/7.8.1/LPPT
Rev. 0
Halaman 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453a.01/XI/UN1/LPPT/2021
No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi , Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

1. Gigi Insisiv NPSO (1)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	170,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

2. Gigi Insisiv NPSO (2)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	218,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

3. Gigi Insisiv NPSO (3)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	206,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

4. Gigi Insisiv NPSO (4)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	330,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

5. Gigi Insisiv NPSO (5)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	308	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

6. Gigi Insisiv NPSO (6)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	278,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

7. Gigi Insisiv NPSO (7)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	243,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,



Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian :

- LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
- LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang didenda oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
- Tidak diperkenankan mengundurkan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM.



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453a.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

8. Gigi Insisiv NPSO (8)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	234,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

9. Gigi Insisiv NPSO (9)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	216,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

10. Gigi Insisiv NPSO (10)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	208,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

11. Gigi Insisiv NPSO (11)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	165,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

12. Gigi Insisiv NPSO (12)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	236,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

13. Gigi Insisiv NPSO (13)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	224,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

14. Gigi Insisiv NPSO (14)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	240,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,



Dr. med. vet. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP. 198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian:

- LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
- LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
- Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM

Keterangan dari Laboratorium UGM: SO (Sesudah diberi perlakuan pasta hidroksiapatit)



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
Jl. Kaliurang Km. 4 Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548348, 546868
Wa. 082328276111 Email. lppt_info@mail.ugm.ac.id Website. https://lppt.ugm.ac.id



Laboratorium Kalkulasi
LK-1001-02N
Laboratorium Penguji
LP-1002-02N

RDP/7.8.1/LPPT
Rev. 0
Halaman 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453b.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

1. Gigi Insisiv SO (1)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	268	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

2. Gigi Insisiv SO (2)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	253,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

3. Gigi Insisiv SO (3)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	305,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

4. Gigi Insisiv SO (4)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	356	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

5. Gigi Insisiv SO (5)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	346,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

6. Gigi Insisiv SO (6)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	343	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

7. Gigi Insisiv SO (7)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	318,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,

Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian :

- LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
- LHU ini dibuat secara-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
- Tidak diperkenankan mengardakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453b.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

8. Gigi Insisiv SO (8)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	295,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

9. Gigi Insisiv SO (9)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	281,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

10. Gigi Insisiv SO (10)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	303,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

11. Gigi Insisiv SO (11)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	272	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

12. Gigi Insisiv SO (12)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	292	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

13. Gigi Insisiv SO (13)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	320,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

14. Gigi Insisiv SO (14)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	332	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,

Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian :

1. LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
4. Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM

Keterangan dari Laboraturium UGM: NPSR (Sebelum diberi perlakuan saliva buatan)



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
Jl. Kalurung Km. 4 Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548348, 548868
Wa. 082328276111 Email. lppt_info@mail.ugm.ac.id Website. https://lppt.ugm.ac.id



Laboratorium Kefarmasi
UK-124-006
Laboratorium Penguji
SP-1902-006
RDP/7.8.1/LPPT
Rev. 0
Halaman 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453a.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari

Tanggal Penerimaan : 15 November 2021

Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya

Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

1. Gigi Insisiv NPSR (1)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	303	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

2. Gigi Insisiv NPSR (2)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	257,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

3. Gigi Insisiv NPSR (3)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	231,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

4. Gigi Insisiv NPSR (4)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	235,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

5. Gigi Insisiv NPSR (5)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	245,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

6. Gigi Insisiv NPSR (6)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	329	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

7. Gigi Insisiv NPSR (7)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	273,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,



Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian:

- LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
- LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
- Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453c.01/XI/UN1/LPPT/2021
No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

8. Gigi Insisiv NPSR (8)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	237,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

9. Gigi Insisiv NPSR (9)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	187,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

10. Gigi Insisiv NPSR (10)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	340,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

11. Gigi Insisiv NPSR (11)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	286	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

12. Gigi Insisiv NPSR (12)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	278,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

13. Gigi Insisiv NPSR (13)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	321,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

14. Gigi Insisiv NPSR (14)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	226,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,

Dr. med. vet. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian :

1. LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
4. Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM

Keterangan dari Laboratorium UGM: SR (Sesudah diberi perlakuan saliva buatan)



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU
Jl. Kaliurang Km. 4 Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548348, 546868
Wa. 082328276111 Email. lppt_info@mail.ugm.ac.id Website. <https://lppt.ugm.ac.id>



Laboratorium Kultural
LK-324-026
Laboratorium Pengujian
LP-1502-026

RDP/7.8.1/LPPT
Rev. 0
Halaman 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453c.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari Tanggal Penerimaan : 15 November 2021
Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

1. Gigi Insisiv SR (1)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	243,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

2. Gigi Insisiv SR (2)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	216,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

3. Gigi Insisiv SR (3)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	206,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

4. Gigi Insisiv SR (4)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	224,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

5. Gigi Insisiv SR (5)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	208,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

6. Gigi Insisiv SR (6)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	278,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

7. Gigi Insisiv SR (7)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	236,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,



Dr. med. vet. drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian:

- LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
- LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang dialami oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
- Tidak diperkenankan menggunakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 01453c.01/XI/UN1/LPPT/2021

No. Pengujian : 21110101453

Informasi Customer

Nama : Ayu Rahma Sari

Tanggal Penerimaan : 15 November 2021

Alamat : Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya

Tanggal Pengujian : 17 November 2021

Hasil Pengujian

8. Gigi Insisiv SR (8)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	212,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

9. Gigi Insisiv SR (9)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	165,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

10. Gigi Insisiv SR (10)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	330,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

11. Gigi Insisiv SR (11)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	218,7	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

12. Gigi Insisiv SR (12)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	240,3	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

13. Gigi Insisiv SR (13)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	308	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

14. Gigi Insisiv SR (14)

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Kekerasan Mikro	170,5	HV	IKU/7.2/KG-MH-01-Micro Hardness

Kabidyan Litbang,

Dr.med.vet.drh. Hevi Wihadmadyatami, M.Sc.
NIP.198503092010122006

Yogyakarta, 23 November 2021
Manajer Teknik,

drg. Heni Susilowati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197104211998032002

Perhatian :

1. LHU ini berlaku hanya pada sampel yang diujikan.
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini.
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan terhadap atau penggunaan laporan ini.
4. Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM

Lampiran 2. Hasil Uji Statistik

Uji Normalitas

Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Pasta hidroksiapatit sebelum	,206	14	,109	,935	14	,357
Pasta Hidroksiapatit Sesudah	,093	14	,200 [*]	,973	14	,914
Saliva Buatan Sebelum	,124	14	,200 [*]	,965	14	,804
Saliva Buatan Sesudah	,194	14	,161	,926	14	,271

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,470	3	52	,705

Uji Paired t-test Kelompok A (Pasta Hidroksiapatit)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Sesudah diberi pasta hidroksiapatit - Sebelum diberi pasta hidroksiapatit	71,80714	26,64402	7,12091	56,42334	87,19094	10,084	13	,000

Uji Paired t-test Kelompok B (Saliva Buatan)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Sesudah direndam saliva buatan - Sebelum direndam saliva buatan	-35,11429	18,47622	4,93798	-45,78214	-24,44644	-7,111	13	,000







Uji Independen t-test









Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Selisih_Nilai_Kekerasan _Email_Gigi_Sulung	,909	,349	4,897	26	,000	73,36429	14,97999	42,57247	104,15610
Equal variances not assumed			4,897	22,806	,000	73,36429	14,97999	42,36125	104,36732


Lampiran 3. Foto Penelitian

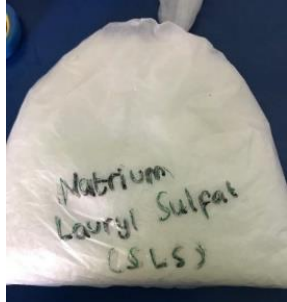


1. Alat

Masker dan Handsoon 	Wadah sampel 	<i>Microvickers Hardness Tester</i> 
Gelas beaker 	Kertas saring <i>whatmen</i> 	pH meter 

<p>Mikromotor</p> 	<p>Blender chopper</p> 	<p>microbrush</p> 
<p>Handpiece</p> 	<p>Oven</p> 	<p>furnace</p> 
<p>Diamond disk</p> 	<p>Pengayak ukuran 200 mesh</p> 	<p>Timbangan digital</p> 
<p>Tabung erlemeyer</p> 	<p>Mortal dan Pastle</p> 	

2. Bahan

<p>Gigi Sulung</p> 	<p>Akuades</p> 	<p>Saliva buatan</p> 
<p>Tulang ikan patin</p> 	<p>Na-CMC</p> 	<p>Menthol</p> 
<p>Gliserin</p> 	<p>Na-Benzoat</p> 	<p>Carbopol</p> 

Natrium lauril sulfat	Resin dan liquid	Gipsum
		

Lampiran 4. Prosedur Penelitian

- Pembuatan bubuk tulang ikan patin



Gambar 1. Pembuatan bubuk tulang ikan patin: (a). Perebusan tulang ikan patin, (b). Pembersihan tulang ikan patin, (c). Tulang ikan patin yang sudah dikeringkan, (d). Penghalusan tulang ikan patin menggunakan *blender chopper*, (e). Pengayakan bubuk tulang ikan patin, (f). Sampel dikalsinasi menggunakan *furnace*.

- **Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi**



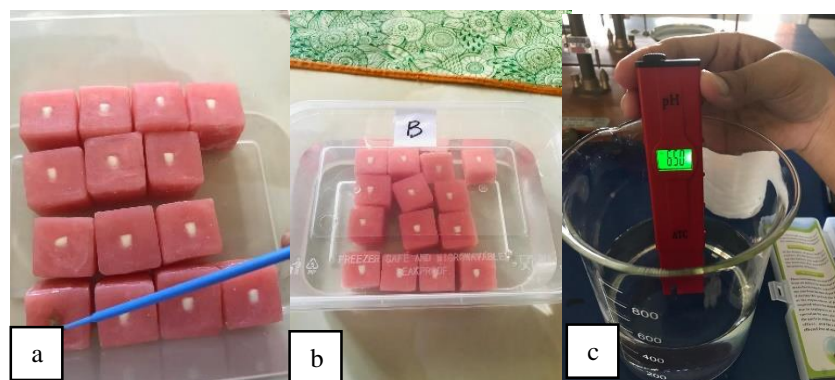
Gambar 2. Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi: (a). Bubuk CaO yang telah dikalsinasi menggunakan *furnace*, (b). Pencampuran bubuk Ca dengan larutan kalsium dan fosfat, (c). Pengaturan ph menjadi 10 dengan menambahkan NH_4OH , (d). Penyaringan Presipitat, (e). Pengeringan presipitat di oven pada suhu 110°C , (f) Presipitat kering di *furnace* pada suhu 900°C , (g). Hasil kalsinasi pada suhu 900°C .

- **Pembuatan Pasta Hidroksiapatit**




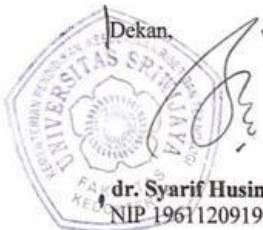
Gambar 3. Pembuatan pasta hidroksiapatit (a). Bubuk hidroksiapatit ditimbang, (b). Na-CMC yang sudah diberi air panas, (c). Na-CMC yang telah dikembangkan selama 15 menit, (d). Bubuk carbopol, Na-benzoat dan Na-lauril sulfat dimasukkan ke mortar dan pestle lalu digerus sampai halus dan masukkan larutan gliserin lalu diaduk hingga homogen, (e). campurkan larutan gliserin kedalam Na-CMC yang telah dikembangkan kemudian ditambahkan bubuk hidroksiapatit, (f). ditambahkan larutan menthol kedalam pasta kemudian aduk sampai homogen.

- **Perlakuan Sampel**



Gambar 4. Perlakuan sampel. (a) pengolesan pasta hidroksiapatit pada email gigi, (b) gigi sulung hanya direndam pada saliva buatan, (c) pengukuran pH saliva buatan 6,5.

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian Kimia

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS KEDOKTERAN Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662 Zona F, Telepon (0711) 580227/ Jl. Dr. Mohd. Ali Komp. RSMH Palembang 30126 Telepon/Faximile (0711) 373438 Lamar: www.fk.unsri.ac.id
Nomor : 1473/UN9.FK/TU.SB5/2021	Palembang, 6 September 2021
Hal : Izin Penelitian	
<p>Yth. Kepala Laboratorium MIPA Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya di tempat</p>	
<p>Dengan hormat, bersama surat ini kami mohon bantuan Saudara untuk dapat memberikan izin kepada mahasiswa berikut :</p>	
Nama	: Ayu Rahma Sari
NIM	: 04031181722006
Program Studi	: Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
Judul Skripsi	: Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (<i>Pangasius Hypophthalmus</i>) terhadap kekerasan Email Gigi Sulung
<p>untuk melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi.</p>	
<p>Mengingat kondisi sekarang masih dalam pandemi Covid-19, diharapkan proses pengambilan data tetap melaksanakan protokol kesehatan.</p>	
<p>Atas perhatian dan kerjasama Saudara, disampaikan ucapan terima kasih.</p>	
	 Dekan, dr. Syarif Husin, MS NIP. 196112091992031003
<p>Tembusan :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Para Wakil Dekan Fakultas Kedokteran2. Kabag Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran3. Yang bersangkutan (sdr. Ayu Rahma Sari). Universitas Sriwijaya	
<small>D:\WILLY\IZIN PENELITIAN\Izin Penelitian Gigi Mulut.docx</small>	

Lampiran 6. Surat Izin Penelitian Farmasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Zona F, Telepon (0711) 580227/ Jl. Dr. Mohd. Ali Komp. RSMH Palembang 30126
Telepon/Facimile (0711) 373438 Laman: www.fk.unsri.ac.id

Nomor : 1474/UN9.FK/TU.SB5/2021

Palembang, 6 September 2021

Hal : Izin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium MIPA
Jurusan Farmasi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
di tempat


Dengan hormat, bersama surat ini kami mohon bantuan Saudara untuk dapat memberikan izin kepada mahasiswa berikut :

Nama : Ayu Rahma Sari
NIM : 04031181722006
Program Studi : Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
Judul Skripsi : Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (*Pangasius Hypophthalmus*) terhadap kekerasan Email Gigi Sulung

untuk melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi.

Mengingat kondisi sekarang masih dalam pandemi Covid-19, diharapkan proses pengambilan data tetap melaksanakan protokol kesehatan.


Atas perhatian dan kerjasama Saudara, disampaikan ucapan terima kasih.

Dekan,

dr. Syarif Husin, MS,
NIP 196112091992031003

Tembusan :

1. Para Wakil Dekan Fakultas Kedokteran
 2. Kabag Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran
 3. Yang bersangkutan (sdr. Ayu Rahma Sari).
- Universitas Sriwijaya

Lampiran 7. Surat Izin Penelitian UGM

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS KEDOKTERAN
Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32, Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Zona F, Telepon (0711) 580227/Jl. Dr. Mohd. Ali Komp. RSMH Palembang 30126
Telepon/Faximile (0711) 373438 Laman: www.fk.unsri.ac.id

Nomor : 2122/UN9.FK/TU.SB5/2021
Perihal : Izin Penelitian

10 November 2021

✓ Yth. Ketua Laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Gadjah Mada
di
tempat


Dengan hormat, bersama ini kami mohon bantuan Bapak untuk dapat memberkan izin kepada mahasiswa berikut:

Nama : Ayu Rahma Sari
NIM : 04031181722006
Program Studi : Kedokteran Gigi
Judul Skripsi : Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Terhadap Kekerasan Email Gigi Sulung.

untuk melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian tugas akhir/skripsi.

Mengingat masih kondisi pandemi Covid-19, diharapkan kiranya proses pengambilan data penelitian tetap melaksanakan protokol kesehatan.

Atas perhatian dan kerjasamanya, disampaikan ucapan terima kasih.


Dekan,
Syarif Husin,
NIP 196112091992031003

Tembusan:

1. Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kedokteran Unsri
2. Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Unsri
3. Yang bersangkutan (Sdr. Ayu Rahma Sari).

Lampiran 8. Surat Keterangan Selesai Penelitian di Laboratorium Kimia



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir (30662) Telepon (0711) 580269
Faks (0711) 580269 Website: www.kimia.mipa.unsri.ac.id email: kimiamp@unsri@gmail.com

No : 0268/UN9.1.7/3/KM/2021

Indralaya, 9 November 2021

Lamp. : -

Hal : **Keterangan Selesai Melakukan Penelitian**

Kepada Yth. Ketua Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Universitas Sriwijaya
di Indralaya

Dengan hormat,

Sehubungan dengan telah diterimanya surat permohonan dari Mahasiswa Fakultas

Kedokteran atas nama:

Nama : Ayu Rahma Sari

NIM : 04031181722006

Bidang Skripsi : Pedodontia

Judul Skripsi : Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (*Pangasius
Hypophthalmus*) terhadap Kekerasan Email Gigi Sulung

Jurusan Kimia menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah selesai melakukan penelitian sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Penelitian tersebut dilakukan pada 7 September – 10 September 2021 di Laboratorium Analisa Kimia dan Laboratorium Kimia Fisika Fakultas MIPA Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih



Lampiran 9. Surat Keterangan Selesai Penelitian di Laboratorium Farmasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FARMASI

Alamat : Kampus Universitas Sriwijaya – Inderalaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM 35 Inderalaya – 0130662
E-mail : farmasiunsri@yahoo.co.id

BUKTI BEBAS PINJAMAN PERALATAN LABORATORIUM
DI LINGKUNGAN FMIPA

Nomor : 327 /UN9.1.7 / 6 / PP/ 2021

Sehubungan dengan telah selesainya penelitian yang dilakukan oleh :

No	Nama / NIP	Judul Penelitian	Instansi
1.	Ayu Rahma Sari/ 04031181722006	Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>) terhadap kekerasan Email Gigi Sulung.	Fakultas Kedokteran (FK).

Telah menyelesaikan penelitian di Laboratorium Teknologi farmasi Jurusan Farmasi FMIPA UNSRI, sudah bebas dari Laboratorium dan yang bersangkutan dinyatakan telah bebas dari hal yang berkaitan dengan Laboratorium Jurusan Farmasi tersebut.

Demikianlah surat ini kami buat, untuk perhatian dan kerja sama nya saya ucapkan terima kasih.



Inderalaya, 21 Oktober 2021
Ketua Jurusan Farmasi FMIPA

Dr. rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt
NIP.197103101998021002

Lampiran 10. Lembar Bimbingan



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
Zona A Gedung DRG M.Isa, Kampus Universitas Sriwijaya
Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan

Nama Mahasiswa : Ayu Rahma Sari
NIM : 04031181722006
Judul Skripsi : Pengaruh Hidroksiapatit Tulang Ikan Patin
terhadap Kekerasan Email Gigi Sulung
Dosen Pembimbing 1 : drg. Sri Wahyuni, M.Kes

No	Tanggal	Tahapan Kegiatan	Paraf
1	6 Juli 2020	Bab 1.	H
2	20 Juli 2020	Bab 1 (Revisi)	H
3	15 Agustus 2020	Bab 1 dan Bab 3	H
4	17 September 2020	Bab 3 (Revisi)	H
5	28 Oktober 2020	Bab 3 (Revisi)	H
6	21 Desember 2020	ACC Bab 1 dan Bab 3	H
7	29 Desember 2020	Bab 2	H
8	21 Januari 2021	Bab 1,2,3 (Revisi)	H
9	3 Februari 2021	Bab 1.2.3 (Revisi)	H
10	30 Maret 2021	ACC Bab 1 2 3	H
11	28 Mei 2021	Pengajuan Sidang Proposal	H
12	7 Juni 2021	Revisi Proposal Skripsi	H

