



**PENGARUH KALSIMUM CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
ENAMEL PADA GIGI SULUNG**

**SKRIPSI
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

**Oleh :
Rizky Yuni Budyanti
NIM : 155070407111005**

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**



LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH KALSIMUM CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
ENAMEL PADA GIGI SULUNG**

**OLEH:
RIZKY YUNI BUDYANTI
NIM: 155070407111005**

Menyetujui untuk diuji:

Pembimbing 1

**drg. Ambar Puspitasari, Sp.KGA
NIK. 2012087704122001**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH KALSIMUM CANGKANG KERANG DARAH
(*Anadara granosa*) TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
ENAMEL PADA GIGI SULUNG**

OLEH :

RIZKY YUNI BUDYANTI

NIM : 155070407111005

**Telah diujikan di depan Majelis
Penguji pada Tanggal 9 Juli 2019
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana dalam
Bidang Kedokteran Gigi**

**Menyetujui,
pembimbing 1**

**drg. Ambar Puspitasari, Sp. KGA
NIK. 2012087704122001**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan
Dokter Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas
Brawijaya**

**drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG
NIP.198004092008122004**

PERNYATAAN ORINALITAS SKIRPSI

Saya menyatakan dengan sebenar- benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh SARJANA dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, 5 Juli 2019
Yang menyatakan,

Rizky Yuni Budyanti
NIM. 155070407111005

ABSTRAK

Rizky Yuni Budyanti, NIM : 155070407111005, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang, 5 Juli 2019, "Pengaruh Kalsium Kerang Darah (*Anadara granosa*) Terhadap Kekasaran Permukaan Enamel Pada Gigi Sulung" Tim pembimbing drg. Ambar Puspitasari, Sp. KGA

Kehilangan kalsium mengakibatkan ketidakteraturan mikroporositas dan kekasaran permukaan enamel. Upaya mencegahnya yaitu dengan melakukan remineralisasi dengan penambahan kalsium. Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung kalsium yang cukup tinggi yaitu 98,88% sehingga kalsium pada cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) berpotensi sebagai bahan remineralisasi enamel. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran permukaan enamel pada gigi sulung. Penelitian ini menggunakan *true experimental randomized post-test only controlled group design* secara *in vitro*. Sampel yang digunakan adalah gigi insisivus sulung rahang bawah yang dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok K- (Tanpa demineralisasi, tanpa kalsium), K+ (Demineralisasi, tanpa kalsium), P1 (Demineralisasi + Kalsium 1 mmol), P2 (Demineralisasi + Kalsium 3 mmol), P3 (Demineralisasi + Kalsium 5 mmol). Gigi dipreparasi dan dilakukan demineralisasi selama 5 hari kemudian gigi direndam dalam larutan kalsium selama 14 hari selanjutnya dilakukan pengukuran kekasaran permukaan enamel dengan Surface Roughness Tester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ukuran nilai kekasaran yang signifikan antara kelompok kontrol postif dengan kelompok perlakuan ($p < 0,05$) dimana kontrol postif memiliki nilai kekasaran yang lebih besar dibandingkan kelompok perlakuan setelah diberikan kalsium dengan dosis 1 mmol, 3 mmol, dan 5 mmol menunjukkan pengaruh pada nilai kekasaran permukaan enamel gigi. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dapat mempengaruhi kekasaran permukaan enamel pada gigi sulung.

Kata kunci : Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*), enamel, kalsium, kekasaran permukaan.



ABSTRACT

Rizky Yuni Budiyanti, NIM: 155070407111005, Study Program Of Dentistry, Brawijaya University Malang, July 5th 2019, "The Effect Of Calcium In Blood Cockle (*Anadara granosa*) On Enamel Surface Roughness In Primary Teeth", Supervisor : drg. Ambar Puspitasari, Sp.KGA.

Loss of calcium causes in microporosity irregularities and roughness on the enamel surface. Efforts to prevent the occurrence of microporosity irregularities and roughness on the enamel surface are to remineralize with addition of calcium. Blood cockle (*Anadara granosa*) contains fairly high calcium concentration (98,88%) which is potent to be an enamel remineralization material. The purpose of this research was to determine the effect of calcium from Blood Cockle on surface roughness of demineralized in primary teeth. This research was conducted through the *true experimental randomized post test only controlled group* design with *in vitro* method. The sample used was the lower primary incisivus teeth which were divide into 5 groups, such as; K- (without demineralization, without calcium), K+ (demineralization, without calcium), P1 (demineralization + calcium 1mmol), P2 (demineralization + calcium 3 mmol), P3 (demineralization + calcium 5mmol). The teeth was prepared and demineralization performed for 5-days, than the teeth was soaked in calcium solution for 14-days, the enamel surface roughness's measurement by Surface Roughness Tester. The result of this research showed that there was a significant differences in the size of the roughness values between the positive control group and the treatment group ($p < 0,05$) where positive control had a greater roughness value than the treatment group after being given calcium with a dose of 1 mmol, 3 mmol, and 5 mmol shows the effect on the surface roughness value of the tooth enamel. The research concluded that the calcium of blood cockle (*Anadara granosa*) can affect the enamel surface roughness in primary teeth.

Keywords: blood cockle (*Anadara granosa*), enamel, calcium, surface roughness.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb. Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia, dan ridho-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Kalsium Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Terhadap Kekasaran Permukaan Enamel Pada Gigi Sulung". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. drg. R. Setyohadi, M. S. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya yang telah mengizinkan penulis menempuh pendidikan di FKG UB ini.
2. drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp. KG selaku Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
3. drg. Ambar Puspitasari, Sp.KGA selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan masukan dan bimbingan dengan sabar kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. drg. Prasetyo Adi, MS selaku penguji I yang bersedia meluangkan waktunya, memberikan arahan, saran, dan ilmunya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. drg. Fidya, M.Si selaku penguji II yang bersedia meluangkan waktunya, memberikan arahan, saran, dan ilmunya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Secara khusus penghargaan, rasa hormat, dan terimakasih yang tak terhingga kepada Mama dan Papa atas segala doa, perhatian, dukungan, kasih sayang dan kesabaran yang selalu diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman kelompok penelitian Departemen Kedokteran Gigi Anak terutama Farah dan Anisa sebagai partner yang memberi semangat kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat terutama Vira, Fanny, Amer, Bimo, Nadia yang selalu mendukung dalam penulisan skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah mendukung penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.



Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua amal kebaikan mereka. Namun demikian, penulis sangat menyadari bahwa penyusunan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima. Wassalamu'alaikum wr.wb.

Malang, 5 Juli 2019



DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	vi
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Bagi Akademik	6



1.4.2 Bagi Praktisi	6
1.4.3 Bagi Masyarakat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	7
2.1.1 Taksonomi Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	7
2.1.2 Habitat Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>).....	9
2.1.3 Kandungan Senyawa Kimia Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	9
2.1.4 Proses Kalsinasi pada Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa Linn</i>)	10
2.2 Gigi.....	11
2.2.1 Struktur Enamel.....	14
2.2.2 Sifat Flsik.....	15
2.3 Karies.....	16
2.3.1 Etiologi Karies.....	16
2.3.2 Patogenesis Karies.....	19
2.3.3 Pencegahan Karies	20
2.3.4 Karies di Enamel	21
2.4. Demineralisasi.....	21
2.5 Remineralisasi.....	23
2.6 Kekasaran Enamel.....	24
2.7 Uji Kekasaran Permukaan (<i>Surface Roughness Tester</i>).....	24
2.8 Karakteristik dengan XRF.....	25

BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep 27

3.2 Hipotesis Penelitian 29

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian 31

4.2 Sampel 31

4.2.1 Cara Pemilihan Sampel 31

4.2.2 Kriteria Sampel 32

4.2.3 Pembagian Klompok Sampel Enamel dan
Perlakuan 32

4.2.4 Estimasi Jumlah Pengulangan 33

4.3 Variabel Penelitian 34

4.3.1 Variabel Bebas 34

4.3.2 Variabel Terikat 34

4.3.2 Variabel Terkendali 34

4.4 Lokasi Penelitian 35

4.5 Alat dan Bahan Penelitian 35

4.5.1 Kalsinasi dan Pengolahan Kalsium 35

4.5.2 Preparasi Enamel Gigi 36

4.5.3 Proses Pembuatan Demineralisasi Enamel 37

4.5.4 Pengaplikasian Kalsium pada Enamel Gigi dan
Pengukuran Enamel Gigi 37



4.6 Definisi Istilah / Operasional.....	38
4.7 Prosedur Penelitian.....	39
4.7.1 Penyiapan Sampel.....	39
4.7.2 Kalsinasi Cangkang Kerang.....	39
4.7.3 Preparasi Enamel Gigi.....	40
4.7.4 Proses Demineralisasi.....	41
4.7.5 Pengaplikasian Kalsium Pada Enamel Gigi.....	41
4.7.6 Uji Kekasaran Enamel Gigi.....	42
4.8 Analisis Data.....	43
4.9 Alur Penelitian.....	44
BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	45
5.1 Hasil Penelitian.....	45
5.1.1 Karakterisasi <i>X-ray Flouresence (XRF)</i>	45
5.1.2 Hasil Uji Kekasaran Permukaan Enamel Gigi Sulung.....	46
5.2 Hasil Analisis Data.....	47
5.2.1 Hasil Uji Normalitas.....	47
5.2.2 Hasil Uji Homegenitas Ragam.....	47
5.2.3 Hasil Uji <i>One Way Anova</i>	47
5.2.4 Hasil Uji <i>Post-Hoc Tukey</i>	48
5.2.5 Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i>	48
5.2.6 Hasil Uji Regresi.....	49

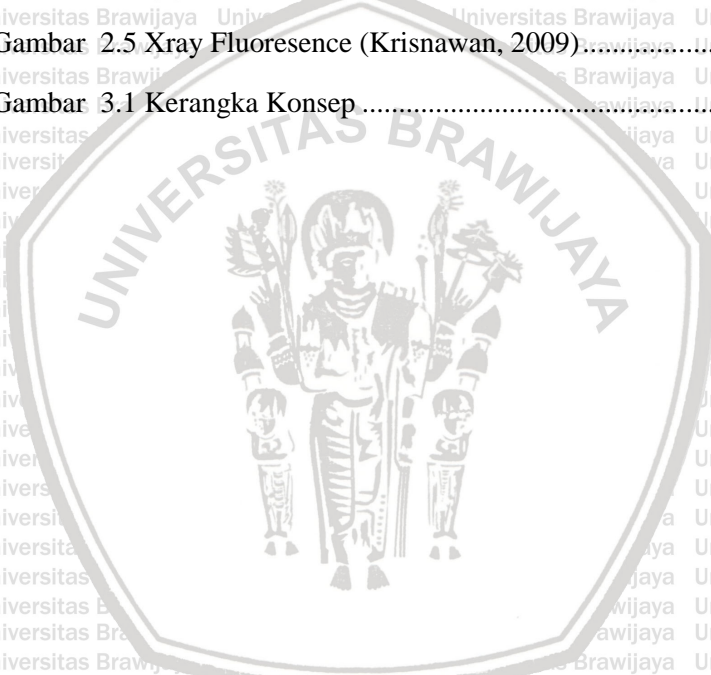


BAB VI PEMBAHASAN	51
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	57
7.1 Kesimpulan.....	57
7.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cangkang Kerang Darah (Dlaman, 2016).....	11
Gambar 2.2 Struktur Mikroskopis Enamel (Rizkqy, 2012).....	21
Gambar 2.3 Patogenesis Karies (Saraf, 2008).....	27
Gambar 2.4 Remineralisasi Enamel Setelah Demineralisasi (Vashisht <i>et al</i> , 2010).....	33
Gambar 2.5 Xray Fluoresence (Krisnawan, 2009).....	36
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	27



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Cangkang Kerang Darah.....13

Tabel 4.1 Gambaran Definisi operasional, alat ukur, cara ukur, hasil ukur, dan skala ukur variabel bebas dan tergantung.....38

Tabel 5.1 Hasil Karakterisasi XRF Cangkang Kerang Darah45

Tabel 5.2 Nilai Rerata Kekasaran (Ra) Permukaan Enamel Gigi.....46



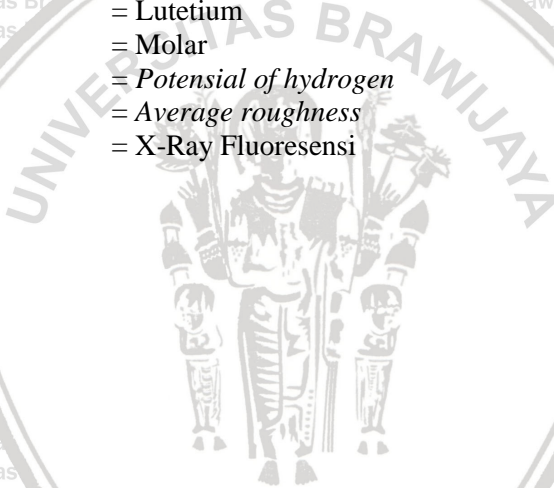
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Keaslian Tulisan.....	69
Lampiran 2 Lembar Kelaikan Etik	70
Lampiran 3 Hasil Uji XRF.....	71
Lampiran 4 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Enamel	73
Lampiran 5 Hasil Analisis Data	76
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian	80
Lampiran 7 Informed Consent	83



DAFTAR SINGKATAN

μm	= Mikrometer
$^{\circ}\text{C}$	= derajat Celcius
Ca	= Kalsium
CaCO_3	= Kalsium karbonat
CaO	= Kalsium Oksida
Co	= Cobalt
Cu	= Copper
Er	= Erbium
Fe	= Besi
HA	= Hidroksiapatit
Lu	= Lutetium
M	= Molar
pH	= <i>Potensial of hydrogen</i>
Ra	= <i>Average roughness</i>
XRF	= X-Ray Fluoresensi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian dari kesehatan tubuh secara keseluruhan dan tidak dapat dipisahkan dari kesehatan tubuh secara umum. Kesehatan gigi dan mulut dapat mempengaruhi kualitas kehidupan, termasuk fungsi bicara, pengunyahan, dan rasa percaya diri. Masalah kesehatan gigi dan mulut berdampak pada kinerja seseorang. Angka kejadian masalah kesehatan gigi dan mulut di Indonesia tergolong tinggi (Ahmad, 2017). Data WHO pada tahun 2007 mengatakan bahwa angka kejadian karies gigi pada anak-anak mengalami perlonjakan 60-90%, sedangkan data dari Kementerian Kesehatan tahun 2010, menunjukkan prevalensi karies di Indonesia 60-80%. Menurut PDGI menyatakan bahwa sedikitnya 89% penderita karies adalah anak-anak dibawah 12 tahun (Putong dkk, 2013; Wala, 2014).

Karies gigi merupakan penyakit infeksi yang merusak struktur gigi, karena penyakit ini menyebabkan gigi berlubang kemudian

menyebabkan nyeri dan berbagai kasus bahaya lainnya. Karies dapat terjadi akibat hancurnya jaringan keras gigi oleh aktivitas mikroba (Harty dan Ogston, 2012). Bakteri yang dimaksud salah satunya adalah *Streptococcus mutans*, yang mengubah glukosa, fruktosa, dan sukrosa menjadi asam melalui proses glikosis. Hal ini menyebabkan pH didalam mulut menurun secara cepat dan membuat saliva didalam plak menjadi lebih asam, sehingga proses ini disebut demineralisasi. Rendahnya pH didalam mulut maka akan meningkatkan ion hydrogen yang akan merusak hidroksiapatit pada enamel (Higham, 2014).

Demineralisasi adalah proses menghilangnya mineral dalam bentuk ion mineral dari enamel gigi atau larutannya mineral dari hidroksiapatit. Demineralisasi asam fosfor akan mengakibatkan ion hydrogen berikatan dengan ion fosfat pada hidroksiapatit menjadi HPO_4^{2-} dimana ion tersebut tidak dapat seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal karena hidroksiapatit normal mengandung PO_4^{3-} dibandingkan dengan HPO_4^{2-} sehingga sebagian kristal hidroksiapatit enamel akan larut, hal ini yang menyebabkan enamel rapuh (Widyaningtyas *et al.*, 2014).

Salah satu cara menghambat proses tersebut terjadi adalah melakukan remineralisasi. Remineralisasi ialah proses ketika kristal apatit terbentuk kembali pada permukaan enamel, sehingga permukaan kekasaran enamel menurun akibat demineralisasi. Remineralisasi dapat terjadi secara alami atau dipercepat menggunakan bahan remineralisasi (Wiryani dkk., 2016). Proses remineralisasi dan demineralisasi dapat dinilai dari kekasaran permukaan enamel, kandungan enamel dan kandungan ion kalsium serta ion fosfat yang diserap enamel (Sumali dkk, 2012). Kekasaran permukaan enamel menjadi suatu studi yang penting, karena permukaan enamel yang kasar akan menjadi tempat perlekatan dan kolonisasi bakteri dan meningkatkan proses demineralisasi (Gharechahi *et al.*, 2012).

Salah satu bahan remineralisasi gigi yaitu dapat diperoleh dari kalsium cangkang kerang darah. Kalsium yang terdapat pada cangkang kerang darah berpotensi sebagai bahan remineralisasi karena kandungan kalsium pada cangkang kerang darah yang tinggi dan kalsium merupakan mineral utama untuk membentuk kristal hidroksiapatit sehingga enamel gigi akan stabil. Wilayah di Indonesia

sebagian besar adalah perairan, yang didalamnya hidup berbagai jenis kerang salah satunya kerang darah (*Anadara granosa Linn*). Berbagai jenis kerang ini pada umumnya belum dimanfaatkan secara maksimal, kebanyakan hanya isi atau dagingnya saja yang dimanfaatkan karena kaya akan protein, sementara bagian cangkang hanya untuk hiasan. Potensi sumber daya kerang-kerang di Indonesia mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan disukai oleh masyarakat Indonesia. Cangkang kerang yang sebagian besar tersusun atas kalsium dapat dimanfaatkan untuk sintesis hidroksiapatit karena hidroksiapatit dapat membantu proses demineralisasi. (Anggo, 2017).

Berdasarkan Ningsih *et al.* (2014) cangkang kerang memiliki kandungan karbonat di dalamnya yang sangat tinggi dibandingkan cangkang telur dan batu gamping. Tingginya kadar kalsium karbonat dalam cangkang kerang yakni lebih dari 98% dan dapat dilihat pada tingkat kekerasannya. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kadar kalsium karbonatnya. Sebagian besar kandungan mineral dalam cangkang adalah kalsium yang dapat digunakan untuk mensintesis hidroksiapatit. Sehingga berdasarkan alasan tersebut, maka diperlukan

penelitian tentang potensi kalsium dari cangkang kerang darah sebagai bahan alternatif remineralisasi gigi.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh kalsium cangkang kerang (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran permukaan enamel pada gigi sulung ?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh kalsium pada cangkang kerang (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran enamel pada gigi sulung.

1.3.2. Tujuan Khusus

Menghitung nilai rata-rata kekasaran enamel gigi sulung yang dilakukan dan tidak dilakukan perendaman pada larutan kalsium dari cangkang kerang darah

(*Anadara granosa*) secara *in vitro*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Akademik

Sebagai dasar teori untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan masyarakat dalam pemanfaatan kalsium dari limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dalam bidang kedokteran gigi.

1.4.2. Bagi Praktisi

Dapat dijadikan pertimbangan bagi perusahaan industri maupun tenaga kesehatan untuk menciptakan suatu bahan alternatif untuk mencegah karies gigi dengan menggunakan kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*).

1.4.3. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi suatu bahan alternatif untuk mencegah karies gigi dengan menggunakan kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dalam bentuk larutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah merupakan hewan bertubuh lunak atau *Mollusca*. Cangkang kerang darah terbagi menjadi tiga lapisan yaitu periostrakum, prismatic, dan nakreas. Lapisan periostrakum berstruktur tipis dan gelap yang tersusun atas zat tanduk, fungsinya periostrakum ialah melindungi cangkang dari asam karbonat dalam air dan memberi warna cangkang. Lapisan prismatic adalah lapisan tebal yang terdiri atas kristal-kristal kalsium karbonat yang berbentuk prisma. Lapisan nakreas tersusun atas kristal-kristal halus kalsium karbonat (Hafisko dkk., 2010).

2.1.1 Taksonomi Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah salah satu jenis kerang yang terdapat di pantai laut pada substrat lumpur berpasir di kedalaman 10-30 m. *Anadara granosa* hidup di perairan dengan suhu optimum 20-30°C serta salinitas 26-31 ppt (Arita dkk., 2014).

Klasifikasi kerang darah (*Anadara granosa*): (Diaman, 2016).

Kingdom : *Animalia*

Sub Kingdom : *Metazoa*

Filum : *Mollusca*

Kelas : *Bivalvia*

Ordo : *Areoida*

Famili : *Archidae*

Genus : *Anadara*

Spesies : *Anadara granosa*

Nama Umum : *Blood cockle*

Nama Lokal : Kerang Darah

Kerang darah bersifat infauna yaitu hidup dengan cara membenamkan diri dibawah permukaan lumpur di perairan dangkal.

Ciri-ciri kerang darah adalah mempunyai dua cangkang yang tebal, ellifis dan kedua sisi sama, kurang lebih 20 rib. Gabungan kalsium karbonat dan karbon terdiri lebih dari 98,7% dari total kandungan mineral. Mg, Na, P, K dan lain-lain (Fe, Cu, Ni, B, Zn dan Si) terdiri sekitar 1,3%. Kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang merupakan sumber yang dapat digunakan sebagai bahan sintesis hidroksiapatit (Muntamah, 2011).

Gambar 2.1 Cangkang Kerang Darah



(Diaman, 2016)

2.1.2 Habitat Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) dapat ditemukan di berbagai lingkungan, seperti daerah estuarin, pesisir pantai, mangrove dan padang lamun (ekosistem laut dangkal di perairan hangat) (Khalil, 2016). Kerang darah (*Anadara granosa*) umumnya hidup berkelompok dan banyak ditemukan pada substrat kaya akan kadar organik. Menurut Direktorat Jendral Perikanan Tangkap Indonesia pada tahun 2012, hasil tangkapan kerang darah (*Anadara granosa*) yaitu 48,994 ton. Kerang darah merupakan kerang yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Cangkang kerang darah adalah bahan sisa produksi makanan yang dapat menimbulkan cukup banyak limbah. Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah masih relatif sedikit, umumnya digunakan untuk bahan baku souvenir (Widianisma, 2018).

2.1.3 Kandungan Senyawa Kimia Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Komposisi kimia kerang darah (*Anadara granosa*) bergantung pada jenis kelamin, spesies umur serta habitatnya. Pada umumnya kerang kaya akan asam suksinat, asam sitrat, asam glikonat yang berkaitan erat dengan cita rasa dan berfungsi memberikan energi. Selain itu, kerang mengandung enzim tiaminase dalam jumlah yang besar sehingga dapat merusak vitamin B1 bila dikonsumsi secara berlebihan dan dalam keadaan mentah (Diaman, 2016).

Menurut (Nastiti dkk., 2015) cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mempunyai kandungan mineral yang cukup

banyak. Kandungan senyawa kimia cangkang kerang darah dapat dilihat di tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Kimia Cangkang Kerang Darah

No.	Komponen	Kandungan (%berat)
1.	CaCO ₃	98,7
2.	Na	0,9
3.	P	0,02
4.	Mg	0,05
5.	Fe,Cu,Ni,B,Zn, dan Si	0,2

2.1.4 Proses Pengambilan Kalsium dari Cangkang Kerang Darah

Proses pengambilan kalsium disebut kalsinasi, yang dapat diaplikasikan untuk dekomposisi kalsium karbonat (batu kapur, CaCO₃) menjadi kalsium oksida (kapur bakar, CaO) dan gas karbon dioksida atau CO₂. Proses kalsinasi dilakukan dalam sebuah tungku yang disebut dengan kiln atau *calciners* dengan beragam desain, seperti tungku poros, *rotary kiln*, tungku perapian ganda, dan *reactor fluidized bed*, dibawah tempratur leleh (*melting point*). Proses kalsinasi dilakukan pada tempratur antara 900-1000° C. Berikut beberapa contoh proses kalsinasi antara lain : (Arita dkk., 2014).

- 1) Dekomposisi mineral karbonat seperti pada kalsinasi kalsium karbonat (*Limestone*) menjadi kalsium oksida dan gas karbon dioksida.
- 2) Dekomposisi mineral hidrat seperti pada kalsinasi *bauxite* yang bertujuan untunk membuang air kristal

- 3) Dekomposisi zat mudah menguap yang terkandung pada *petroleum coke*.

2.2. Gigi

Gigi adalah struktur keras yang tersusun secara berakar dan menempel pada gusi. Fungsi gigi geligi salah satunya ialah untuk mengunyah makanan dan membantu berbicara dengan jelas pada huruf tertentu. Manusia memiliki 3 fase gigi selama hidupnya yaitu fase masa anak-anak yang disebut gigi sulung, fase gigi bercampur (*mix dentition*) merupakan transisi gigi sulung ke fase gigi permanen, dan fase gigi dewasa atau disebut gigi permanen (Combe, 2013).

Gigi secara struktural terdiri dari enamel, dentin, sementum, dan pulpa gigi. Komposisi utama jaringan keras gigi adalah matriks ekstraseluler termineralisasi yang mengandung bahan organik dan anorganik. Kadungan organik dan anorganik seperti, mineral, kalsium, fosfor, dan protein. Deposisi mineral pada matriks menyebabkan gigi menjadi kuat (Aryati dkk., 2014).

Enamel merupakan struktur keras yang terdapat didalam tubuh. Kandungan email terdiri dari 96% anorganik dan 4% air, bahan organik dan jaringan fibrosa. Bahan anorganik ini terdiri beberapa juta kristal hidroksiapatit yang mempunyai rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, dan terdapat kandungan karbonat 4%, sodium 0,6%, magnesium 1,2%, klorida 0,2% dan sejumlah kecil fluorida 0,01%. Fluorida biasanya terdapat pada permukaan enamel. Enamel pada gigi

mempunyai ketebalan yang berbeda pada tiap bagian dan bervariasi diantara jenis gigi. Bagian dari enamel meliputi *enamel rod* dan *rod sheath*. *Enamel rod* atau prisma enamel merupakan struktur utama dari enamel yang terbentuk dari kristal-kristal hidroksiapatit sedangkan *rod sheath* merupakan substansi fibrosa organik. Enamel pada gigi mempunyai ketebalan yang berbeda dan bervariasi diantara jenis gigi.

Pada gigi permanen enamelnnya lebih tebal dari gigi sulung karena terjadinya proses remineralisasi sehingga kandungan mineral pada enamel gigi permanen lebih banyak dibanding gigi sulung (Suwakbur, 2015).

Dentin merupakan jaringan yang terletak dibawah enamel dan sementum. Dentin meluas dari rongga pulpa keluar kearah permukaan dalam enamel atau sementum.

Kandungan dentin pada gigi permanen terdiri dari 70% anorganik yaitu kalsium dan fosfat, 20% bahan organik, dan 10% mineral. Dentin merupakan jaringan konektif termineralisasi dengan matriks organik protein berkolagen.

Kalsium dan fosfat pada dentin akan membentuk kristal hidroksiapatit tetapi kristal yang terbentuk hanya 30 kali lebih kecil dari enamel sehingga menyebabkan struktur dentin lebih lunak dari pada enamel (Hingham, 2014).

Enamel pada gigi sulung mengandung bahan anorganik terdiri dari 86-95%, organik 1-2%, dan air 4-12%, sedangkan dentin pada gigi sulung mengandung 45-50% bahan anorganik, 30% bahan organik, dan 25% air. Enamel

gigi sulung dua kali lebih tipis, kandungan mineralnya lebih rendah dan lebih porus dibandingkan gigi permanen. Enamel gigi sulung memiliki jaringan yang tipis sehingga lebih permeabel dan lebih mudah terabrasi. Ketebalan enamel pada gigi sulung lebih konsisten dan lebih tipis yaitu 0,5 mm sampai 1 mm (Putri, 2016).

Perbedaan gigi sulung dan gigi permanen ialah, gigi sulung memiliki ukuran yang lebih kecil dibanding gigi permanen sehingga mahkota dan akar gigi sulung memiliki tanda berupa konstiksi pada servikal tampak seperti terjepit disekitar CEJ. Mahkota gigi sulung (terutama pada permukaan *facial* dan *lingual*) menggebung didekat garis servikal membentuk lingir *servical* dan *cingulum* lingualis yang lebih menonjol dibandingkan pada gigi permanen. Gigi sulung memiliki akar yang relatif lebih panjang dari pada mahkota jika dibandingkan dengan gigi permanen serta mengalami mineralisasi lebih sedikit dibandingkan dengan gigi permanen sehingga menjadi sangat aus atau atrisi. Lapisan enamel dan dentin pada gigi sulung lebih tipis dibandingkan pada gigi permanen, sehingga ruang pulpa lebih besar dan lebih dekat dengan permukaan. Oleh karena itu, proses karies dapat lebih cepat berkembang mendekati pulpa melalui lapisan enamel dan dentin yang tipis tersebut dibandingkan dengan enamel dan dentin yang tebal seperti gigi permanen. Gigi sulung berwarna lebih putih dibandingkan gigi permanen dan memiliki bentuk yang lebih

konsisten dibandingkan dengan gigi permanen (memiliki lebih sedikit anomali) (Scheid, 2013).

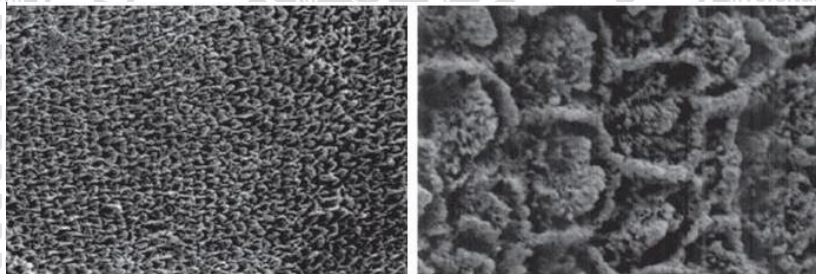
2.2.1 Struktur Enamel

Enamel terdiri atas *enamel rod* (batang enamel) yang memanjang dari *dentinoenamel junction* menuju permukaan luar enamel. *Enamel rod* memiliki panjang yang kurang lebih sama dengan sel darah merah. *Enamel rod* melakukan *interlock* untuk mencegah terjadinya fraktur dan mencegah terjadinya pembelahan. Setiap *rod* terisi oleh kristal, didalam kristal ini terdapat apatit. Letak kristal apatit pada bagian *enamel rod* berbeda-beda. Pada bagian kepala, letak kristal apatit sejajar dengan sumbu panjang *enamel rod*, sedangkan pada bagian ekor, kristal apatit membentuk sudut 70° dengan sumbu panjang *enamel rod* (Putri dkk., 2012).

Garis *incremental* pada enamel yang terbentuk karena deposisi enamel yang berulang. Seiring matriks enamel bermineralisasi, garis ini mengikuti pola dari deposisi matriks dan menyediakan garis pertumbuhan pada enamel. Garis ini disebut juga *neonatal line*. Garis *incremental retzius* akan terlihat sebagai garis-garis konsentrik coklat apabila dilihat dibawah mikroskop. Pada bagian servikal mahkota gigi, garis *incremental retzius* melintang dari *dentoenamel junction* menuju kepermukaan enamel secara menyerong. Enamel pada gigi desidui terbentuk sebelum kelahiran dan sebagian lagi terbentuk setelah kelahiran. Ini disebabkan perbedaan lingkungan dan nutrisi terjadi saat kelahiran, garis Retzius terbentuk pada saat itu. Garis ini disebut juga *neonatal line* (Avery dan Jr. Chiego, 2012).

Garis *Hunter-Schreger* merupakan visualisasi fenomena optikal ketika permukaan enamel yang fraktur dilihat di bawah refleksi cahaya. Ketika cahaya diproyeksikan pada preparat enamel yang tipis, garis terang dan gelap akan muncul. Garis ini muncul karena cahaya hanya mengenai *long axis rods*, tidak mengenai *adjacent rods*. Garis gelap pada *Hunter-Schreger* disebut juga *diazones*, sedangkan garis terang pada *Hunter-Schreger* disebut *parazonés*. *Diazones* merupakan area tempat *rods* terpotong pada potongan silang, sedangkan *parazone* merupakan area tempat *rods* terpotong pada potongan longitudinal (Lynch *et al.*, 2011).

Gambar 2.2. Struktur Mikroskopis Enamel



(Rizkqy, 2012)

2.2.2 Sifat Fisik

Enamel gigi merupakan jaringan terkeras dari manusia atau hewan, sekaligus lapisan terluar gigi berwarna putih keabu-abuan, transparan, memiliki kekuatan tarik 100 kg/cm^2 dan ketahanan kompresi $21\text{-}3500 \text{ kg/cm}^2$. Enamel terbentuk dari sel-sel ameloblast yang berasal dari lapisan embrio *ectoderm*. Meskipun enamel merupakan struktur yang sangat keras dan padat, namun enamel

bersifat permeabel terhadap ion-ion dan molekul yang dapat mengalami penertasi sebagian atau kompleks. Enamel dapat larut ketika berkontak dengan asam, sehingga larutnya sebagian atau keseluruhan mineral enamel akan menurunkan kekerasan dan menyebabkan permukaan enamel enamel lebih kasar. Sifat fisik enamel lainnya adalah bersifat isolator terhadap hantaran panas maupun listrik, dan meskipun sebagian besar enamel tersusun dari kristal apatit dengan kristalinitas yang tinggi. Namun enamel tidak mempunyai sifat *piezzo* elektrik maupun *pyro* elektrik. Enamel mempunyai sifat semi permeabel untuk beberapa zat, terutama yang mempunyai berat atom atau molekul kecil seperti flour (Park *et al*, 2008 dalam Nasution, 2016).

2.3 Karies

Karies gigi adalah suatu penyakit yang dimana menyerang jaringan keras gigi seperti enamel, dentin, dan sementum. Tanda terjadinya karies adalah demineralisasi bagian anorganik gigi diikuti oleh kerusakan bahan organik. Terjadinya karies akibat adanya faktor-faktor didalam mulut yang saling berinteraksi satu dengan yang lain. Faktor tersebut antara lain host, mikroorganisme, substrat dan waktu. (Ramayanti dkk, 2013).

2.3.1 Etiologi Karies

Sukrosa dan glukosa merupakan jenis karbohidrat yang dapat diragikan oleh bakteri tertentu sehingga terbentuk asam. Proses tersebut akan mempengaruhi pH plak yang akan menurun hingga di bawah 5 dalam waktu yang singkat, sekitar 1-3 menit. Penurunan pH yang berlangsung terus-menerus dalam jangka waktu

tertentu akan menyebabkan terjadinya proses demineralisasi pada permukaan gigi dan proses pembentukan karies akan mulai terjadi. Terdapat empat faktor penyebab karies penyebab karies. Karies dapat terjadi jika keempat faktor penyebab tersebut ada (Kidd & Joyston-Bechal, 2012). Empat faktor penyebab karies adalah gigi sebagai *host*, mikroorganisme bakteri sebagai *agent*, frekuensi makan (waktu), dan substrat (lingkungan) (Nurmawlidina, 2017).

Faktor pertama penyebab karies adalah gigi (*host*). Menurut Nurmawlidina (2017), struktur gigi terdiri atas enamel dan dentin. Struktur enamel merupakan struktur yang berperan sangat penting dalam proses terjadinya karies. Plak akan mudah melekat pada permukaan yang rusak, sehingga proses terjadinya karies akan lebih mudah. Enamel tersusun dari senyawa kimia kompleks dengan gugus kristal yang terpenting hidroksil apatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ (Nonong dkk., 2013).

Pada setiap individu dapat ditemukan variasi anatomi gigi yang berbeda. Anatomi gigi juga dapat berpengaruh dalam pembentukan karies. Ketika anatomi gigi seseorang memiliki alur yang banyak dan berlebihan, karies lebih mudah untuk berkembang karena memungkinkan lebih banyak sisa-sisa makanan yang terjebak (Hongini & Aditiawarman, 2012).

Faktor kedua yang sangat berperan menyebabkan karies adalah mikroorganisme. Salah satunya yaitu *Streptococcus mutans* yang merupakan 1 dari 500 bakteri yang terdapat pada plak gigi. Bakteri yang kariogenik tersebut akan memfermentasi sukrosa menjadi asam laktat yang sangat kuat sehingga mampu menyebabkan

demineralisasi (Ramayanti dan Purnakarya, 2013). *Streptococcus mutans* dapat menempel pada enamel, berkembang dengan baik pada lingkungan dengan sukrosa yang tinggi, dapat menghasilkan bakteriosis (substansi pembunuh kompetitornya), dapat memproduksi asam, dan dapat bertahan hidup di lingkungan yang asam (Putri dkk., 2012).

Etiologi karies yang ketiga adalah lingkungan (substrat). Jenis makanan sangat berpengaruh terhadap pembentukan karies. Substrat merupakan campuran makanan halus/lunak dan minuman yang menempel pada permukaan enamel gigi. Makanan yang halus dan lunak lebih mudah membentuk plak pada permukaan enamel dibandingkan dengan makanan yang berkonsistensi keras, begitu pula dengan makanan yang mudah melekat atau lengket, makanan tersebut akan lebih mudah memicu terjadinya pembentukan karies dibandingkan dengan makanan yang cair (Nonong dkk., 2013). Substrat disediakan oleh karbohidrat yang berguna dalam proses pembentukan asam oleh bakteri. Setiap jenis karbohidrat memiliki perbedaan derajat kariogenik. Karbohidrat yang memiliki berat molekul yang rendah akan dengan mudah meresap ke dalam plak dan dimetabolisme oleh bakteri dengan singkat, sedangkan karbohidrat yang kompleks tidak terlalu berbahaya karena sulit dicerna dengan sempurna (Kidd & Joyston-Bechal, 2012).

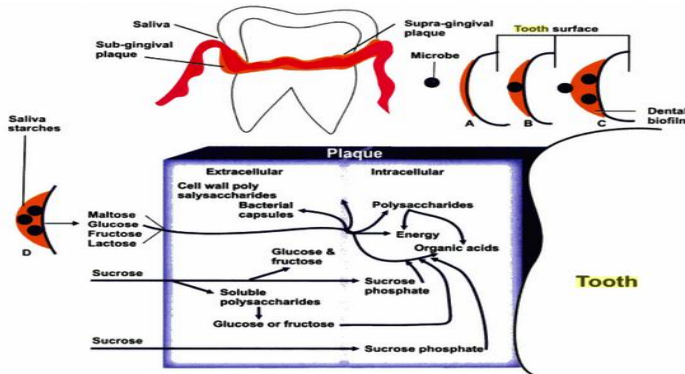
Waktu merupakan faktor keempat yang menjadi syarat terbentuknya karies. Karies merupakan penyakit yang berkembang lambat dan keaktifannya berjalan bertahap serta merupakan proses dinamis. Hal tersebut terjadi karena adanya saliva yang memiliki

kemampuan untuk mengembalikan deposit mineral selama proses terbentuknya karies. Kemampuan saliva tersebut menunjukkan bahwa karies dapat dihentikan seiring dengan berlangsungnya proses pembentukan karies. Kecepatan karies anak-anak lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan kerusakan gigi orang dewasa (Ramayanti dan Purnakarya, 2013).

2.3.2 Patogenesis Karies

Asiodigenik dari plak bakteri memfermentasi karbohidrat, memproduksi asam organik, termasuk laktik, formik, asetik, dan propionik. Asam ini akan berdifusi ke dalam enamel, dentin, dan sementum yang secara parsial menghancurkan kristal mineral atau *carbonated hydroxyapatite*. Lebih lanjut mineral yaitu kalsium dan fosfat akan berdifusi dari gigi dan bila proses terus berlanjut maka akan terjadi kavitas. Proses demineralisasi dapat dikembalikan oleh kalsium dan fosfat bersama dengan fluor, berdifusi ke dalam gigi dan menghasilkan lapisan baru pada sisa-sisa kristal yang ada pada lesi awal yang dikenal sebagai remineralisasi. Permukaan lapisan mineral yang baru ini lebih tahan terhadap asam. Proses demineralisasi dan remineralisasi pada umumnya sering terjadi berulang-berulang setiap hari. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kavitas atau adanya proses perbaikan. Lesi karies terbentuk akibat konsekuensi langsung dari aktivitas metabolik didalam biofilm di permukaan gigi yakni proses karies. Jika lingkungan memengaruhi keseimbangan kearah demineralisasi, perkembangan lesi akan berkembang kearah aktivitas sehingga secara klinis lesi akan terdeteksi (Banerjee *et al.*, 2014).

Gambar 2.3 Patogenesis Karies



(Saraf, 2008)

2.3.3 Pencegahan Karies

Salah satu upaya pencegahan karies adalah melalui intervensi faktor gigi yakni dengan terapi menghambat proses demineralisasi enamel sehingga menyebabkan proses remineralisasi. Kandungan kalsium dan fosfat yang membentuk kristal hidroksiapatit pada enamel menyebabkan enamel kuat dan kelarutannya rendah sehingga enamel lebih tahan terhadap karies (Widyaningtyas *et al.*, 2014). Demineralisasi dan remineralisasi dapat dinilai dari kekerasan enamel dan kekasaran permukaan enamel serta kandungan ion kalsium dan ion fosfat yang diserap enamel (Sumali dkk., 2012). Upaya pencegahan karies antara lain dengan cara meningkatkan intake flour dalam air dan pasta gigi. Flour bekerja dan menghambat metabolisme bakteri plak yang dapat memfermentasi karbohidrat melalui perubahan hidroksiapatit pada enamel menjadi *floure apatite*.

Selanjutnya dengan mengurangi konsumsi gula, faktor makanan yang dihubungkan dengan terjadinya karies adalah jumlah fermentasi, konsentrasi dan bentuk fisik (bentuk cair, tepung, padat) dari

karbohidrat yang dikonsumsi, retensi dimulut, frekuensi makan dan snack serta lamanya interval waktu makan. Cara lain dengan menghilangkan plak bakteri, secara teroritis permukaan gigi yang bebas plak tidak akan menjadi karies (Kidd *et al.*, 2013).

2.3.4 Karies di Enamel

Bercak putih menandakan gejala paling dini suatu karies enamel. Bercak putih ini akan terlihat sebagai suatu lesi putih kecil yang terletak sedikit kearah servikal dan titik kontak. Warna putih pada bercak putih tersebut tampak sangat berbeda dengan warna enamel sekitarnya yang masih sehat. Jika terdapat akumulasi materi yang terserap ke dalam pori-porinya, warna bercak tersebut akan tampak kecoklatan. Pada tahap awal, gejala karies dapat dideteksi menggunakan sonde (Kidd *et al.*, 2012).

Lesi awal pada enamel yang terlihat sebagai bercak putih terbentuk karena terjadinya proses dimineralisasi pada prisma. Ketika serangan asam terus berlangsung, tekstur permukaan enamel akan berubah menjadi kasar dan terjadi perubahan warna. Jika proses pembentukan karies terus berlanjut, ceruk dan lubang akan terbentuk (Mitchell *et al.*, 2009).

2.4 Demineralisasi

Demineralisasi merupakan ketidakseimbangan antara faktor patologis dan faktor protektif yang berlangsung terus-menerus, sehingga mengakibatkan larutnya kristal apatit dan hilangnya ion-ion pada gigi seperti kalsium dan fosfat. Proses awal demineralisasi terjadi pada tingkat atom, jauh sebelum terlihat sebagai suatu demineralisasi yang nyata. Seiring berjalannya proses tersebut, karbohidrat yang

terfermentasi di metabolisme oleh bakteri pada plak dental untuk menghasilkan asam organik. Asam yang di produksi akan berdifusi ke dalam jaringan keras gigi melalui air di antara kristal dan dapat mencapai daerah yang rentan pada permukaan kristal, sehingga kalsium dan fosfat mulai larut. Proses ini merupakan tingkat awal dari proses pembentukan karies (Xuedong, 2015).

Proses demineralisasi enamel dapat digambarkan sebagai

berikut :



↓
hidroksiapatit

↓
ion hidrogen

↓
kalsium

↓
hidrogen fosfat

↓
air

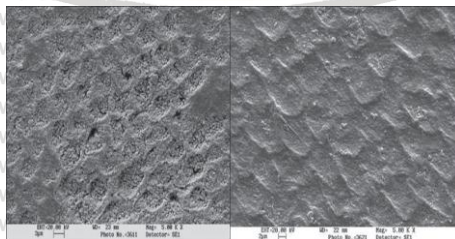
Pengikisan enamel secara mikroskopis sering tidak diperhatikan namun pengikisan pada tahap ini dapat menyebabkan rasa nyeri akibat rangsang suhu panas ataupun dingin (Setyaningsih, 2010). Jika proses terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan lesi karies dini pada gigi (Wibowo dkk., 2014). Faktor terjadinya demineralisasi adalah biofilm kariogenik yang mengandung *S. Mutans* dan *lactobacilli*, diet sukrosa yang terfermentasi, produk asam, laju aliran saliva yang rendah, kapasitas buffer yang rendah pada saliva dan cairan biofilm, penurunan kebersihan oral, serta kandungan mineral yang tidak adekuat pada saliva dan cairan biofilm (Usha & Sathyanarayanan, 2009). Selain itu demineralisasi juga dapat terjadi akibat makanan dan minuman yang asam. Makan dan minuman tersebut dapat menurunkan pH rongga mulut (Setyaningsih, 2010).

2.5 Remineralisasi

Remineralisasi dapat didefinisikan sebagai suatu penempatan mineral anorganik di daerah yang sebelumnya telah kehilangan mineral-mineral tersebut (Kidd *et al.*, 2013). Proses remineralisasi dapat terjadi jika pH dinetralkan dan terdapat ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} dalam jumlah yang cukup. Pelarutan apatit dapat menjadi netral dengan buffering, dengan kata lain Ca^{2+} dan HPO_4^{3-} pada saliva dapat mencegah proses pelarutan tersebut. Ini dapat membangun kembali bagian-bagian kristal apatit yang larut. Selama erupsi gigi terdapat proses mineralisasi berlanjut yang disebabkan adanya ion kalsium dan fosfat dalam saliva. Pada mulanya apatit enamel terdiri dari ion karbonat dan magnesium namun mereka sangat mudah larut bahkan pada keadaan asam yang lemah. Sehingga terjadi pergantian, yakni hidroksil dan fluoride menggantikan karbonat dan magnesium yang telah larut, menjadikan enamel lebih matang dengan resistensi terhadap asam yang lebih besar. Jika ion asam dinetralkan dan Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} dapat ditahan, maka remineralisasi dapat terjadi (Rahayu, 2013)

Gambar 2.4 Remineralisasi Enamel Setelah Demineralisasi

a. Demineralisasi b. Remineralisasi



a

b

(Vashisht *et al.*, 2010)

2.6 Kekasaran Enamel

Enamel yang terpapar oleh asam baik karena hasil produksi mikrobal biofilm ataupun karena konsumsi oral, mineral yang ada di permukaan kristal akan mengalami reaksi demineralisasi yang kemudian akan larut dan mengecilkan ukuran kristal, sehingga hal ini dapat memperbesar jarak *intercrystalline* dan pada akhirnya jaringan menjadi porus. Peningkatan porositas permukaan enamel secara klinis dapat dilihat dengan adanya *white spot*. Pola kelarutan enamel tergantung dari arah kristal hidroksiapatit sebagai penyusun enamel. Kristal dengan arah sumbu panjang tegak lurus pada garis permukaan akan mengalami kelarutan lebih cepat dibandingkan dengan kristal yang arah sumbu panjangnya sejajar dengan garis permukaan enamel. Perbedaan kecepatan kelarutan ini akan menyebabkan timbulnya permukaan enamel tidak merata. Jaringan enamel yang porus dan permukaan yang tidak rata akan menghasilkan permukaan enamel yang kasar. Kekasaran permukaan juga mempengaruhi penampilan estetik, stabilitas warna, dan pembentukan biofilm (Mulky *et al.*, 2014).

2.7 Uji Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness Tester*)

Permukaan suatu benda kerja dari hasil pengerjaan mesin maupun yang lainnya tentu akan mempunyai kekasaran pada permukaan benda tersebut, baik yang bergelombang maupun yang rata. Kekasaran permukaan benda kerja tersebut dapat diukur menggunakan alat yang biasa disebut *surface roughness tester*. Alat penguji kekasaran pada penelitian ini menggunakan *surface roughness tester* Mitutoyo SJ-210 yang dimiliki oleh Lab. Metrology Industry

Universitas Brawijaya. Surtest SJ-210 ini dirancang sebagai alat pengukuran kekasaran permukaan yang mudah digunakan dan dapat digunakan dimanapun. Alat ini juga memiliki beberapa standar yang dapat diatur sesuai kebutuhan, diantaranya : JIS (JIS-B0601-2001, JIS-B0601-1994, JIS B0601-1982), VDA, ISO-1997, dan ANSI. Pada penelitian ini menggunakan standar ISO 1997 yang sudah diatur oleh Lab. Metrology Industry Universitas Brawijaya. Dan pada hasil yang didapat bukan hanya sebuah hasil perhitungan kekasaran permukaan saja, tetapi Surftest SJ-210 juga dapat menampilkan hasil perhitungan sectional dan profil yang dinilai, kurva beban, dan kurva distribusi amplitude (Rusdianto, 2018).

2.8. Karakterisasi dengan XRF

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan salah satu metode analisis yang digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif. Menganalisis jenis unsur dan menentukan konsentrasi unsur dalam bahan. Kecepatan dalam penggunaan metode XRF dan dalam pengaplikasiannya tidak memerlukan sampel dan dipilih untuk aplikasi dilapangan dan di industri untuk kontrol material. XRF dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber *electron* dengan energi yang tinggi (Wahyuni dkk., 2015). Dasar analisis alat XRF adalah pencacahan sinar-X yang dipancarkan oleh suatu unsur akibat pengisian kembali kekosongan electron pada orbital yang lebih dekat dengan inti atom (kulit K) oleh elektron yang terletak pada orbital yang lebih luar. Kekosongan elektron ini terjadi karena eksitasi elektron. Pengisian elektron pada orbital K akan

menghasilkan spektrum sinar-X deret K, pengisian elektron pada orbital berikutnya menghasilkan spektrum sinar-X deret L, deret M, deret N dan seterusnya (Fitri, 2016).

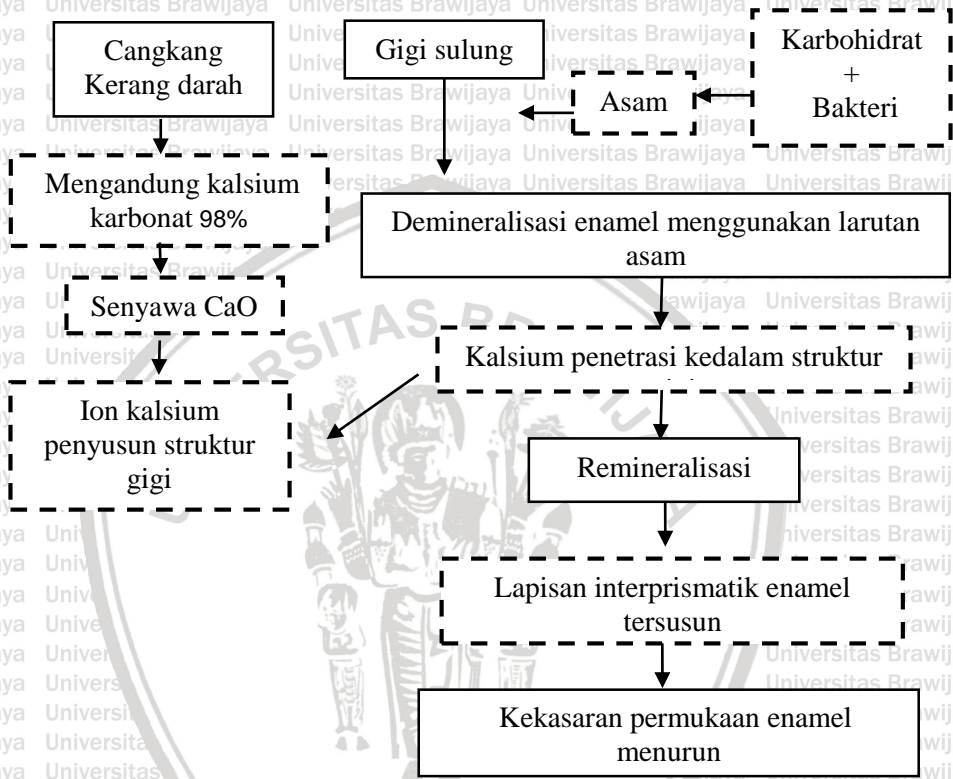
Gambar 2.5 Xray Fluorescence



(Krisnawan, 2009)

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Keterangan :

: Variabel yang akan diteliti
 : Variabel yang tidak diteliti
→ : Hubungan antar variabel



Gigi sulung mengalami proses demineralisasi atau hilangnya ion-ion mineral pada permukaan gigi akibat asam yang dihasilkan dari metabolisme karbohidrat oleh bakteri. Demineralisasi awal ditandai dengan pelunakan permukaan dengan adanya pelarutan tepi prisma tanpa terbentuk lesi dibawahnya. Bila proses berlanjut, maka akan terjadi kekasaran permukaan enamel. Penghambatan proses demineralisasi enamel dilakukan dengan *intake* ion penyusun struktur gigi yang cukup, salah satunya menggunakan ion kalsium sebagai penyusun utama struktur enamel gigi. Kalsium dapat diperoleh dari cangkang kerang darah yang diperoleh dari proses kalsinasi untuk menghasilkan ion kalsium sebagai zat utama penyusun struktur enamel gigi. Kalsium dari cangkang kerang darah berpenetrasi kedalam struktur enamel gigi dan menyusun lapisan interprismatik enamel, maka terjadi proses remineralisasi yang dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kekasaran pada enamel.

3.2 Hipotesis penelitian

Kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*)

berpengaruh terhadap kekasaran permukaan enamel gigi

sulung.





BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan rancang bangun *true experimental randomized post test only controlled group design* secara *in vitro* untuk mengetahui pengaruh pemberian kalsium pada cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran enamel gigi sulung.

4.2. Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah gigi insisivus sulung rahang bawah yang diindikasikan untuk diekstraksi dari Departemen IKGA Rumah Sakit Pendidikan Universitas Brawijaya Malang.

4.2.1. Cara Pemilihan Sampel

Sampel dipilih dengan menggunakan teknik *Simple Random Sampling*. Dengan kriteria inklusi dan eksklusi sampel penelitian yang bertujuan untuk membuat homogen sampel

penelitian yang akan digunakan. Hal tersebut dikarenakan homogenitas sampel penelitian merupakan syarat yang digunakan pada penelitian eksperimental untuk mencegah terjadinya bias.

4.2.2. Kriteria Sampel

Kriteria inklusi:

1. Gigi insisivus sulung rahang bawah tanpa karies
2. Gigi insisivus sulung rahang bawah tanpa defek enamel
3. Gigi insisivus sulung rahang bawah memiliki kekasaran awal $1,64 \pm 0,62 \mu\text{m}$ (Rajen, 2017)

Kriteria eksklusi:

1. Gigi insisivus sulung rahang bawah dengan atrisi, fraktur, dan erosi
2. Gigi insisivus sulung rahang bawah dengan anomali morfologi

4.2.3. Pembagian Kelompok Sampel Enamel dan Perlakuan

Sampel kemudian dibagi menjadi 5 kelompok yaitu, pada kelompok kontrol negatif (K-) enamel gigi sulung diberi perlakuan tanpa demineralisasi dan tanpa ion kalsium dari cangkang kerang darah. Pada kelompok positif (K+) enamel

gigi sulung diberi perlakuan demineralisasi dan tanpa ion kalsium dari cangkang kerang darah. Pada kelompok perlakuan

1 (P1) enamel gigi sulung diberi perlakuan demineralisasi dan

kemudian diberi ion kalsium dari cangkang kerang darah

dengan konsentrasi gliserol 1 mmol. Kelompok perlakuan 2

(P2) enamel gigi sulung diberi perlakuan demineralisasi dan

kemudian diberi ion kalsium dari cangkang kerang darah

dengan konsentrasi gliserol 3 mmol. Kelompok perlakuan 3

(P3) enamel gigi sulung diberi perlakuan demineralisasi dan

kemudian diberi ion kalsium dengan konsentrasi gliserol 5

mmol (Walupi *et al*, 2014)

4.2.4 Estimasi Jumlah Pengulangan

Jumlah pengulangan penelitian menggunakan rumus

Federer (Walupi, 2014) adalah sebagai berikut:

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

$$(n-1)(5-1) \geq 15$$

$$4(n-1) \geq 15$$

$$n \geq 4,75 \rightarrow \text{dibulatkan menjadi } 5$$

Keterangan

t = jumlah kelompok = 5

n = jumlah pengulangan

Hal tersebut berarti dilakukan minimal 5 kali pengulangan, sehingga dibutuhkan sejumlah 25 potongan enamel gigi.

4.3. Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam merupakan variable yang memberikan pengaruh, hubungan, atau perubahan bagi variable lainnya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kalsium dengan dosis 1 mmol, 3 mmol, dan 5 mmol.

4.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang memperoleh dampak perubahan atau pengaruh dari variabel penelitian lainnya. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan enamel pada gigi sulung.

4.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah kriteria sampel gigi.

4.4 Lokasi Penelitian

Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang,
Laboratorium Sentral Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Negeri Malang, Laboratorium Teknik Mesin,
Departemen IKGA Rumah Sakit Pendidikan Universitas Brawijaya
Malang, Laboratorium Biokimia Universitas Brawijaya.

4.5 Alat Dan Bahan Penelitian

4.5.1 Kalsinasi Dan Pengolahan Kalsium

Alat :

1. Batu Tahan Api
2. Tungku Kalsinasi
3. Timbangan
4. XRF
5. Botol
6. Gelas ukur
7. Spatula
8. Pipet

Bahan :

1. Aquades
2. Aquabides
3. Cangkang kerang darah
4. Sticker label
5. Gliserol
6. Kapas

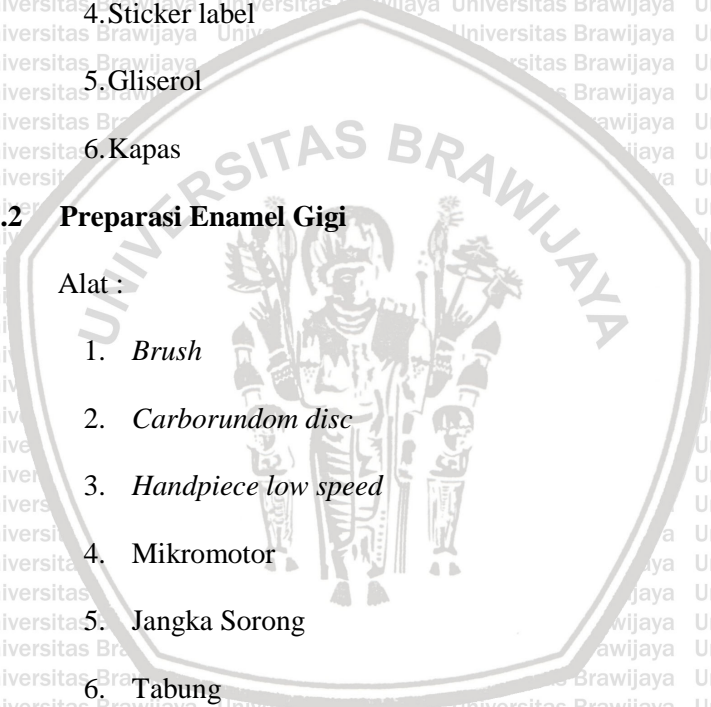
4.5.2 Preparasi Enamel Gigi

Alat :

1. *Brush*
2. *Carborundom disc*
3. *Handpiece low speed*
4. Mikromotor
5. Jangka Sorong
6. Tabung

Bahan :

1. Gigi insisivus sulung
2. *Pumice*
3. Alkohol 70%



4. Larutan salin

5. Kapas

4.5.3 Proses Pembuatan Demineralisasi Enamel

Alat :

1. Tabung organ

2. Pinset

3. Gelas ukur

Bahan :

1. Aquades

2. Stiker label

3. 2,2 mmol/L CaCl_2

4. 2,2 mmol/L KH_2PO_4

5. 50 mmol/L Asam Asetat

6. KOH

4.5.4 Pengaplikasian Kalsium pada Enamel Gigi dan

Pengukuran Enamel Gigi

Alat:

1. Tabung organ

2. Gelas ukur

3. Pinset

4. Roughness Tester (Ra)

Bahan :

1. Aquades

2. Kalsium

4.6 Definisi Istilah/Operasional

Tabel 4.1 Definisi operasional, alat ukur, cara ukur, hasil ukur, dan skala ukur variabel bebas dan tergantung penelitian

Jenis Variabel	Variabel	Indikator	Definisi	Alat Ukur	Gambaran/ Nilai Standar
Variabel bebas	Kalsium	CaO	Larutan remineralisasi dari campuran serbuk CaO hasil kalsinasi dan pelarut gliserol dengan konsentrasi CaO 1 mmol, 3 mmol, dan 5 mmol sebagai takaran	XRF	Unsur Ca teridentifikasi dengan kadar tertentu



Variabel terikat	Reminer a-lisasi enamel	Kekasaran permukaan enamel	Struktur mikro enamel yang berhubungan dengan gaya geser enamel	Surfaces Roughness tester dengan parameter	Nominal (μm)
------------------	-------------------------	----------------------------	---	--	---------------------------

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Penyajian Sampel

Limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) diambil dari tempat pelelangan ikan Cemandi Kecamatan Sedati Sidoarjo karena tempat tersebut merupakan tempat yang selalu ada transaksi kerang darah setiap harinya dan tempat tersebut merupakan pusat transaksi hasil perikanan di Sidoarjo yang mempunyai akses langsung dengan muara pantai timur Sidoarjo.

4.7.2 Kalsinasi Cangkang Kerang

Limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebanyak 2 kg dibersihkan dengan akuades dan dikeringkan pada temperatur ruang. Selanjutnya, kalsinasi dilakukan terhadap sampel tersebut pada temperatur 1000 °C selama 5 jam (Ningsih, 2014). Setelah itu, CaO hasil kalsinasi dikarakterisasi dengan menggunakan XRF lalu disimpan di dalam botol. Serbuk CaO hasil kalsinasi dilarutkan dengan gliserol sesuai dosis: 1 mmol, 3

mmol, dan 5 mmol. Pelarutan dilakukan dengan cara menakar gliserol dan aquades ke dalam gelas ukur menggunakan pipet sesuai perbandingan serbuk lalu diaduk menggunakan spatula hingga homogen dan disimpan di dalam botol yang diberi label (Walupi *et al.*, 2014).

4.7.3 Preparasi Enamel Gigi

Sampel gigi berupa 25 gigi insisivus sulung sesuai kriteria inklusi yang diperoleh dari Departemen IKGA Rumah Sakit Pendidikan Universitas Brawijaya. Gigi direndam dalam larutan normal saline 0,9%, gigi dibilas dengan *aquadest*. Masukkan seluruh gigi ke dalam wadah yang berisi *aquadest*. Lakukan pengulangan sebanyak 2x, hingga permukaan gigi bersih. Gigi dikeringkan. Ambil gigi satu persatu dengan pinset, lalu keringkan dengan tisu dan *chip blower*. Akar gigi dipotong menggunakan mikromotor *low speed* dengan *Carborundum Disc*, hingga tersisa mahkota. Permukaan sampel dibersihkan dengan *pumice* dengan *brush* mikromotor selama 3 menit, hingga mendapatkan permukaan yang bersih dari debris (Medina, 2013).

4.7.4 Proses Demineralisasi

Sampel dilakukan *pH-Cycling* dan akan membentuk *caries-like lesion*. Diawali dengan perendaman pada larutan demineralisasi terdiri dari 2,2 mmol/L CaCl_2 , 2,2 mmol/L KH_2PO_4 dan 50 mmol/L asam asetat dan ditambahkan KOH agar mendapatkan pH 4,06. (Fidya dkk., 2015). Larutan tersebut digunakan untuk membentuk *caries-like lesion* dengan kriteria secara visual lesi permukaan gigi mengalami perubahan warna menjadi putih/*opaque* dari sebelumnya dan dapat dilihat secara jelas setelah gigi dikeringkan. Sampel direndam dalam larutan demineralisasi 20 mL selama 1 jam, 3 kali sehari. Proses tersebut diulang selama 5 hari (Visveswaraiiah *et al.*, 2014)

4.7.5 Pengaplikasian Kalsium Pada Enamel Gigi

Sampel kelompok kontrol akan direndam pada larutan akuades selama 14 hari, sampel kelompok perlakuan 1,2 dan 3 seluruh permukaannya direndam dalam larutan kalsium dengan konsentrasi 1mmol, 3mmol, dan 5mmol pada tabung. Berdasarkan rumus molaritas dibawah ini :

$$\text{Massa CaO/L} = \text{mol} \times \text{Mr CaO}$$

Sehingga diketahui bahwa 1 mmol dibutuhkan 0,056 gram, 3 mmol dibutuhkan 0,168 gram, 5 mmol dibutuhkan 0,28 gram dan dilarutkan dengan gliserol sebanyak 10 ml tiap dosis dan direndam selama 14 hari, dikarenakan proses remineralisasi akan terjadi pada jangka waktu tersebut (Widyaningtyas *et al.*, 2014).

4.7.6 Uji Kekasaran Enamel Gigi

Uji kekerasan enamel gigi diukur pada saat diberikan kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Prosedur pengukuran kekasaran permukaan enamel gigi yaitu menyiapkan alat dan benda kerja, kemudian mengatur alat *Surface Roughness Tester*. Setelah itu, menentukan *sampling leght* (Standar ISO 1997, *profil roughness*, parameter Ra, Rz, dan Rq). Menentukan jumlah pengambilan titik pada setiap sampel dan memastikan kondisi *detector* tetap sesuai kondisi yang benar. Setelah itu, kembali ke halaman utama pada *display unit* dan menekan tombol [START/STOP] lalu menunggu sampai *detector* berhenti bergerak dan mencatat hasil pengukuran. Tahap selanjutnya menyimpan data dan melakukan pengukuran sebanyak 3 kali pada setiap sampel. Ulangi langkah dari awal memastikan *detector* hingga

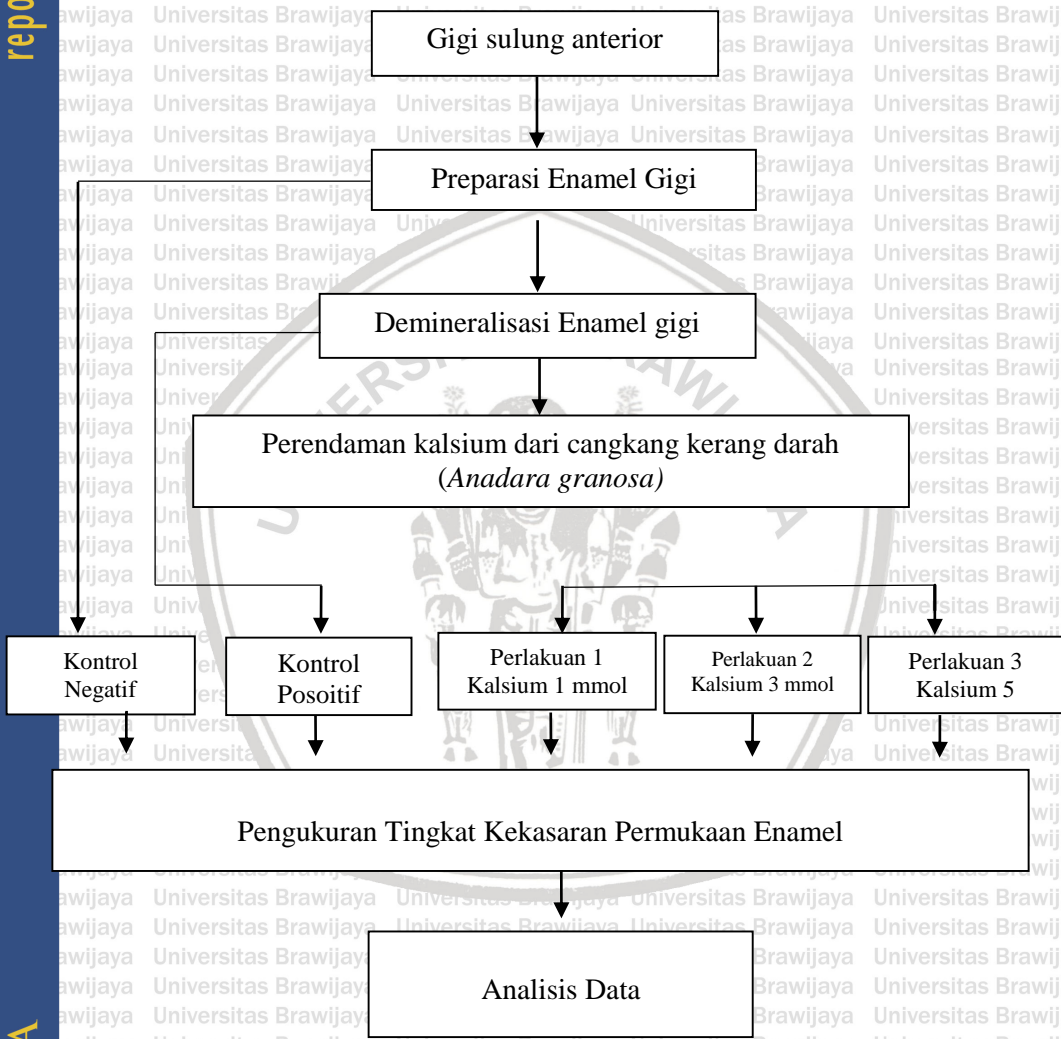
menyimpan data hasil pengukuran pada titik pengukuran yang berbeda. Jika semua titik pengukuran telah selesai diukur, matikan

Surface Roughness Tester (Rusdianto, 2018)

4.8 Analisis Data

Parameter yang diukur adalah tingkat kekasaran permukaan enamel gigi sulung post-remineralisasi. Setelah didapatkan data, hasil penelitian dilakukan uji distribusi normalitas dan homogenitas varian menggunakan *Shapiro Wilk* dan *Levene Homogeneity Test*. Apabila data terdistribusi normal dan homogen, data dianalisa dengan *one way ANOVA* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Tukey* serta uji kolerasi *Pearson*. Apabila data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen maka akan dianalisis menggunakan *Kruskal Wallis* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Mann Whitney* serta uji kolerasi *Spearman*.

4.9 Alur Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Karakterisasi *X-Ray Flourescence* (XRF)

Karakterisasi dengan menggunakan XRF bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur yang terdapat pada sampel yang telah dikalsinasi pada suhu 1000°C selama 5 jam. Pada Tabel 5.1 ditunjukkan unsur-unsur yang terkandung pada sampel secara kuantitatif.

Tabel 5.1 Hasil Karakterisasi XRF Cangkang Kerang Darah

(Anadara granosa)

Compound	Conc (%)	Methods
Ca	98,88 %	XRF
Fe	0,075%	
Co	0,091%	
Cu	0,03%	
Sr	0,67%	
Er	0,1%	
Lu	0,16%	

Berdasarkan tabel, diatas teridentifikasi unsur kalsium dalam sampel yang telah dilakukan kalsinasi sebesar 98,88% dan unsur lain

seperti Fe, Co, Cu, Sr, Er, dan Lu yang tidak lebih dari 1%. Hal ini menunjukkan bahwa pada sampel cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung unsur kalsium yang tinggi sehingga cangkang kerang darah ini dapat dijadikan bahan remineralisasi.

5.1.2 Hasil Uji Kekasaran Permukaan Enamel Gigi Sulong

Sampel pada 5 kelompok penelitian ini diuji nilai kekasaran permukaan enamel gigi menggunakan *Surface Roghness Tester*. Pada tabel 5.2 menunjukkan nilai kekasaran permukaan enamel gigi sulong dari setiap kelompok

Tabel 5.2 Nilai Rerata Kekasaran (Ra) Permukaan Enamel Gigi

Kelompok	Nilai Rerata Kekasaran Permukaan Enamel Gigi	Standar Deviasi
Kontrol negatif	1,153 μm	0.147
Kontrol positif	1,286 μm	0,208
Perlakuan 1	0,759 μm	0.125
Perlakuan 2	0,857 μm	0.046
Perlakuan 3	1,084 μm	0.137



5.2 Hasil Analisis Data

5.2.1 Hasil Uji Normalitas

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Uji normalitas terpenuhi jika nilai signifikan hasil perhitungan $p > 0,05$, berdasarkan hasil uji normalitas didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,875. Jika nilai signifikansi dibandingkan dengan $p = 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari pada 0,05, sehingga dari penelitian ini dapat diketahui bahwa uji normalitas telah terpenuhi dan data berdistribusi normal.

5.2.2 Hasil Uji Homogenitas Ragam

Pengujian homogenitas ragam dilakukan dengan menggunakan *Levene's Statistic Test*. Uji homogenitas ragam dikatakan terpenuhi jika nilai signifikansi hasil perhitungan $p > 0,05$. Berdasarkan hasil uji homogenitas ragam didapatkan koefisien statistik *Levene* sebesar 0,088. Jika nilai signifikansi dibandingkan dengan $p = 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari pada 0,05, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui bahwa uji homogenitas ragam telah terpenuhi.

5.2.3 Hasil Uji *One Way Anova*

Setelah kedua pengujian yang melandasi uji *one way Anova* telah terpenuhi, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui perubahan nilai kekasaran permukaan enamel gigi sulung. Berdasarkan hasil uji *one way Anova* di dapatkan signifikansi sebesar 0,000 dimana lebih kecil dari pada $p = 0,05$, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada

perendaman enamel gigi dalam larutan kalsium terhadap nilai kekasaran permukaan enamel gigi. Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan nilai kekasaran permukaan enamel gigi pada tiap kelompok.

5.2.4 Hasil Uji *Post-Hoc Tukey*

Analisis mengenai perbedaan rerata dari setiap kelompok dapat diketahui melalui metode *Post-Hoc Tukey*. Metode *Post-Hoc* yang digunakan adalah Uji HSD (*Honestly Significant Difference*) untuk mengetahui kelompok manakah yang berbeda secara signifikan. Pada uji ini, suatu data dikatakan berbeda secara bermakna apabila nilai signifikansi $p < 0.05$ serta pada interval kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil uji *Post-Hoc Tukey* didapatkan kekasaran yang signifikan dengan perlakuan 1, perlakuan 2, perlakuan 3 dan kontrol karena memiliki sig. atau $p\text{-values} < 0,05$. Namun hanya perlakuan 3 memberikan perbedaan yang tidak signifikan dengan kontrol karena memiliki nilai sig. $> 0,05$.

5.2.5 Hasil Uji Korelasi *Pearson*

Uji korelasi *Pearson*, didapatkan uji kekasaran dengan dosis bernilai positif yaitu 0,789 yang artinya mempunyai hubungan yang berbanding lurus, saat variabel X (Dosis semakin tinggi, maka variabel Y (kekasaran) akan semakin meningkat). Koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya hubungan antara variabel X (dosis) dengan variabel Y (kekasaran) dengan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,789. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel dosis dengan kekasaran termasuk kategori

yang kuat. Hubungan variabel dosis dengan kekasaran memiliki hubungan yang signifikan karena memiliki $p\text{-value}$ $(0,000) < 0,05$ (5%).

5.2.6 Hasil Uji Regresi

Uji Regresi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar hubungan konsentrasi kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran permukaan enamel. Dari hasil uji Regresi didapatkan nilai $R\text{ square}$ (R^2) sebesar 0.623 yang berarti bahwa pengaruh kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kekasaran permukaan enamel gigi sebesar 62%.



BAB VI

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil uji kekasaran menunjukkan adanya perbedaan rerata nilai ukuran kekasaran permukaan enamel gigi pada tiap kelompok, yang dimana terjadi penurunan nilai rata-rata kekasaran pada kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2. Hal ini dikarenakan penurunan nilai kekasaran permukaan enamel gigi dimulai pada kelompok perlakuan 1 yaitu konsentrasi 1 mmol. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mmol dapat meremineralisasi enamel gigi secara efektif. Konsentrasi efektif dari kalsium yang dibutuhkan untuk remineralisasi enamel 1-3 mmol sedangkan kelompok perlakuan 3 yang menggunakan konsentrasi 5 mmol terjadi peningkatan nilai kekasaran permukaan enamel gigi, hal ini juga sesuai dengan konsentrasi normal total kalsium yang berada di saliva adalah 1-2,5 mmol/L (Satira, 2017).

Pada hasil uji XRF (*X-Ray Fluorescence*), cangkang kerang darah yang telah dikalsinasi mengandung kadar kalsium yang cukup tinggi yaitu 98,88%. Cangkang kerang darah yang telah dikalsinasi menghasilkan serbuk CaO dengan karakteristik berwarna putih dan tidak berbau. Warna putih dari serbuk menunjukkan bahwa CaCO_3 (Kalsium karbonat) telah terlepas dan hanya tersisa CaO (Kalsium oksida). CaO dengan pelarutan gliserol akan melepaskan ion kalsium



yang dapat berdifusi ke dalam enamel gigi sehingga dapat menghambat penguraian hidroksiapatit (Walupi, 2015).

Hasil uji kekasaran, pada kelompok kontrol positif terdapat peningkatan nilai kekasaran. Kekasaran enamel yang meningkat pada kelompok kontrol positif dikarenakan terjadi pelepasan mineral (demineralisasi) pada permukaan enamel akibat perendaman asam. Perendaman pada larutan asam akan mengakibatkan ion hidrogen dan ion fosfat berikatan pada hidroksiapatit menjadi $H(PO_4)^{2-}$ dimana ion tersebut tidak dapat seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal karena hidroksiapatit normal mengandung PO_4^{3-} dibandingkan dengan $H(PO_4)^{2-}$ sehingga sebagian kristal hidroksiapatit enamel akan larut (Rasyid, 2017). Demineralisasi yang terus menurun akan membentuk pori-pori kecil atau porositas pada permukaan enamel yang sebelumnya tidak ada. Porositas akan menyebabkan kekasaran enamel gigi. Penurunan nilai kekasaran gigi setelah direndam larutan asam kemungkinan karena larutan asam lebih cepat berdifusi ke dalam enamel gigi sehingga menyebabkan peningkatan kekasaran pada permukaan enamel gigi dan pengeroposan didaerah lebih dalam akibat pH yang sangat rendah. Kekasaran ini kemungkinan ditimbulkan karena terbentuknya *microspace (microporosity)* pada permukaan enamel gigi (Disai, 2011). Meningkatnya kekasaran permukaan enamel akan mengakibatkan risiko perlekatan dan kolonisasi bakteri yang akhirnya akan meningkatkan demineralisasi dan infeksi pada gingiva (Rajen, 2017).

Hasil uji *one way Anova* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada perendaman enamel gigi dalam larutan

kalsium terhadap nilai kekasaran permukaan enamel gigi. Dengan kata lain, terdapat pengaruh yang signifikan nilai kekasaran permukaan enamel gigi pada tiap kelompok. Adanya penurunan nilai kekasaran permukaan enamel gigi pada tiap kelompok disebabkan oleh penetrasi kalsium kedalam lapisan interprismatik enamel yang dinamakan dengan proses remineralisasi. Proses remineralisasi ini dapat terjadi apabila terdapat kandungan kalsium yang cukup dalam lingkungan remineralisasi. Sebelum proses remineralisasi, dilakukan demineralisasi karena enamel yang terdemineralisasi akan menjadi porus dan keadaan porus akan memudahkan difusi penyerapan ion sehingga mempercepat proses remineralisasi. Proses remineralisasi dipengaruhi beberapa hal yaitu derajat keasaman daerah sekitar gigi (pH), waktu, konsentrasi dan viskositas larutan yang mengandung ion-ion pendukung remineralisasi (Widyaningtyas dkk, 2014).

Hasil uji *Post Hoc Tukey* didapatkan bahwa pada kelompok kontrol negatif dengan kontrol positif tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini terjadi perendaman enamel dalam larutan asam tidak mengalami peningkatan nilai kekasaran yang signifikan disebabkan oleh destruksinya permukaan enamel yang menyeluruh sehingga sudah tidak terbentuk pucak dan lembah pada permukaan enamel karena terpapas (Walupi, 2015). Pada kelompok kontrol positif dengan kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2 terdapat perbedaan yang signifikan. Hal tersebut terjadi karena mineral kalsium akan terdeposit pada lapisan permukaan mikroporositas, kemudian mineral berdifusi masuk kedalam mikroporositas enamel.

Mikroporositas enamel yang terjadi akan terisi kalsium dari larutan remineralisasi karena mikroporositas enamel hanya akan diisi dengan ion mineral yang memiliki jari-jari ionik yang sama dengan jari-jari ionik yang hilang, sehingga akan mempengaruhi nilai kekasaran permukaan enamel (Widyaningtyas dkk., 2014). Kelompok perlakuan 1 dan kelompok perlakuan 3 terdapat perbedaan yang signifikan yaitu $p\text{-value} < 0,05$. Hal ini dapat terjadi karena pada kondisi kalsium yang berlebih pada rongga mulut kalsium tidak akan terserap namun akan berdifusi ke lingkungan, sehingga pada kalsium dosis 5 mmol tidak berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan gigi dibandingkan dengan kalsium dosis 1 mmol dan dosis 3 mmol (Satira, 2017). Perbedaan nilai kekasaran bias terjadi karena terdapat perbedaan jumlah kandungan kalsium pada tiap kelompok. Dosis kalsium yang optimal untuk remineralisasi 1 mmol-3 mmol sesuai dengan halnya nilai konsentrasi kalsium pada saliva sebesar 1 mmol-2,5 mmol (Selviani, 2016).

Peningkatan nilai kekasaran permukaan enamel gigi yang terbentuk pada kelompok positif diakibatkan oleh pelepasan mineral dari enamel (demineralisasi). Kelompok positif direndam di dalam larutan tanpa pemberian kalsium sehingga terbentuk mikroporositas yang menyebabkan peningkatan nilai kekasaran pada permukaan enamel gigi. Proses demineralisasi enamel yang terjadi pada kelompok kontrol positif ini melalui proses difusi, yaitu proses perpindahan molekul atau ion yang larut dalam air ke atau dari dalam enamel karena ada perbedaan konsentrasi dari keasaman di permukaan dengan di dalam enamel gigi (Panigoro dkk, 2015).

Hasil uji korelasi *Pearson* didapatkan nilai signifikan dan arah korelasi positif, hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan pada pemberian kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap nilai kekasaran permukaan enamel gigi.

Berdasarkan hasil uji Korelasi *Pearson* dengan arah korelasi positif, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan berbanding lurus antara peningkatan konsentrasi kalsium dengan nilai kekasaran permukaan enamel gigi. Kekasaran enamel menurun secara signifikan pada kelompok perlakuan dengan dosis yang paling efektif pada perendaman kalsium 1 mmol, hal tersebut sesuai dengan penelitian Koulourides *et al*, (1961) dikutip oleh Walupi, (2015) bahwa larutan remineralisasi yang efektif mengandung kalsium dengan konsentrasi antara 1-3 mmol (Walupi, 2015). Sehubungan dengan jumlah kandungan kalsium yang terkandung pada saliva, kandungan kalsium yang berlebih pada mulut tidak akan diserap namun akan berdifusi ke lingkungan, oleh karena itu dosis kalsium 5 mmol kurang optimal sebagai larutan remineralisasi (Satira, 2017).

Hasil Uji Regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap rata-rata nilai kekasaran permukaan enamel adalah sebesar 62%. Remineralisasi dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti waktu perendaman, supersaturasi larutan terhadap gigi, laju endapan reaktan, dan *pH* larutan, jika faktor tersebut tidak memenuhi maka remineralisasi akan terhambat. Peran kalsium dalam proses remineralisasi ialah menghambat proses penguraian kristal

hidroksiapatit dan menyebabkan terjadinya *rebuilding* atau pembangunan kembali sebagian kristal hidroksiapatit yang larut. Difusi ion kalsium dipengaruhi oleh viskositas larutan, viskositas larutan yang baik untuk remineralisasi adalah viskositas yang rendah agar larutan dapat melakukan penetrasi ke dalam mikroporositas enamel. Larutan CaO dengan kandungan kalsium yang tinggi sebesar $98,66\% \pm 0,13\%$ memiliki viskositas yang rendah sehingga memungkinkan terjadinya proses remineralisasi yang optimal (Widyaningtyas dkk., 2014).

Dalam penelitian ini, bahwa konsentrasi kalsium yang optimal adalah 1-3 mmol. Kalsium dengan dosis 5 mmol akan meninggalkan kandungan kalsium yang berlebih pada rongga mulut, sehingga kalsium yang berlebih pada rongga mulut tidak akan terserap namun akan berdifusi ke lingkungan. Hal itu menyebabkan kalsium dengan dosis yang lebih tinggi dari 1-3 mmol tidak akan lebih optimal sebagai larutan remineralisasi enamel gigi.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa :

- Terdapat pengaruh kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap nilai kekasaran permukaan enamel gigi sulung.
- Nilai rata-rata kekasaran permukaan enamel gigi sebelum dilakukan perendaman kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) adalah 1,286 μm . Nilai rata-rata kekasaran setelah dilakukan perendaman kalsium cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dosis kalsium sebesar 1 mmol sebesar 0,759 μm , pada dosis kalsium 3 mmol sebesar 0,857 μm , dan pada dosis kalsium 5 mmol sebesar 1,084 μm .

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan bahwa :

- Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh perendaman gigi dalam larutan kalsium dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap susunan unsur dan senyawa enamel.



- Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan efektivitas remineralisasi antara kalsium tunggal dengan hidroksiapatit yang mengandung ikatan kalsium dan fosfat.
- Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai toksisitas dan efek samping larutan kalsium cangkang kerang darah apabila digunakan sebagai terapi pada manusia.



DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, I. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Sebagai Bahan Abrasif Dalam Pasta Gigi*. Jurnal Ilmiah. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Sulawesi.2017, hal. 50-51.

Aminabadi, N., Najafpour, E., Samiei, M., Erfanparas, L., Anoush, S., Jamali, Z., Azar, F.P., Oskouei, S.G. Laser-Casein phosphopeptide effect on remineralization of early enamel lesion in primary teeth. *Journal Biomaterials and Bioengineering in Dentistry*. 2015, 7(2) :e261-e267.

Anggo, S. Analisis Fisika Kimia dari Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Ilmiah*, Universitas Muhammadiyah Luwuk, Sulawesi.2017, hal. 69-71.

Arita, S., Adipati, A.S., Sari, D.P. Pembuatan Katalis Heterogen dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Diaplikasikan Pada Reaksi Transesterifikasi Dari Crude Palm Oil. *Jurnal Teknik Kimia*. 2014, (3) ; 31-32.

Arnaud, T.M.S, Neto, B.D.N., Diniz, F.B. Chitosan Effect On Dental Enamel De-Remineralization An In Vitro Evaluation. *Journal Of Dentistry*.2010, (38) : 848-852.

Aryati, E., Dharmayanti, AWS. Manfaat Teri Segar (*Stolephorus sp*) Terhadap Pertumbuhan Tulang dan Gigi. *Odonto Dental Journal*. Volume 1, Universitas Jember, Jawa Timur. 2014, hal. 53-54.

Avery, J.K., Jr.Chiego, D.J. 2012. *Essentials of Oral Histology and Embryology*. 3rd Ed. Canada: Mosby Elsevier.



Banerjee, A., Watson, T.F., 2014. *Pickard Manual Konservasi Restoratif*, 9th Ed., EGC., Jakarta, hal.1-3.

Combe, E.C., Burke, F.J.T., Douglas, W.H. 2013. *Dental Biomaterials*, Kluwer Academic, Boston

Dewanto ,R. Perbedaan Antara Perendaman Dalam Minuman Bersoda dan Jus Lemon Selama 30, 60, 120 Menit Terhadap Kekerasan Email Pada Permukaan Gigi. *Jurnal Ilmiah*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014,hal. 1-5.

Diaman. *Analisa Profil Protein Kerang Darah (Anadara granosa) yang Dipajan Ion Logam Timbal (Pb) dengan Variasi Konsentrasi*. Skripsi. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Semarang, hal. 5-6. 2016.

Disai, P. 2011. Dampak Konsentrasi Larutan Asam Cuka Dibawah 5% dan Lama Perendaman Terhadap Batas Keamanan dalam Kekerasan Gigi Permanen. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Jember. Universitas Jember

Fidya., Rachmawaty, R., Effendi, M.C , Dewi, N.K.A.F. The Effect Of NaF 5% and NanoNaF To The Permanent Tooth Endurance Toward Dental Caries. *Journal Of International Dental and Medical Research*, 2015, 3(2): 34-39.

Fitri, I. Analisis Kandungan Mineral Logam Singkapan Batuan Dikawasan Pertambangan Mangan Desa Kumbewaha Kecamatan Siotapina Kabupaten Buton Dengan Menggunakan Metode X_RF. Skripsi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. Universitas Haluoleo Kendari, hal. 15. 2016.

Gharechahi, M., Moosavi, H., Forghani, M., Effect of Roughness Tester and Materials Composition On Biofilm Formation. *Journal of biomaterials and nanobiotechnology*. 2012. 1:3(4a) : 541.

Hafisko, H., Ardiyanto., Trixi, M. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dalam Sintesis Hidroksisapatit Sebagai Bone Implan Untuk Kerusakan Tulang. Laporan Akhir Program Kreatifitas Mahasiswa, Bogor, Jawa Barat, 2014, hal. 9-10.

Harty, F.J. dan Ogston, R. 2012. Kamus Kedokteran Gigi. EGC., Jakarta , hal..56.

Hongini, S.Y. dan Aditiawarman, M. 2012. *Kesehatan Gigi & Mulut*. Bandung: Pustaka Reka Cipta.

Khalil, M. 2016. Bioekologi Kerang *Genus Anadara (Bivalvia : Archidae)*. Banda Aceh : Sefa Bumi Persada, 2016.

Kidd, E.A.M., Joyston-Bechal, S. 2012. *Dasar-Dasar Karies Penyakit dan Penanggulungan*. EGC., Jakarta, hal. 5-9.

Krisnawan, A. *Karakterisasi Sampel Paduan Magnesium Jenis AZ1D dengan Berbagai Variasi Waktu Milling Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) dan X-Ray Diffraction (XRD)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, hal. 23. 2009

Lynch, C.D., O'Sullivan, V.R., Dockery, P., McGillycuddy, C.T., Rees, J.S., Sloan, A.J. Hunter-Schreger Band Patterns and Their Implication for Clinical Dentistry. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2011, 38: 359-265. Doi:10.1111/j.1365-2842.2010.02162.x

Medina, F. 2013. *Perbedaan Pengaruh Pemberian Bahan Remineralisasi yang Mengandung Fluor dengan Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP) terhadap Kekerasan Permukaan Enamel Gigi*. Medan: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara.

Mitchell, L., Mitchell, D.A., McCaul, L. 2009. *Kedokteran Gigi Klinik: Semua Bidang Kedokteran Gigi. Ed 5*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Mulky, I, Rania, N., Nila, K. The Influence of Tomato Juice To whiten The Teeth. *Indonesian Scholar Jurnal* , 2014, 1 (45) : 1-2.

Muntamah. *Sintesis dan Karakteristik Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa)*. Tesis. Tidak

diterbitkan. Sekolah Pascasarjana Insitut Pertanian Bogor, Bogor. Hal. 5-7.2011.

Nastiti, A.D., Widyastuti., Laihad, F.M. Bioviabilitas Hidroksiapatit Ekstrak Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Terhadap Sel Punca Mesenkimal Sebagai Bahan *Graft* Tulang Alveol. Jurnal Penelitian, 2015, hal. 2.

Nasution, A.I. 2016. Jaringan Keras Gigi-Aspek Mikrostruktur Dan Aplikasi Reset. Buku ajar. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala. Hal. 2.

Ningsih, R.P., Wahyuni, N., Destiarti, L. Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Dengan Variasi Waktu Pengadukan. *Jurnal Ilmiah*, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2014, hal .22-23.

Nonong, Y. H., Sasmita, I. S., Satari, M. H. 2013. *Karies Gigi Anak*. Bandung: Celtics Press, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadran.

Nurmawlidina, M. F. 2017. *Pengaruh Pemberian Nanopartikel Kitosan Cangkang Udang (*Pandalus borealis*) Terhadap Ketahanan Kekerasan Mikro dan Morfologi Permukaan Enamel Gigi*. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya, Malang. Hal. 10-11.

Panigoro, S., Pangemanan, D.H.C., Juliatri. Kadar Kalsium Yang Terlarut Pada Perendaman Minuman Isotonik. *Journal E-Gigi*, 3(2) : 356-360.

Putong, D.C.P., Wowor, V.N.S., Wicaksono, D.A. *Gambaran Karies dan Kebutuhan Perawatan Restorasi pada Masyarakat di*

Kelurahan Papusungan Kecamatan Lembeh Selatan. Jurnal kedokteran gigi. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, 2013.

Putri, A.D. 2016. *Perbedaan Kekerasan Email Gigi Desidui Antara Sebelum Dan Sesudah Perendaman Dengan Beberapa Jenis Sediaan Susu*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa. Yogyakarta : Univerisitas Muhammadiyah Yogyakarta. Hal. 11.

Putri, M.H., Herijulianti, E., Nurjannah, N. 2012. *Ilmu Pencegahan Penyakit Jaringan Keras dan Jaringan Pendukung Gigi*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Rahayu, Y. Peran Agen Remineralisasi Pada Lesi Karies Dini. Jurnal Kedokteran Gigi. Universitas Jember, 2013, Vol. 10., No.1 :25-30.

Rajen, V. Perbedaan Kekasaran Permukaan Enamel Gigi Pada Penggunaan Karbamid Peroksida 16% Dengan Jus Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill, var. commune*) Sebagai Bahan Pemutih Gigi. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan, hal. 35-36. 2017.

Ramayanti, S., & Purnakarya, I. Peran Makanan Terhadap Kejadian Karies Gigi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2013, 7 (2) : 89-93.

Rasyid, Y. Uji Kadar Fosfat yang Terlarut dari Email Gigi Setelah Direndam dengan Ekstrak Alga Coklat Sargassum sp. Dan Padina sp. Skripsi. Universitas Hasanuddin, Makassar. Hal. 9. 2017.

Rizkqy, A. Studi Infiltrasi Tubulus Dentin Berbasis Hidroksiapatit Yang Berpotensi Untuk Terapi Dentin Hipersensitif. Skripsi.

Universitas Airlangga, Surabaya, hal. 7. 2012.

Rokhmah, A. Efek Pemberian Silika dari Limbah Sekam Padi (*Oriza satifa*) Terhadap Proses Remineralisasi Enamel Gigi. Skripsi

Tidak Diterbitkan. Jember : Universitas Jember. 2010.

Rusdianto, M. Pengaruh Minyak *Jatrhopha Curcas Linn* Terhadap Surface Roughness Dan Bentuk Geram Hasil Pembubutan

Titanium. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, hal. 18-19. 2018.

Sahara, R. 2011. *Komposisi Cangkang Kerang Darah*. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.

Satira, Divira Fanny. Pengaruh Kalsium dari Tulang Sapi Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Enamel Gigi (Kajian In Vitro).

Skripsi Tidak Diterbitkan. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Brawjiaya. 2017.

Scheid, R.C., Weiss, G. 2013. *Woelfel : Anatomi Gigi*. Th ed. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Selviani, Y. 2016. *Inorganic Component Of Saliva During Fasting And After Fast Break*. Journal of Dentomaxillofacial Science,

1 (2) : 277-281

Setyaningsih, M. *Perbedaan Tingkat Sensitivitas Dentin Pada Berbagai Tingkat Frekuensi Konsumsi Minuman Bersoda*.

Skripsi. Tidak diterbitkan, Universitas Diponegoro, Semarang, hal.9-10. 2010.

Sugiaman, V.K. Manfaat Keasaaman Yoghurt dalam Pencegahan Karies Gigi. Jurnal Ilmiah. Fakultas Kedokteran. Gigi.

Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2014, 3 (2) : 104.

Sumali, C., Hidayat, A., Kusnoto, J., Sudhana, W. *Effect of One-Step and Multi-Step Polishing System on Enamel Roughness. Journal of Dentistry Indonesia*, 2012, Vol. 19, No.3, 65-69.

Suwakbur, S. Perbandingan Efektivitas Buah Stroberi (*Fragaria x annanassea*) Dengan Buah Tomat (*Lucopersicon esculentum mill*) Sebagai Bahan Alam Pemutih Gigi Secara In Vitro. Skripsi. Universitas Hasanuddin, Makasar, hal. 6. 2015.

Usha, C., Sasthyarayanan, R., 2009. Dental Caries. A Complete Changover (Part I). Journal Of Conservative Dentistry. Vol 12. Hal. 47-50

Vashisht, R., Kumar, A., Indira, R., Srinivasan, M.R., Ramachandran, S. 2010. *Remineralization of Early Enamel Lesions Using Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate ; An Ex-Vivo Study*. Vol 1; 210-213. (Online) (<http://www.contemplindent.org/article.asp?issn=0976237X;year=2010;volume=1;issue=4;spage=210;epage=213;aurlast=Vashisht>, diakses 29 Maret 2018).

Visveswaraiah, P.M., Prasad, D., Johnson S. 2014. Chitosan-A Novel Way to Intervene in Enamel Demineralization – An In vitro Study. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(11): 617-627.

Wahyuni, S., Darvina, Y., Ramli. 2015. Optimalisasi Temperatur Kalsinasi Untuk Mendapatkan Kalsit CaCO₃ Dalam

Cangkang Pensi (*Corbicula moltikiana*) Yang Terdapat Di Danau Maninjau. *Pilar Of Physics*, (6) : 81-88.

Wala, H.C.H. 2014. Gambaran Status Karies Gigi Anak Usia 11-12 Tahun pada Keluarga Pemegang Jamkesmas di Kelurahan Tumantangtang Kecamatan Tomohon Selatan. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/egigi/article>. 28 Maret 2018

Walupi, R., Effendi, C., Kumala, Y.R. Pengaruh Kalsium Dari Cangkang Telur Ayam Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Enamel Gigi (Studi In Vitro). Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Universitas Brawijaya. Hal. 21-28. 2015.

Wibowo, J., Prabowo, P.B., Cevanti, T.A. *Kadar Kalsium Gigi Setelah Pengulasan Gel Ekstrak Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa)*. Jurnal Penelitian, 2014, 8 (2) : 37-39.

Widianisma, S.S. 2018. Perbedaan Kekasaran Permukaan Resin Akrilik Heat Cured Pada Pemolesan Menggunakan Bahan Abrasif Pumice Dan Bubuk Cangkang Kerang (*Anadara granosa*). Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Universitas Brawijaya. Hal. 33-35.

Widyaningtyas, V., Rahayu, Y.C., Barid, I. Analisis Peningkatan Remineralisasi Enamel Gigi setelah Direndam dalam Susu Kedelai Murni (*Glycine max (L.)Merill*) Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, Jember, Jawa Timur, 2014, hal.1-5

Wiryani, M., Sujatmiko, B., Bikarindrasari, R. Pengaruh Lama Aplikasi Bahan Remineralisasi Casein Phosphopeptide-

amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACPF) Terhadap Kekasaran Email. Artikel Ilmiah, Palembang, Sumatera Selatan, 2016, hal. 142.

Xuedong, Z. 2015. *Dental Caries: Principle and Management*. Berlin: Springer.

