

**APLIKASI GEL n-HA CANGKANG TELUR AYAM (*Gallus Sp*)
TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN
EMAIL GIGI SETELAH BLEACHING
HYDROGEN PEROKSIDA:
IN VIVO**



TIRTA ASPRIMI ANGRAENI

J025 17 1010

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



Optimization Software:
www.balesio.com

**APLIKASI GEL n-HA CANGKANG TELUR AYAM (*Gallus Sp*)
TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN EMAIL GIGI
SETELAH *BLEACHING HYDROGEN PEROKSIDA : IN VIVO***

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Profesi Spesialis
Bidang Ilmu Konservasi Gigi**

Disusun Dan Diajukan Oleh

TIRTA ASPRIMI ANGRAENI

J025 17 1010

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



Optimization Software:
www.balesio.com

PENGESAHAN TESIS

APLIKASI GEL n-HA CANGKANG TELUR AYAM (*Gallus sp*) TERHADAP
KEKERASAN DAN KEKASARAN EMAIL GIGI SETELAH BLEACHING
HYDROGEN PEROKSIDA : IN VIVO

Disusun dan diajukan oleh :

Tirta Asprimi Angraeni

J025 17 1010

Telah disetujui,

Makassar, 20 Januari 2020

Pembimbing I



drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG(K)
NIP. 19640518 199103 2 001

Pembimbing II



Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)
NIP. 19760327 200212 1 001

Mengetahui,



Optimization Software:
www.balesio.com

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS

PADA TANGGAL 16 JANUARI 2020

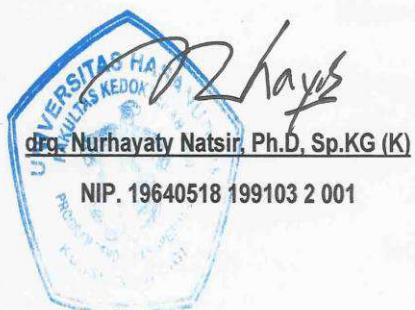
PANITIA PENGUJI TESIS

- Ketua : drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG (K)
Anggota : Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG (K)
: Dr. drg. Maria Tanumihardja, MDSc
: Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG (K)
: drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG (K)

MENGETAHUI

KETUA PROGRAM STUDI

PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS KONSERVASI GIGI



iv



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tirta Asprimi Angraeni

Nomor Mahasiswa : J025 17 1010

Program Studi : Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis

Bidang studi Konservasi Gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sangsi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2020

Yang Menyatakan

Tirta Asprimi Angreni



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum wr, wb

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam (*gallus sp*) terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan email gigi setelah *bleaching* hydrogen peroksida : *in vivo*”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. **drg. Muhammad Ruslin, M.Kes, Ph.D., Sp.BM (K)** sebagai dekan Fakultas Kedokteran Gigi Ulniversitas Hasanuddin periode 2019-2023 atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG (K)** sebagai pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG (K)** sebagai pembimbing II dan penasehat Akademik
4. yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG (K)** sebagai Ketua Program Studi Konservasi Gigi serta sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
6. **Dr. drg. Maria Tanumihardja, M.DSc,** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.



7. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG (K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
8. **drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG (K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran, dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
9. **Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M. Kes, Dr. drg. Hafsa Katu, M. Kes, Dr. drg. Indrya Kirana Mattulada, M.Kes** dan **drg.Noor Hikmah, Sp.KG** sebagai dosen yang selalu memberikan bimbingan dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
10. **Dr. Eng. Lukmanul Hakim Arma, ST. MT** dan staf Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik mesin Universitas Hasanuddin Makassar, yang telah banyak membantu dalam proses pengujian sampel.
11. Seluruh staf Laboratorium Biologi MIPA, Universitas Negeri Makassar yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan ekstrak dan penggerjaan hewan coba.
12. **Prof. Dr. Wiwik Misaco Yuniarti, drh., M.kes** dan staf Departemen Klinik Veteriner Fakultas kedokteran hewan Universitas Airlangga Surabaya yang telah banyak membantu dalam penelitian yang dilakukan terhadap Hewan coba.
13. **Drs. Siswanto, M.Si** dan staf laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan teknologi Universitas Airlangga Surabaya, yang telah banyak membantu dalam proses pengujian sampel.
14. Teman-teman residen Konservasi Gigi dan terkhusus saudara(i)ku angkatan 2017 (**Muflilha Siri, Dyna Puspasari, Nurwira, Arfina Sari Hamid, Bulkis Thahir, Nenny Athriana Farma, Muh. Yusran, Taufik Amrullah, Yakobus Yanni, Yennata Saputra, dan Prof. Ardo Sabir**).

terkhusus kepada :

Ayahanda tercinta dan Ibunda **Alm. Ir. H. Hardi Rachman, MT.** dan **Hj. Hardayan, SE,** serta adik- adikku tersayang **dr.**



Wahyudi Hardi, M. Kes , Try Harto Hardi, dr. Dewy Rathib Ibrahim yang telah memberikan Doa yang tidak putus – putusnya dukungan moril maupun materil selama penulis menjalani proses Pendidikan.

- Suami tercinta **Mayor laut Benny Fernando, S.AP**, Anak – anakku tersayang **Brathaya Alteza Fernando** dan **Bhardivanov Arfaloh Fernando**, terima kasih atas segala doa untuk Bunda, cinta kasih untuk bunda selalu menjadi semangat Bunda, dan dukungan selama menuntut ilmu.
- Seluruh keluarga besar, saudara, sahabat, teman dan orang – orang tersayang yang selalu menjadi **Matahariku** terima Kasih atas semua cinta, kasih sayang, inspirasinya dan selalu berada disisi penulis, **(Rahmi, Sexy6, Sujar)** bantuan dan kerjasamanya selalu mendoakan yang terbaik, terima kasih untuk Semuanya.

Akhirnya dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, ridha dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat.

Makassar, Januari 2020

Tirta Asprimi Angraeni



ABSTRAK

Tirta Asprimi Angraeni. Aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam (*gallus sp*) terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan email gigi setelah *bleaching* hydrogen peroksida : *in vivo*. (Dibimbing oleh **Nurhayaty Natsir dan Aries Chandra Trilaksana**)

Latar belakang : Perawatan bleaching merupakan salah satu parawatan untuk meningkatkan estetik, karena dianggap perawatan minimal invasive. Selain mencerahkan gigi, bahan bleaching dapat juga menderemineralisasi yang menyebabkan perubahan struktur pada email. **Tujuan :** untuk mengetahui bagaimana Aplikasi gel n-HA hasil sintesis cangkang telur ayam (*gallus sp*) dan CPP-ACP terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan email gigi setelah *bleaching* dengan hydrogen peroksida. **Metode :** Sample Gigi incisivus hewan coba kelinci, dibagi menjadi 6 kelompok perlakuan. Sample kemudian diaplikasikan 0,5 -1 ml hydrogen peroksida 40% (*opalescence boost-Ultradent*) 2 kali selama 20 menit pada pagian bukal gigi incisivus hewan coba kelinci, kemudian Kelompok I dan II diaplikasikan Gel n-HA cangkang telur (*Gallus Sp*) kemudian kelompok III dan IV diaplikasikan CPP-ACP (*Tooth Mouse, GC*) selama 30 menit, 7 hari berturut – turut, sedangkan kelompok V dan VI sebagai kontrol yang tidak diberi perlakuan. Semua kelompok dilakukan pengukuran kekerasan dengan menggunakan *Vickhers Hardness tester* dan kekasaran permukaan menggunakan *confocal laser scanning electron microscopy (CLSM)*. Data dikumpulkan dan dianalisa menggunakan *Shapiro-wilk test*, *Repeated Anova Test* dan *Least Significance Different test*. **Hasil :** Terjadi peningkatan kekerasan pada kelompok gel n-HA cangkang telur dengan nilai kekerasan sebesar 341,00 Hvn dan kelompok CPP-ACP dengan nilai kekerasan 210,00 Hvn. Untuk kekasaran juga terjadi penurunan kekasaran pada tiap kelompok, namun nilai kekasaran terendah pada kempok Gel n-HA cangkang telur dengan nilai kekasaran sebesar 1,96 μm . Berdasarkan hasil uji statistic ditemukan perbedaan yang signifikan antara tiap kelompok perlakuan baik pada uji kekerasan dan kekasaran dengan nilai $p > 0,05$. **Kesimpulan :** Gel n-HA cangkang telur ayam (*Gallus Sp*) efektif dalam peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran permukaai email gigi setelah bleaching dengan hydrogen peroksida.



ABSTRACT

Tirta Asprimi Angraeni. Application of chicken eggshell n-HA gel (*gallus sp*) against hardness and surface roughness of tooth enamel after hydrogen peroxide bleaching: *in vivo*. (Supervised by Nurhayaty Natsir and Aries Chandra Trilaksana)

Background: Bleaching treatment is one of the treatments to improve aesthetics, because it is considered to be a minimally invasive treatment. In addition to brightening teeth, bleaching material can also demineralize causing structural changes in the email. **Objective:** to find out how the application of n-HA gel resulting from the synthesis of chicken eggshell (*gallus sp*) and CPP-ACP against hardness and surface roughness of tooth enamel after bleaching with hydrogen peroxide. **Methods:** Sample incisors were rabbits, divided into 6 treatment groups. Samples were then applied 0.5-1 ml of 40% hydrogen peroxide (opalescence boost-Ultrudent) 2 times for 20 minutes on the buccal part of the incisors of rabbits, then Group I and II were applied with Egg Shell n-HA gel (*Gallus Sp*) then group III and IV were applied CPP-ACP (Tooth Mouse, GC) for 30 minutes, 7 consecutive days, while groups V and VI were treated as untreated controls. All groups were measured hardness using Vickhers Hardness tester and surface roughness using confocal laser scanning electron microscopy (CLSM). Data were collected and analyzed using Shapiro-Wilk test, Repeated Anova Test and Least Significance Different test. **Results:** There was an increase in violence in the eggshell n-HA gel group with a hardness value of 341.00 HvN and CPP-ACP group with a hardness value of 210.00 HvN. For roughness there was also a decrease in roughness in each group, but the lowest roughness value in the n-Ha Gel Egg Shell group with a roughness value of 1.96 μm . Based on the results of statistical tests found significant differences between each treatment group both in the test of hardness and roughness with *indigo* $p > 0.05$. **Conclusion:** Chicken eggshell (*Gallus Sp*) n-HA gel is effective in increasing hardness and decreasing the roughness of tooth enamel surface after bleaching with hydrogen peroxide.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PRASYARAT GELAR.....	ii
PENGESAHAN UJIAN TESIS.....	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Email.....	5
2.2 <i>Bleaching</i>	6
2.2.1 Bahan <i>Bleaching</i>	7
2.2.1.1 Hidrogen Peroksida	7
2.2.1.2 Karbamid Peroksida.....	8
2.3 Mekanisme <i>Bleaching</i>	8
2.4 Efek Samping Penggunaan Bahan <i>Bleaching</i>	10
mineralisasi dan Remineralisasi	12
ngkang telur ayam (<i>Gallus sp.</i>).....	13
kasaran Permukaan Gigi	15



2.8	Metode Pengukuran Kekerasan Permukaan Gigi	15
2.9	Kekerasan Permukaan Gigi	16
2.10	Metode Pengukuran Kekerasan Permukaan Gigi	17
2.11	Kerangka Teori	19
2.12	Kerangka Konsep	20
2.13	Hipotesis Penelitian	21
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Jenis Penelitian.....	22
3.2	Rancangan Penelitian.....	22
3.3	Lokasi Penelitian.....	22
3.3.1	Tempat Penelitian.....	22
3.3.2	Waktu Penelitian	23
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian.....	23
3.4.1	Populasi Penelitian	23
3.4.2	Sampel Penelitian.....	23
3.4.3	Perhitungan Besar Sampel	24
3.5	Variabel Penelitian	25
3.5.1	Skala Pengukuran.....	25
3.6	Definisi Operasional.....	25
3.7	Alat dan Bahan	26
3.7.1	Alat Penelitian.....	26
3.7.2	Bahan Penelitian.....	27
3.7.3	Hewan Coba	27
3.8	Prosedur Penelitian.....	27
3.9	Analisis Data.....	30
3.10	Alur Penelitian.....	31
	BAB IV HASIL PENELITIAN	32
	BAB V PEMBAHASAN	39
	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	45
A.	KESIMPULAN	45
	USTAKA.....	46



DAFTAR SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
H_2O_2	Hidrogen Peroksida
$CO(NH_2)H_2O_2$	Karbemid Peroksida
Ca^{2+}	Kalsium
PO_4^{3-}	Fosfat
$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$	Hidroksiapatit
n-HA	Nano Hidroksi Apatit
$CaCO_3$	Kalsium Karbonat
CO ₃	Karbon Trioksida
Mg	Magnesium
Na	Natrium
K	Kalium
Fe	Besi
Cl	Klorida
CPP-ACP	<i>Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate</i>
VHT	<i>Vickhers Hardness Tester</i>
CLSM	<i>Confocal laser scanning electron microscope</i>
C	Celsius
ML	Mili liter
μm	Mikrometer
SPSS	Statistical Package for the Social Science



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Skematik Makro, Mikro & Struktur Nano dari Email & Dentin.....	6
Gambar 2 Mekanisme <i>Bleaching</i> Gigi.....	9
Gambar 3 Alat Uji Kekasaran Permukaan <i>Confocal Laser Scanning Microscopy(CLSM)</i>	16
Gambar 4 Alat Uji Kekasaran Vickhers Hardness Tester.....	17
Gambar 5 Kerangka Teori.....	19
Gambar 6 Kerangka Konsep.....	20
Gambar 7 Alur Penelitian.....	31
Gambar 8 Grafik perbandingan rerata skor kekerasan antar tiap kelompok perlakuan.....	33
Gambar 9 Grafik perbandingan rerata skor kekasaran antar tiap kelompok perlakuan.....	37
Gambar 10. Perbedaan permukaan setiap kelompok sample, setelah dilakukan prosedur <i>bleaching</i>	38



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan Skor Kekerasan antar Tiap Kelompok Perlakuan.....	32
Tabel 2 Uji Lanjut (Post Hoc) Perbandingan Kekerasan antar Tiap Kelompok.....	34
Tabel 3 Perbandingan Skor Kekasaran antar Tiap Kelompok Perlakuan.....	35
Tabel 4. Uji Lanjut (Post Hoc) Perbandingan Kekasaran antar Tiap Kelompok.....	36



DAFTAR LAMPIRAN

1. Foto Penelitian.....	54
2. Rekomendasi persetujuan Etik.....	57
3. Surat Keterangan penelitian.....	58



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Warna gigi merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap penampilan seseorang. Jika terjadi perubahan warna akan dapat mempengaruhi kepercayaan diri seseorang untuk berinteraksi dengan orang lain. (Ibiyemi & Taiwo, 2011). Perubahan warna gigi atau disebut sebagai diskolorisasi gigi dapat disebabkan oleh faktor eksternal maupun internal. Faktor eksternal misalnya konsumsi beberapa jenis makanan dan minuman berwarna, serta produk rokok. Faktor internal misalnya nekrosis pulpa, kalsifikasi, tetrasiplin dan obat-obatan intrakanal. (Plotino, 2008. Zimmerli, 2010)

Bleaching merupakan salah satu perawatan yang digunakan pada gigi yang mengalami diskolorisasi yang mengenai satu gigi atau beberapa gigi menggunakan bahan kimia. Perawatan ini sangat popular karena lebih konservatif dengan hasil yang memuaskan dibandingkan perawatan *laminate veneer* ataupun mahkota. (Majeed, 2015. Giacomo, 2018)

Perawatan *bleaching* eksternal yaitu *in office bleaching* paling sering dilakukan untuk memperbaiki diskolorisasi pada gigi vital. Bahan yang biasa digunakan adalah hidrogen peroksida, yang bersifat oksidator kuat. (Meiyestri, 2015)



dan pelebaran tubulus dentin sehingga mengakibatkan peningkatan sensitivitas gigi dan melemahnya struktur gigi. Proses demineralisasi terjadi karena pelepasan ikatan kalsium (Ca^{2+}) dari $\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)^6(\text{OH})^2$ senyawa hidroksiapatit fosfat dan komposisi mineral email terutama jumlah kalsium dan fosfat. Demineralisasi menyebabkan penurunan kekerasan mikro dan juga kerentanan terhadap erosi dan abrasi yang membuat kekasaran pada permukaan email.

Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengurangi efek samping dari aplikasi bahan *bleaching* dengan menstimulasi remineralisasi atau penataan ulang struktur hidroksiapatit email, salah satunya dengan aplikasi fluoride juga bahan yang mengandung kalsium dan fosfat, dalam hal ini hidroksiapatit (HA), terutama dalam bentuk nanopartikel hidroksiapatit (nHA) yang dianggap efektif dalam remineralisasi enamel. Nano-hydroxyapatite (nHA) adalah komponen terbesar dari struktur kimia enamel. Saat ini Hidroksiapatit tersedia dalam banyak agen remineralisasi salah satunya yaitu *CPP-ACP* (*Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate*) yang mengandung kalsium, fosfat, dan ion *fluoride* terbukti efektif secara klinis sebagai agen remineralisasi. Kandungan *Nanocomplex CPP-ACP* mampu menurunkan risiko demineralisasi dan meningkatkan remineralisasi permukaan email. (Nematiyanaraki, et al 2015, Heshmat, et al 2016)



PP-ACP merupakan produk derivat susu sapi, oleh sebab itu tidak gunakan oleh seseorang yang alergi terhadap derivat susu sapi,

dan harganya belum tergolong ekonomis. Untuk itu diperlukan alternatif bahan remineralasasi lain yang tidak menyebabkan alergen dengan harga lebih ekonomis. (Divyapriya, et. al 2019)

Salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan remineralisasi adalah dengan pemanfaatan limbah cangkang telur ayam. Cangkang telur ayam dapat diolah menjadi senyawa kalsium Hidroksiapatit. (Saleha et al 2015), Cangkang telur ayam merupakan salah satu sumber CaCO_3 (*calcium carbonate*) yang paling besar dengan kadar yang mencapai 94-97%. (Hammara, Mekaltan 2014)

Studi sebelumnya telah melaporkan bahwa persentase kalsium dan fosfat pembentuk HA sangat tinggi yang ditemukan pada cangkang telur. Senyawa kalsium posfat pada cangkang telur ayam memiliki sifat kimia yang sama dengan senyawa kalsium posfat yang ditemukan dalam gigi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan remineralisasi jaringan keras gigi. (Noviyanti et al 2017) Pada beberapa penelitian invitro sebelumnya ditemukan Penggunaan gel n-HA cangkang telur ayam efektif dalam meningkatkan kekerasan dan mengurangi kekasaran permukaan email setelah aplikasi bahan *bleaching* eksternal, oleh sebab itu peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh gel n-HA cangkang telur ayam terhadap kekerasan dan kekasaran email secara *in vivo*.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut: Apakah aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran permukaan email setelah *bleaching* dengan hidrogen peroksida.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam terhadap peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran permukaan email setelah aplikasi bahan *bleaching* hidrogen peroksida.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan diantaranya:

- 1) Mengetahui ada atau tidaknya pengaruh aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam terhadap peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran permukaan email setelah aplikasi bahan *bleaching* hidrogen peroksida.
- 2) Membantu pemanfaatan limbah cangkang telur ayam di bidang kedokteran gigi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

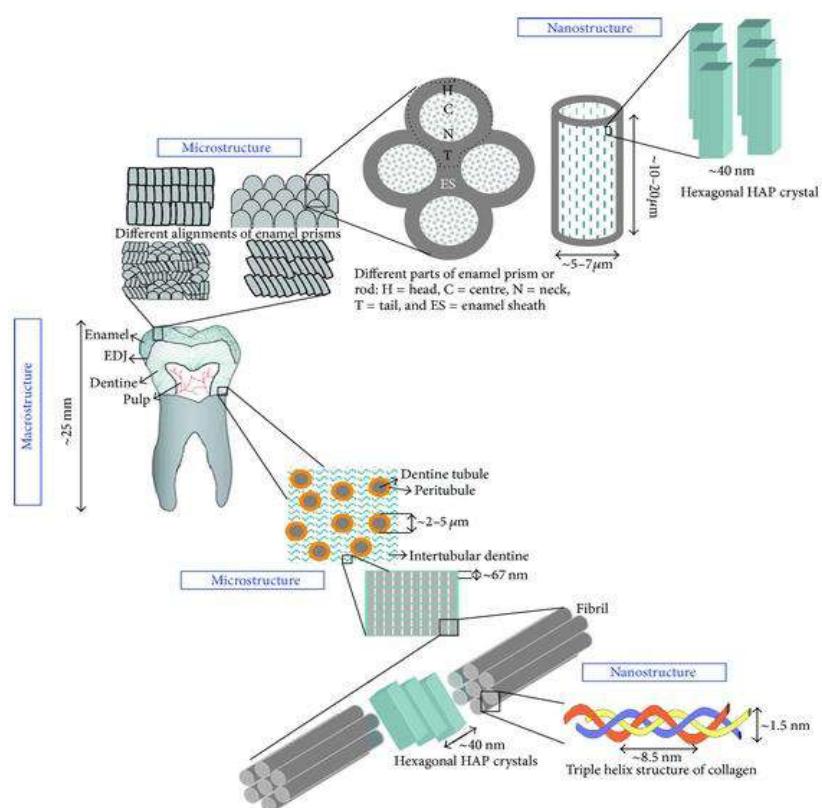
2.1. Email

Email merupakan jaringan mineralisasi paling kuat pada tubuh manusia dan mengandung struktur nano yang membentuk lapisan terluar struktur gigi. Secara kimia email merupakan susunan kristal *hydroxyapatite* dengan unsur mineral terbesar (90% - 92% volume), unsur lainnya yaitu protein matriks organik (1%-2%) dan air (4%-12%). *Email crystallites* pada prinsipnya terdiri dari kalsium dan fosfor sebagai hidroksiapatit (HAp), $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, dengan kandungan natrium, magnesium, klorin, karbonat, kalium dan fluoride. Email memiliki struktur acellular dan avascular tanpa kemampuan untuk meregenerasi atau memperbaiki diri. (Sturdevant, Jayasudha, 2014, Shahmoradi, 2014).

Dilihat dari sifat fisiknya, email memiliki sifat yang sangat keras karena bahan mineralnya. Jika dibandingkan dengan dentin, email lebih bersifat permeabel terhadap ion-ion dan molekul yang dapat mengalami penetrasi sebagian atau kompleks. Pada email tidak terdapat poros, tapi terdapat celah-celah kecil di antara prisma email yang dapat berisi

organik atau air. Struktur email pada permukaan luar lebih keras sehingga padat, email dapat larut ketika berkонтак dengan asam,

sehingga larutnya sebagian atau keseluruhan mineral email akan mempengaruhi struktur permukaan email. Salah satu perubahan yang dapat terjadi adalah meningkatnya kekasaran permukaan email dan menurunnya kekerasan email. (Mihu CM, et. al 2008. Perdigao J, 2016)



Gambar 1: Diagram skematik makro, mikro, dan struktur nano dari email dan dentin

Sumber : (Nilormi Biswas, Arjun Dey, et.al. *Mechanical Properties of Email Nanocomposite*. *J ISRN Biomaterial*. Vol. 2013, Pg:15.)

Bleaching adalah perawatan untuk pemutihan kembali gigi yang berubah warna sampai mendekati warna alami gigi secara kimawi. Ada berbagai macam prosedur untuk *bleaching*, dapat dikerjakan di klinik oleh dokter gigi secara langsung atau dilakukan di rumah dengan pantauan dokter gigi.(Sabel , 2011. Budiraharjo, 2011)

2.2.1 Bahan *Bleaching*

Bahan *bleaching* dapat berperan sebagai oksidator atau reduktor. Oksidator yang makin kuat akan meningkatkan daya *bleaching*. Kandungan utama bahan *bleaching* , diantaranya hidrogen peroksida, karbamid peroksida atau urea peroksida atau sistem non-hidrogen peroksida yang mengandung sodium klorida, oksigen dan natrium fluorida. Beberapa produk mengandung bahan tambahan potassium nitrat dan fluoride untuk membantu mengurangi sensitivitas gigi. (Budiraharjo, 2011. Dahl , 2005)

2.2.1.1 Hidrogen Peroksida

Hidrogen Peroksida merupakan suatu senyawa kimia jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mudah terbakar, umumnya digunakan untuk memutihkan gigi pada konsentrasi 30%. (Margaretha, 2009)

Hidrogen peroksida merupakan bahan radikal yang mempunyai elektron yang tidak berpasangan, dan merupakan bahan yang tidak stabil yang

erikatan dengan molekul organik lainnya untuk mencapai sifatnya. Radikal ini mampu bereaksi dengan ikatan yang tak jenuh,



kemudian terjadi perpecahan konjugasi elektron dan terjadinya perubahan absorpsi energi molekul organik pada email gigi. (Istanti, 2015)

2.2.1.2 Karbamid Peroksida

Karbamid peroksida adalah senyawa yang terdiri dari hidrogen peroksida dan urea, juga mengandung gliserin, sodium stanate, phosphoric serta memiliki bau yang khas. Konsentrasi hidrogen peroksida yang terdapat dalam karbamid peroksida adalah 1/3 dari total konsentrasi karbamid peroksida. Konsentrasi karbamid peroksida yang umum digunakan untuk memutihkan gigi berkisar 10%- 22%. dengan rata-rata pH antara 5-6,5. Karbamid peroksida mempunyai sifat tidak stabil dan dapat langung pecah menjadi urea, amoniak, karbon monoksida dan hidrogen peroksida 3%-5%. Karbamid peroksida digunakan untuk *bleaching* ekstra koronal dan pemakaianya harus dengan pengawasan dari dokter gigi. (Margaretha, 2009)

2.3. Mekanisme *Bleaching*

Proses *bleaching* merupakan proses reaksi kimia oksidasi dan reduksi. Pada proses ini terjadi reaksi antara zat pewarna pada gigi (pereduksi) dengan molekul bahan *bleaching* (sebagai oksidator).

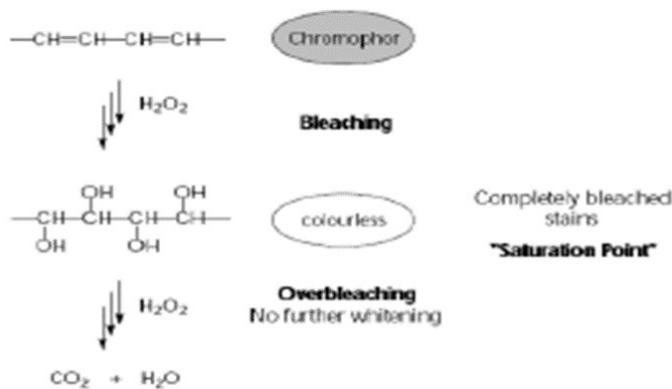
(Iwi , 2005)



Mekanisme *bleaching* oleh senyawa peroksida dapat dijelaskan dengan teori *Chromophore*. Pada teori tersebut dijelaskan interaksi antara hidrogen peroksida dengan chromogen pada permukaan gigi. *Chromophore* adalah bagian pewarna dari sebuah molekul. Ketika *chromophore* berinteraksi dengan hidrogen peroksida, rantai *chromophore* diubah menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mengurangi penampilan stain. Pada fase pertama *bleaching* akan berdifusi dari permukaan gigi ke dalam email dan dentin. Setelah *bleaching* berpenetrasi ke dalam email dan dentin, maka terjadilah fase kedua yaitu hidrogen peroksida akan bereaksi dengan molekul-molekul stain pada struktur gigi. Molekul oksigen aktif akan tertarik ke area yang kaya molekul stain dan berinteraksi untuk mengurangi warna atau menghilangkan stain. Hidrogen peroksida juga akan berinteraksi dengan molekul organik dan anorganik pada email dan dentin. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan fisik pada substrat gigi setelah perawatan *bleaching*. Perubahan tersebut termasuk ke dalam fase ketiga yaitu perubahan mikromorfologi dari gigi. Setelah melewati ketiga fase tersebut akan dihasilkan warna gigi setelah perawatan *bleaching*.

(Meizarini , Rianti, 2005.)





Gambar 2. Mekanisme *Bleaching*. Diskolorosasi yang disebabkan kromofor makanan atau minuman, peroksida mengoksidasi kromofor, pemecahan kromofor sehingga menjadi molekul sederhana. (Johar K. 2011)

2.4. Efek Samping Penggunaan Bahan *Bleaching*

Efek samping Pemakaian bahan *bleaching* dapat menyebabkan gangguan pada jaringan keras, mukosa, dan sensitifitas gigi, antara lain : (Hendari , 2009)

- Gigi yang sensitive

Terjadi dalam waktu singkat, dapat diatasi dengan memendekkan waktu proses *bleaching*, disertai aplikasi fluor, potassium nitrat atau bahan desentizing lain.

- Iritasi pada mukosa

Iritasi pada mukosa gingival dan tenggorokan biasanya disebabkan bahan *bleaching* yang berlebihan, keluar dari sendok etak sehingga mengiritasi mukosa atau kemungkinan tertelan.

Perubahan morfologi email



Perubahan yang terjadi adalah email menjadi lebih kasar, berpori-pori dan adanya bercak putih akibat penggunaan bahan tersebut dilihat secara mikroskopis. Penurunan kekerasan email terjadi akibat proses demineralisasi email yang ditandai dengan pelepasan ikatan kalsium (Ca^{2+}) dari senyawa fosfat hidroksiapit. Proses ini terjadi akibat senyawa peroksida (O^-) bereaksi dengan kalsium hidroksiapit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Peroksida akan bereaksi dengan kalsium pada hidroksiapit dan membentuk ikatan CaO . Pengendapan CaO berdampak pada mudahnya pelepasan ion kalsium hidroksiapit. Pelepasan ion kalsium ini berbanding lurus dengan konsentrasi hidrogen peroksida pada bahan *bleaching* (Junqueira, et al, 2013, Syafriadi , Noh, 2014)

➤ Perubahan Kekerasan Email

Kekerasan email merupakan salah satu sifat fisik email yang dipengaruhi oleh jumlah material anorganik yang terkandung di dalam email. Penurunan kekerasan gigi yang signifikan dapat terlihat setelah dilakukan proses *bleaching*. Saat email berkонтак dengan bahan *bleaching* maka email akan terpapar ion hidrogen yang akan menyebabkan demineralisasi pada permukaan email. Demineralisasi akan menyebabkan larutnya kristal hidroksiapit email yang berakibat pada penurunan kekerasan email. Penurunan kekerasan email dapat menyebabkan gigi semakin rentan terkena caries.



➤ Perubahan pada Komposisi Kimia Email

Penggunaan bahan *bleaching* dapat menyebabkan penurunan konsentrasi protein email, penurunan jumlah matriks organik, perubahan pada rasio kalsium dan fosfat serta hilangnya kalsium. Penggunaan karbamid peroksida 10% dan 16% terbukti dapat menyebabkan berkurangnya kandungan mineral email setelah 8 jam penggunaan. (Riani ,2015. Alqahtani, 2014)

2.5. Demineralisasi dan Remineralisasi

Demineralisasi merupakan proses hilangnya kandungan mineral pada email. Demineralisasi akan terjadi bila pH dari rongga mulut berada di bawah pH kritis ($\text{pH} = 5,5$). pH berperan pada proses demineralisasi karena pH yang rendah akan meningkatkan konsentrasi ion hidrogen dan ion ini akan merusak hidroksiapatit pada email yang menyebabkan tururnya ion kalsium dan fosfat. Selain dipengaruhi oleh pH, proses demineralisasi juga tergantung pada substansi gigi (email dan dentin), konsentrasi asam, frekuensi dan durasi gigi terpapar oleh asam.

Proses demineralisasi akan dimulai pada saat rongga mulut dalam keadaan asam. Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10} (\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2$) dan Flouroapatit (Ca_{10}
 $_2$) yang merupakan mineral dari email akan larut menjadi Ca^{2+} , dan F atau OH^- . Ion H^+ akan bereaksi dengan gugus PO_4^{3-} ,



dan F atau OH⁻ yang akan membentuk HSO⁴⁻, H₂SO⁴⁻, HF atau H₂O, sedangkan yang kompleks terbentuk CaHSO⁴, CaPO⁴ dan CaHPO⁴. Demineralisasi yang terjadi terus-menerus akan membentuk porositas pada permukaan email gigi, namun dengan adanya saliva yang mengandung kalsium dan fosfat dengan konsentrasi cukup dapat melindungi email dari proses demineralisasi. (Prasetyo,2005. Sabel, 2012)

Remineralisasi merupakan kebalikan dari demineralisasi, yang merupakan proses terdepositnya ion mineral kalsium dan fosfat membentuk kembali kristal hidroksiapatit pada email. Proses remineralisasi dapat terjadi dalam kondisi pH buffer saliva. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan pH saliva antara lain rata – rata kecepatan aliran saliva, mikroorganisme rongga mulut dan buffer saliva serta kandungan mineral organik saliva.

Kandungan mineral anorganik dalam saliva antara lain adalah kandungan kalsium dan fosfat yang juga sangat berperan dalam proses remineralisasi. Kalsium dan fosfat akan berikatan kembali dengan struktur apatit email mambentuk hidroksiapatit. Aplikasi bahan yang mengandung kalsium dan fosfat dapat dilakukan menggunakan bahan dari sintesis hidroksiapatit (HA). Remineralisasi berpengaruh secara signifikan pada kekerasan, kekuatan, kepekaan terhadap panas, dingin, tekanan dan rasa



dalam pencegahan dan perawatan gigi. (Rahayu, 2013. Mahreni, 2012. Saryati, 2012)

2.6. Cangkang Telur Ayam (*Gallus sp.*)

Cangkang telur ayam terdiri atas lapisan kutikula, matriks cangkang telur ayam dan membran cangkang telur. Lapisan kutikula cangkang telur ayam merupakan bagian telur yang mengandung sekitar 90% protein dan 10% lipid. Lapisan kutikula ini berfungsi untuk mencegah kontaminasi bakteri pada telur. Lapisan kedua setelah lapisan kutikula adalah membran cangkang telur. Membran ini merupakan jaringan fiber yang berperan dalam menyaring invasi bakteri patogen sehingga mencegah bakteri tersebut masuk ke dalam putih telur. Membran cangkang telur ayam tersusun atas 2 lapisan, yaitu lapisan membran luar dan lapisan membran dalam. Matriks protein cangkang telur ayam tersusun atas protein, glikoprotein dan proteoglikan yang berperan dalam mengatur mineralisasi sekaligus berfungsi sebagai imun bagi telur. (Martel MR, Hincke M, 2013)

Cangkang telur ayam tediri atas 94% bahan anorganik (CaCO_3), 4% bahan organik, 1% magnesium karbonat, dan 1% kalsium fosfat.³⁴ Pakar kimia lainnya menyebutkan cangkang telur ayam tersusun dari bahan anorganik 95,1%, protein 3,3% dan air 1,6%.³⁵ Cangkang telur

legeri khususnya, memiliki kadar kalsium terbanyak sekitar 70,84% akan dengan cangkang telur puyuh sebesar 55,46% dan



cangkang telur bebek sebesar 53,60%. Manfaat cangkang telur ayam dalam kehidupan sudah banyak diteliti dan dibuktikan oleh pakar ilmiah, mulai dari bidang pertanian, kesenian hingga bidang kesehatan. Dalam bidang kesehatan khususnya, hasil sintesis cangkang telur ayam dapat dijadikan sebagai bahan biomaterial untuk sintesis tulang dan gigi, karena cangkang telur ayam kaya akan kalsium karbonat yang dapat disintesis menjadi kalsium hidroksipapatit. Pemanfaatan cangkang telur ayam dalam bidang kesehatan dinilai aman dan bebas dari resiko alergi serta dapat menjadi solusi bagi pemerintah dalam penanganan masalah limbah lingkungan. (Abdulrahman, et al 2014. Syam, et al, 2014. Nurlaele, et al, 2014.)

2.7. Kekerasan Permukaan Gigi

Kekerasan adalah ukuran dari kekuatan atau ketahanan suatu material dan juga mewakili kemampuan material padat untuk menahan deformasi elastis, deformasi plastis. Pengukuran kekerasan gigi alami telah bergeser dari makroskopis ke mikroskopis dengan kemajuan baru metode.

Modulus elastis, juga dikenal sebagai *Modulus Young*, adalah nilai yang digunakan untuk mengukur kekakuan suatu material dan didefinisikan sebagai rasio tegangan dan regangan di bawah kondisi



Untuk gigi manusia, *modulus young* menunjukkan kemampuan

dentin untuk menahan deformasi elastis. Kekerasan umumnya

digunakan untuk mengkarakterisasi kemampuan untuk menahan deformasi kompresi dan fraktur area lokal suatu material. (Zhang, et al, 2014)

2.8. Metode Pengukuran Kekerasan Permukaan Gigi

Kekerasan gigi dapat dibagi menjadi kekerasan statis dan kekerasan dinamis. Uji kekerasan lekukan statis adalah metode yang paling umum digunakan untuk karakterisasi. Indeks yang sering digunakan untuk kekerasan lekukan statis termasuk kekerasan *Vickers*, kekerasan *Knoop* dan *nano-hardness*. Kekerasan *Vickers* dapat diperoleh dengan menghitung luas unit gaya *bare testing* dalam indentasi. Indentor adalah piramida persegi berlian yang dibentuk dengan sudut berseberangan 136° . Nilai yang diukur adalah hasil bagi dari beban ke permukaan gigi. Alat yang digunakan untuk uji kekerasan adalah *Universal Hardness Tester*. (Zhang, et al. 2014)



Bar 3 : Alat uji kekerasan *Micro Vickers Hardness Testers* (Shimadzu).
Link : <https://www.labcompare.com/431-Hardness-Testing-Machine-Hardness-Tester/3951028-HMV-G-Series-Micro-Vickers-Hardness-Testers/>

2.9 Kekasaran Permukaan Gigi

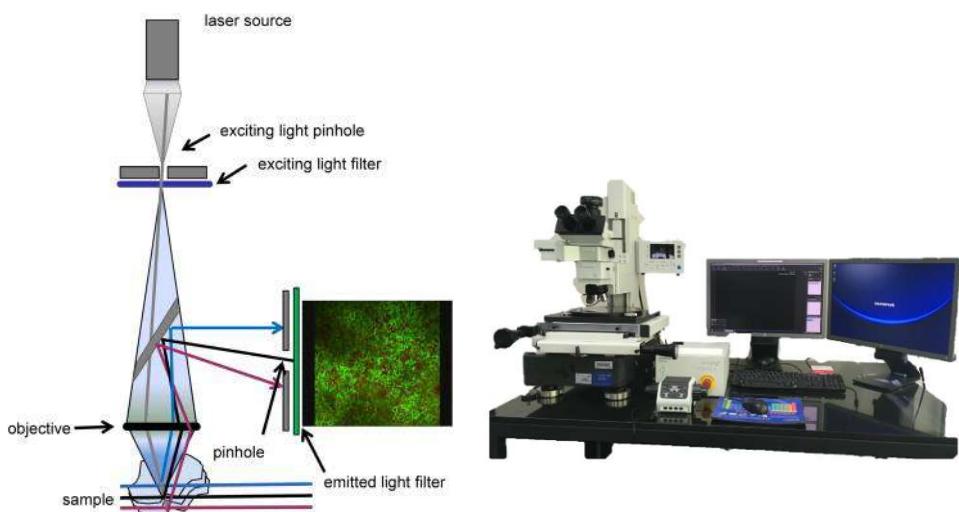
Kekasaran permukaan adalah ukuran ketidakteraturan dari permukaan dan diukur dengan satuan mikrometer (μm). Nilai tersebut merupakan ukuran deviasi vertikal suatu permukaan dari bentuk idealnya. Apabila deviasi ini besar, maka permukaan tersebut kasar. Apabila deviasi ini kecil, maka permukaan tersebut halus. Kekasaran dapat dianggap sebagai komponen dari permukaan yang telah diukur dengan frekuensi yang tinggi dan panjang gelombang yang pendek.

Kontak antara permukaan gigi yang kasar dengan gingiva dapat menimbulkan rasa tidak nyaman. Selain itu, permukaan yang kasar dapat memudahkan perlekatan bakteri dan menyulitkan pengangkatannya dengan cara alami atau bahkan dengan metode-metode pembersihan rongga mulut. Kekasaran permukaan gigi juga mempengaruhi penampilan estetik, stabilitas warna, dan pembentukan biofilm. (Abouassi, et al. 2011)

2.10. Metode Pengukuran Kekasaran Permukaan Gigi

Kekasaran permukaan dapat diukur dengan menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM)* yang merupakan jenis khusus dari mikroskop cahaya, yang dapat diterapkan dalam mode refleksi transmisi serta fluoresensi. Dengan teknik CLSM gambar yang am tampilan 3D.





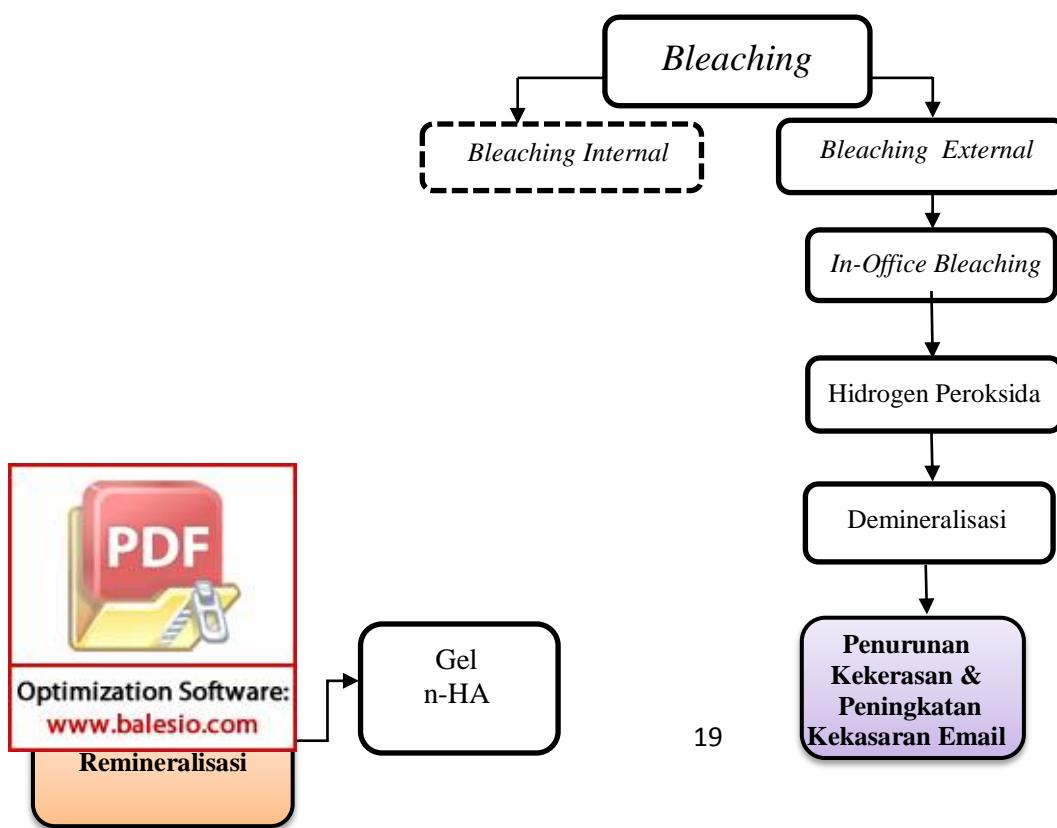
Gambar 3 : Alat uji kekasaran permukaan *Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM)* (Sumber : Xuedong Zhou and Yuqing Li. *Atlas of Oral Microbiology From Healthy Microflora to Disease* 2015, Pages 15-40)

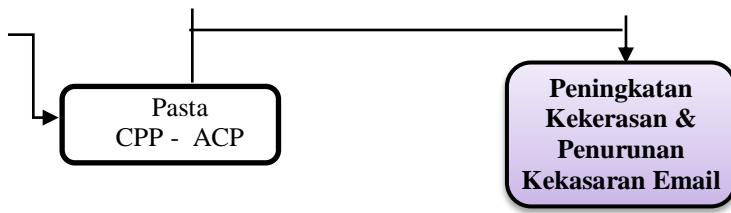
Prinsip Kerja CLSM terdiri dari sistem optik, sumber cahaya laser, sistem deteksi, dan perangkat pemindai. Optik di balik pencitraan jenis ini adalah laser yang dipancarkan dari sumber cahaya yang menjadi sinar paralel dengan diameter yang diperluas ketika melewati *pinhole* kemudian bertemu cermin dikromatik, dan dipantulkan ke lensa objektif. Sinar cahaya dipantulkan 90° ketika menyentuh cermin dikromatik dan difokuskan ke bidang fokus yang diinginkan pada sampel ketika melewati lensa objektif. Sampel pemancar fluoresensi, berfluoresensi ke segala arah dengan menggunakan laser. Dengan demikian, bidang fokus yang berbeda dalam sampel dan penampang optik dapat dianalisis satu per satu. Dengan menggunakan pemrosesan gambar komputer dan



at lunak rekonstruksi gambar tiga dimensi, sehingga gambar tiga resolusi tinggi dapat diperoleh dari sampel. (Zhou, et al, 2015).

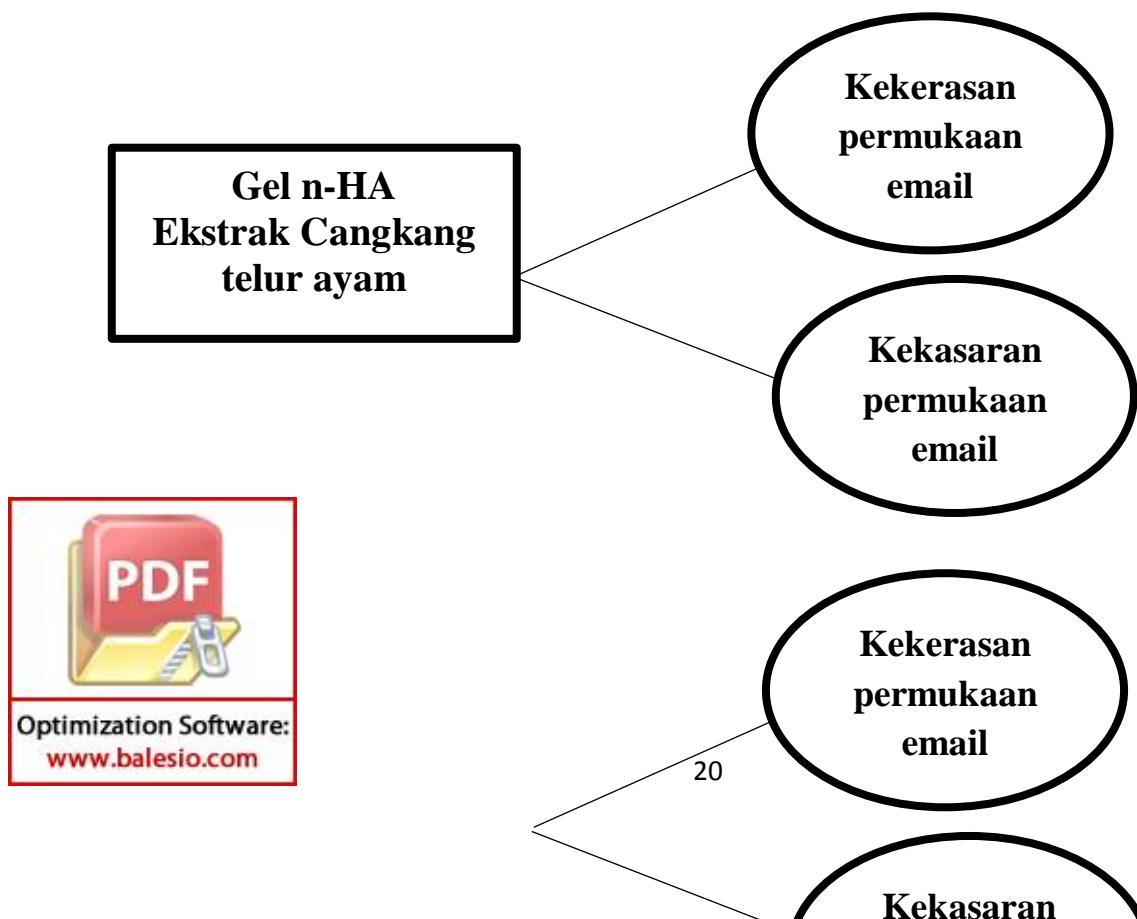
2.11 Kerangka Teori





Gambar 5. Kerangka teori

2.12. Kerangka Konsep



CPP-ACP

Keterangan :

-  Variabel Independen
-  Variabel dependen

Gambar 6. Kerangka konsep

2.13. Hipotesis Penelitian

Aplikasi gel n-HA cangkang telur ayam (*Gallus Sp*) meningkatkan kekerasan dan menurunkan kekasaran permukaan email setelah *bleaching* dengan hydrogen peroksida.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratoris.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan yaitu pretest-posttest *with control group design*.

3.3 Lokasi Penelitian

Makassar, Sul – Sel. Indonesia.

Surabaya, Ja – Tim. Indonesia

3.3.1 Tempat Penelitian

Universitas Negeri Makassar, Laboratorium Biologi Fakultas MIPA.

Universitas Hasanuddin Makassar, Laboratorium Mekanik Fakultas Teknik Mesin.

Universitas Airlangga Surabaya, Laboratorium Fisika material, Fakultas Sains
nologi.

tas Airlangga Surabaya, Departemen Klinik Veteriner, Fakultas
ran Hewan.



3.3.2 Waktu Penelitian

Bulan Oktober 2019 – November 2019

3.4. Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1. Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah hewan coba kelinci New Zealand (*Oryctolagus cuniculus*) dewasa yang sehat dan beraktifitas normal, berjenis kelamin jantan, berat badan antara (3,0 – 7,0)kg umur 4 – 10 bulan. Seluruh hewan coba dipelihara dan diberi pakan dan air minum yang sama. Sebelum digunakan, hewan uji diadaptasikan dengan lingkungan penelitian selama dua minggu dan sebelum pemberian perlakuan.

3.4.2. Sampel Penelitian

Sampel penelitian Kelinci New Zealand (*Oryctolagus cuniculus*) yang memenuhi kriteria dan menerima tindakan *bleaching* eksternal pada gigi anterior.

Adapun kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut :

Kriteria Inklusi :

1. Jenis kelamin jantan

2. Berat badan 3,0 – 7,0 Kg

3. Umur 4 – 10 Bulan

ci New Zealand (*Oryctolagus cuniculus*) dalam keadaan sehat, dan tingkah laku normal serta mempunya gigi anterior yang normal



Kriteria Eksklusi :

1. Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) New Zealand dalam keadaan tidak aktif dan sakit.
2. Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) New Zealand yang mati dalam periode penelitian.

3.4.3 Perhitungan Besar Sampel

Perhitungan besar sampel dalam penelitian ini menggunakan rumus Federer :

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

Keterangan :

n = jumlah sampel

t = jumlah kelompok penelitian

Cara perhitungan besar sampel :

t = 6 kelompok penelitian

$$(n-1) \times (6-1) \geq 15$$

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

$$5n - 5 \geq 15$$

$$5n \geq 15 + 5$$

$$N \geq 4$$



Dalam penelitian ini terdapat 6 perlakuan uji. Perkiraan besarnya sample adalah 4 sample ($n = 4$) setiap kelompok. Total keseluruhan 36 sampel.

3.5 Variabel Penelitian

- a. Variabel Independen : Gel n-HA cangkang telur ayam, Pasta CPP-ACP
- b. Variabel dependen : Kekerasan dan kekasaran permukaan email
- c. Variabel antara : - Proses demineralisasi dan remineralisasi email
- Saliva
- d. Variabel kendali : - Konsentrasi, jumlah, dan lama aplikasi
- jenis kelinci, BB, Umur

3.5.1 Skala Pengukuran

Skala pengukuran yang digunakan yaitu numerik (ratio).

3.6. Definisi Operasional

- a. Gel n-HA Cangkang telur ayam adalah Hidroksiapatit dalam ukuran partikel Nano hasil sintesis cangkang telur ayam (*Gallus Sp*) dalam bentuk Gel yang diaplikasikan pada permukaan gigi setelah *bleaching* ekstrakoronal sebanyak 1 ml n-HA selama 30 menit.
PP-ACP adalah sedian dalam bentuk gel (*Toothmouse, GC*) sebagai bahan remineralisasi yang diaplikasikan pada permukaan gigi setelah *bleaching* ekstrakoronal sebanyak 1 ml n-HA selama 30 menit.

c. Kekerasan email adalah Kekerasan email setelah aplikasi gel Nano cangkang telur ayam ayam dan CPP-ACP, diukur menggunakan *Vickers Hardness Tester* dalam satuan VHN. Dengan kriteria objektif :

- Permukaan email dikatakan keras jika nilai hasil uji kekerasan > 270 VHN

(Nilai rata – rata kekerasan normal gigi antara 270 – 360 VHN
(Maria del Pilar dkk,2003)

d. Kekasaran permukaan email adalah kekasaran email setelah aplikasi gel Nano cangkang telur ayam dan CPP-ACP, diukur menggunakan *Confocal laser scanning microscopy (CLSM)* Panjang gelombang 480 nm. Dengan kriteria objektif :

- Permukaan email dikatakan kasar jika hasil intrepretasi dalam gambaran 3 dimensi menunjukkan profil, sudut, volume tidak beraturan dan nilai hasil pengukuran kekasaran (Ra) > 3,5 (Aude-Marine Paepegaey, dkk. 2013)

3.7 Alat dan Bahan

3.7.1 Alat Penelitian

a. *Vickhers Hardness Tester* (Shimadzu HMV-G Vickhers Hardness ester, Jepang)

Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM)
/adah plastik



- d. Pinset dental
- e. Handscoen
- f. *Stopwatch*
- g. *Cotton pellet*
- h. *Cotton roll*

3.7.2 Bahan Penelitian

- a. Hidrogen peroksida 40% (*Opalescence® BOOST, USA*)
- b. Pasta CPP-ACP (*GC Tooth Mousse®, USA*)
- c. Gel Cangkang telur ayam

3.7.3 Hewan Coba

18 ekor Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) *New Zealand*.

3.8. Prosedur Penelitian

A. Sintesis cangkang telur ayam dengan metode sol-gel

Bersihkan cangkang telur ayam ras, kemudian pisahkan dari selaput lendir dan kotoran. Cangkang telur dijemur hingga kering kemudian dihancurkan hingga membentuk serbuk lalu diayak. Untuk menghilangkan komponen organik dari cangkang telur sehingga dapat mengasilkan senyawa kalsium maka dilakukan kalsinasi cangkang telur pada suhu 1000 °C selama 6 jam. Serbuk hasil kalsinasi kemudian ditambahkan etanol 96% sebanyak 50 mL kemudian dicampurkan dengan 3 mL H₃PO₄ 80% yang

ditambahkan dalam 50 mL etanol 96% dilakukan dengan penetesan dari buret. Campuran tersebut diaduk dengan kecepatan pengadukan 300 rpm pada



suhu 37°C selama 20 menit kemudian dipanaskan dalam penangas air bersuhu 60°C selama 1 jam. Larutan diendapkan dalam suhu kamar selama 24 jam kemudian diaduk pada suhu 60°C sampai larutan berubah menjadi gel. Gel yang diperoleh dipanaskan dalam tanur pada suhu 110°C selama 5 jam, dan disintering pada variasi suhu 700-900°C selama 1 jam. Hasil akhir sintesis cangkang telur berupa hidroksiapatit selanjutnya dikarakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) untuk melihat kadar kalsium hidroksiapatit yang terbentuk. Selanjutnya, pembuatan gel dilakukan dengan memasukkan Karbopol 0.4 gr didispersikan dimasukkan kedalam lumpang, lalu ditambahkan air suling 9.82 ml diaduk cepat sampai terbentuk larutan jernih, kemudian ditambahkan larutan NaOH 10% sebanyak 0.56 ml diaduk pelam sehingga berbentuk massa seperti gel. Nipagin 0.02 gr dilarutkan dalam etanol 96% sebanyak 0.1 gr dan dimasukkan ke dalam basis gel. Serbuk hidroksiapatit 2.8 gr dimasukkan ke dalam basis yang telah berbentuk gel dan diaduk sampai homogen.

B. Prosedur perlakuan Hewan coba

1. Hewan coba Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi diadaptasikan dalam kandang di animal lab selama 2 minggu dan dilakukan pemberian pakan dan pembersihan kandang secara terjadwal. Dibagi menjadi 6 kelompok.



2. Alat yang akan dipergunakan terlebih dahulu didisinfeksi dengan menggunakan alkohol 95%. Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) pada keempat kelompok hewan coba, dilakukan anestesi secara intramuskular dengan kombinasi Ketamin dan Xylazine 5 – 10 mg/kg
3. Kuadran pada gigi dan yang akan *dibleaching*, diisolasi menggunakan cotton roll steril. Pada kelompok I, II, III, IV, V, VI masing masing kelompok sampel di aplikasi gingival barrier kemudian diberikan perlakuan aplikasi bahan hidrogen peroksida 40% selama 20 menit dengan 1 kali siklus. Setelah aplikasi bahan *bleaching* kelompok I dan kelompok II kemudian di aplikasikan 1 ml n-HA hasil sintesis cangkang telur ayam selama 30 menit, selama 7 hari berturut – turut. Sedangkan kelompok III dan IV diaplikasikan 1 ml CPP-ACP selama 30 menit, selama 7 hari berturut – turut. Sedangkan Kelompok V dan kelompok VI tanpa di treatmen sebagai kontrol positif.
4. Setelah 7 hari semua sampel hewan coba dari 6 kelompok di dekapitasi dalam periode waktu 24 jam. Kemudian dilakukan ekstrasi gigi pada kuadran yang sudah di beri perlakuan. Setelah itu dilakukan pengukuran kekerasan email dari gigi yang sudah diberi perlakuan dengan menggunakan *vickhers haedness tester* dan kekasaran



perubahan email dilihat menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM)*.

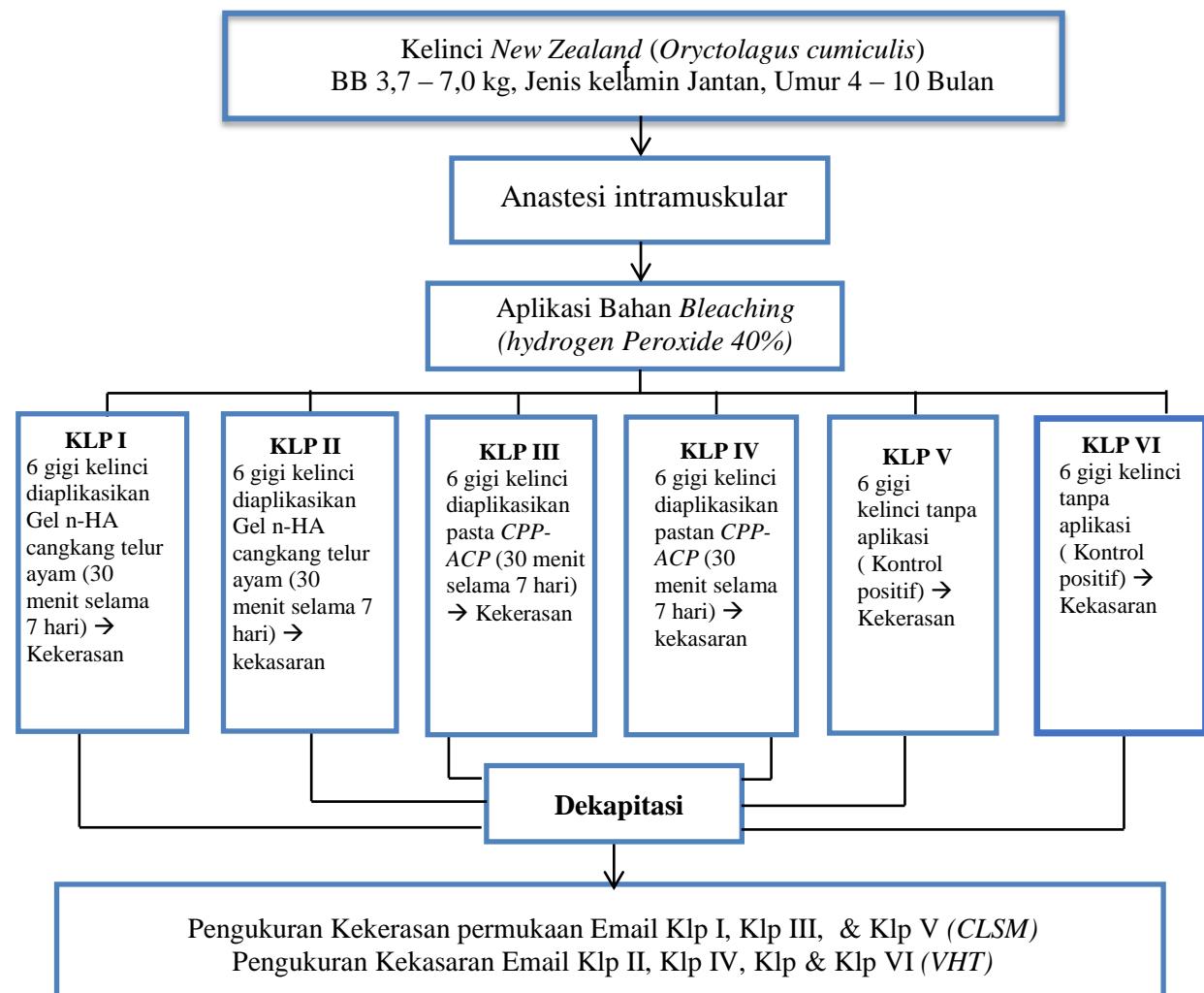
3.9 Analisis Data

- a. Jenis data: Data primer
- b. Pengolahan data: SPSS versi 18 for windows 7.0.
- c. Penyajian data: Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel dan grafik
- d. Analisi data.



3.10. Alur Penelitian

ALUR PENELITIAN



sisil → Analisis Data → Pembahasan → Kesimpulan

Gambar 7. Alur Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Penelitian eksperimen laboratoris dilakukan pada bulan Oktober 2019 dan bertempat Laboratorium Klinik Fakultas Kedokteran Hewan Unair, Fakultas Sains dan Teknologi Unair, Serta Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

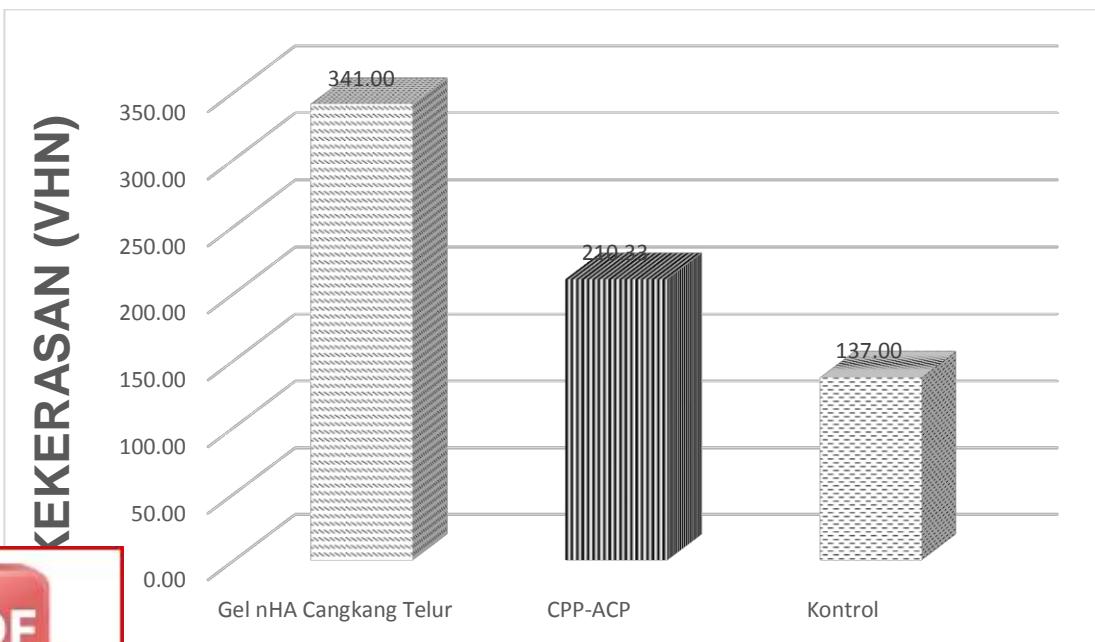
Untuk melihat pengaruh Gel nano cangkang telur Ayam (*gallus sp.*) terhadap kekerasan permukaan email gigi, maka dilakukan pengukuran menggunakan *vickhers hardness Tester*, hasil pengukuran terlihat pada table1.

Tabel 1. Perbandingan Skor Kekerasan antar Tiap Kelompok Perlakuan

Kelompok	Kekerasan	Nilai p
Gel n-HA Cangkang Telur	341.00 (± 29.36)	
CPP-ACP	210.33 (± 14.17)	0.000*
Kontrol	137.00 (± 15.91)	

* Uji Anova

Tabel 1 menunjukkan perbandingan rerata skor antar tiap kelompok perlakuan. Nilai kelompok kontrol sebesar 137.00, CPP-ACP sebesar 210.33, dan Gel n-HA cangkang telur sebesar 341.00. Dari hasil uji statistic diperoleh nilai p ($0.000 < 0.05$) yang berarti terdapat perbedaan rerata kekerasan antara tiap kelompok. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa rata – rata persentase tingkat kekerasan setelah *bleaching* dan di *aplikasi* untuk kelompok gel cangkang telur memperoleh nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan terendah pada kelompok kontrol.



Gambar 8. Grafik perbandingan rerata skor kekerasan antar tiap kelompok perlakuan

Gambar 8. Menunjukkan perbedaan pada tingkat kekerasan antara tiap kelompok, dan setiap kelompok menujukkan peningkatan kekasaran dengan nilai kekerasan tertinggi pada kelompok Gel n-HA cangkang Telur dan kekerasan terendah pada kelompok Kontrol. Karena hasil analisis menggunakan uji Anova signifikan, maka untuk melihat perbandingan antar tiap kelompok secara spesifik dilanjutkan dengan *Post Hoc* menggunakan uji LSD.

Tabel 2. Uji Lanjut (*Post Hoc*) Perbandingan Kekerasan antar Tiap Kelompok

Kelompok	Kekerasan		
	mean±SD	Selisih (CI 95%)	Nilai p
Gel n-HA Cangkang Telur	341.00±29.36	130.67 (104.89 – 156.44)	0.000*
CPP-ACP	210.33±14.17		
Gel n-HA Cangkang Telur Control	341.00±29.36 137.00±15.91	204.00 (178.23 – 229.77)	0.000*



CPP-ACP	210.33±14.17	73.33	0.000*
Kontrol	137.00±15.91	(47.56 – 99.11)	

* Uji LSD

Tabel 2 menunjukkan perbandingan antara dua kelompok perlakuan. Perbandingan antara cangkang telur dengan CPP-ACP diperoleh selisih 130.67 dengan nilai p (0.000) < 0.05. Perbandingan antara cangkang telur dengan kontrol diperoleh selisih 204.00 dengan nilai p (0.000) < 0.05. Sedangkan perbandingan antara CPP-ACP dengan kontrol diperoleh selisih 73.33 dengan nilai p (0.000) < 0.05.

Untuk melihat pengaruh Gel n-HA cangkang telur Ayam (*gallus sp.*) terhadap kekasaran permukaan email gigi, maka dilakukan pengujian menggunakan CLSM. Hasil pengukuran terlihat pada table 3.

Tabel 3. Perbandingan Kekasaran permukaan email antar Tiap Kelompok Perlakuan

Kelompok	Kekasaran	Nilai p
Gel n-HA Cangkang Telur	1.96 (± 0.40)	
CPP-ACP	3.46 (± 0.21)	0.000*
Kontrol	5.47 (± 0.47)	

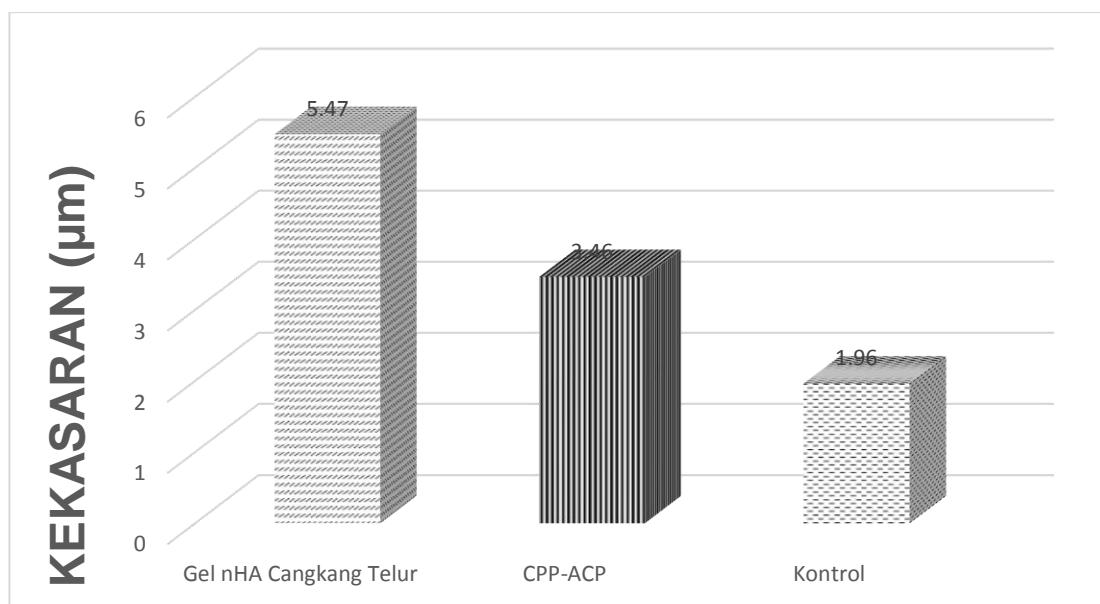
Pada tabel 3 menunjukkan hasil perbandingan kekasaran antar tiap kelompok perlakuan menggunakan uji Anova. Penggunaan uji Anova digunakan karena data yang dianalisis terdiri dari lebih dari dua kelompok dan berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro Wilk (nilai $p > 0.05$). Pada kelompok Gel n-HA cangkang telur nilai rerata kekasaran permukaan email sebesar 1.96, kelompok CPP-ACP sebesar 3.46, dan kelompok kontrol sebesar 5.47. Dari hasil uji statistik diperoleh nilai p ($0.000 < 0.05$) yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan kekasaran permukaan email antar tiap kelompok.

Tabel 4. Uji Lanjut (Post Hoc) Perbandingan Kekasaran antar Tiap Kelompok

Kelompok	Kekasaran		
	mean±SD	Selisih (CI 95%)	Nilai p
Gel n-HA Cangkang Telur	1.96±0.40	1.51	0.000*
CPP-ACP	3.46±0.21	(1.04 – 1.97)	
Gel n-HA Cangkang Telur	1.96±0.40	3.52	0.000*
Kontrol	5.47±0.47	(3.05 – 3.98)	
CP	3.46±0.21	2.01	0.000*
ol	5.47±0.47	(1.54 – 2.47)	

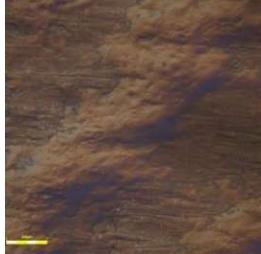
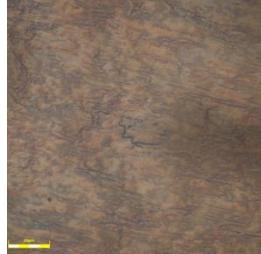
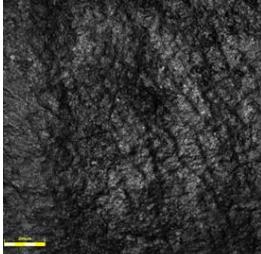
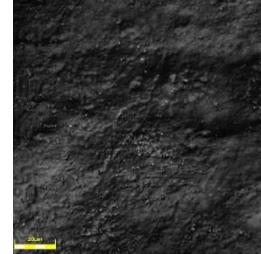
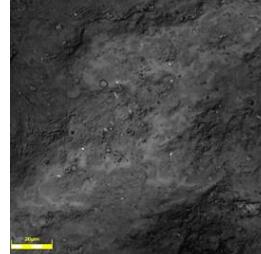
* Uji LSD

Pada tabel 4 menunjukkan perbandingan kakasaran permukaan email antara semua kelompok diperoleh hasil yang signifikan nilai p (0.000) < 0.05.



Gambar 9. Grafik menunjukkan perbandingan rerata skor kekasaran antar tiap kelompok perlakuan

Gambar 9. Menunjukkan perbedaan pada tingkat kekasaran antara tiap kelompok, dan setiap kelompok menujukkan peningkatan kekasaran dengan nilai kekasaran terendah pada kelompok Gel n-HA cangkang Telur dan nilai kekasaran tertinggi pada kelompok kontrol.

kelompok kontrol, sampel yang diberi perlakuan tetapi tidak diaplikasi	kelompok sampel yang diberi perlakuan dan diaplikasi dengan CPP- ACP	kelompok sampel yang diberi perlakuan dan diaplikasi dengan Gel n- HA cangkang telur (<i>Gallus Sp</i>)
 a.CLSM perbesaran 100x	 c.CLSM perbesaran 100x	 e.CLSM perbesaran 100x
 b.CLSM perbesaran 1000x	 d.CLSM perbesaran 1000x	 f.CLSM perbesaran 1000x



ar 10. Perbedaan permukaan setiap kelompok sample, setelah dilakukan *bleaching*, kelompok kontrol dan kelompok yang di aplikasi menggunakan A cangkang telur dan CPP-ACP dengan pembesaran 100 x dan 1000x. (a

dan b) Gambar kelompok kontrol tampak permukaan kasar setelah aplikasi hydrogen peroksida 40%, (c dan d) tampak berkurangnya kekerasan pada permukaan email sampel setelah aplikasi pasta CPP-ACP, (d dan e) terlihat permukaan email sampel lebih halus pada kalompok yang diberi *aplikasi* aplikasi Gel n-HA cangkang telur.

BAB V PEMBAHASAN

Komposisi utama email terdiri dari mineral anorganik (kalsium fosfat dalam bentuk hidroksiapatit) dikombinasikan dengan matriks protein organik. Kedua unsur tersebut akan mempengaruhi sifat mekanik gigi antara lain kekerasan dan kekasaran permukaan email. Salah satu hal yang dapat menyebabkan perubahan struktur gigi adalah bahan yang bersifat asam seperti bahan *bleaching*. Bahan *bleaching* yang bersifat agresif seperti hidrogen peroksida jika diaplikasikan pada permukaan gigi dengan konsentrasi tinggi, maka akan merusak matriks organik gigi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa prosedur *bleaching* dapat meningkatkan porositas akibat penurunan integritas calcium phospat pada struktur gigi, yang akan menyebabkan penurunan kekerasan dan peningkatan kekasaran permukaan email. (Epple et.al, 2019).



Sp) dan pasta *CPP – ACP* merupakan bahan *gold standart* yang tersedia secara komersil setelah penggunaan bahan bleaching hydrogen peroksida. Didapatkan nilai kekerasan pada kelompok yang di *aplikasi* dengan Gel n-HA cangkang telur mengalami peningkatan dibandingkan dengan kelompok yang diaplikasi menggunakan *CPP – ACP*. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Moosavi, Hakimi, (2017) bahwa andungan Nano-hidroksiapatit dalam pasta n-HA secara signifikan meningkatkan remineralisasi permukaan enamel dengan cara menutupi mikroporositas sehingga meningkatkan kekerasan permukaan email . Ion kalsium dan fosfat yang dilepaskan oleh pasta n-HA juga dapat meningkatkan tsaturasi cairan saliva pada permukaan gigi, sehingga mendorong remineralisasi. Cunha *et.al* (2012) melaporkan bahwa aplikasi pasta *CPP-ACP* sesudah prosedur *in office bleaching* dapat mencegah perubahan negatif permukaan gigi baik dari kekasaran dan kekerasan terhadap bovine enamel. (Cunha, et al. 2012, Moosavi, et.al 2017)

Peningkatan kekerasan pada permukaan email dapat juga dipengaruhi oleh kandungan saliva. Saliva dapat berperan sebagai *buffer* alami untuk menetralkan suasana asam rongga mulut dan mencegah larutnya kristal email. Saliva kaya akan ion kalsium dan fosfat, sehingga mempercepat proses remineraralisasi yang secara langsung dapat meningkatkan

kerasitas pada email. Berbeda dengan kelompok kontrol yang merupakan kelompok kontrol dengan nilai kekerasan terendah, hal ini diakibatkan karena



kelompok kontrol tidak diberi aplikasi dengan agen n-HA maupun CPP-ACP, sehingga proses remineralisasi berjalan lambat meskipun saliva dapat membantu proses remineralisasi. (Buzala, et. Al. 2012, Nell et.al .2016)

Selain pengujian nilai kekerasan, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian nilai kekasaran, didapatkan semua kelompok perlakuan mengalami penurunan nilai kekasaran. Kelompok gel n-HA cangkang telur mempunyai nilai kekasaran yang terendah, dibandingkan dengan kelompok pasta CPP-ACP, dan kelompok kontrol. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nikmatus et.al. 2018 yang membuktikan bahwa aplikasi pasta nano-hidroksiapatit akan menurunkan nilai kekasaran permukaan email yang ditandai dengan mikroporositas lebih rendah dari pada kelompok kontrol yang diberikan pasta placebo setelah perawatan *bleaching*. (Nikmatus et.al .2018)

Demikian juga pada hasil pengamatan menggunakan *CLSM (confocal laser scanning electron microscope)* dengan perbesaran 100 x dan 1000x pada pada kelompok gel n-HA cangkang telur dan CPP-ACP tampak permukaan email setelah di aplikasi, menjadi lebih halus sedangkan kelompok kontrol menunjukkan gambaran permukaan email kasar dan tidak merata. Hal ini disebabkan karena proses demineralisasi oleh bahan *bleaching* yang menyebabkan larutnya kalsium pada email, sehingga bagian gigi secara mikroskopik menjadi kasar, tidak merata dan prisma tidak selebar. Hal ini sesuai dengan penelitian Marília-de-Morais Pinelli et.



AI (2019) yang melaporkan *bleaching* dengan HP menunjukkan perubahan morfologi dengan peningkatan kekasaran permukaan email. Namun, berbeda dengan penelitian yang dilaporkan oleh Lima, et.al (2018) dan Llena et.al (2019) bahwa tidak ada kehilangan mineral dan perubahan morfologi email setelah *bleaching*. Hal ini disebabkan Tingkat perubahan struktur permukaan email selama perawatan *bleaching* tergantung pada waktu pemaparan, konsentrasi, dan pH bahan *bleaching*. (Pinelli et. Al .2019, Lima, et.al 2018 dan Llena, et.al .2019)

Secara statistik diperoleh data penurunan nilai kekasaran yang signifikan antara kedua bahan *aplikasi* yang digunakan baik kelompok Gel n-HA cangkang telur maupun kelompok pasta CPP-ACP, artinya kedua bahan tersebut dapat meningkatkan remineralisasi yang secara langsung mempengaruhi kekerasan dan kekasaran permukaan email. Hal ini dapat terjadi karena kedua bahan tersebut memiliki kandungan unsur dan senyawa mineral organik seperti kalsium fosfat dan flour serta *Nanohydroxyapatite* yang memiliki sifat hidrofilik dengan luas permukaan partikel yang lebih besar. Oleh karena itu, kristal hidroksipatit memiliki sifat melembabkan, sehingga ketika diaplikasikan pada permukaan email, akan menghasilkan lapisan tipis dan kuat berikatan dengan email gigi kemudian lapisan kristal

in bekerja memperbaiki struktur email sehingga senyawa ini dapat atkan remineralisasi email. (Yaberi, et.al. 2018, Pajor, et.al.2019)



Peningkatan persentase tertinggi terjadi pada kelompok Gel n-HA Hasil sintesis dari cangkang telur dibandingkan kelopmpok CPP-ACP, hal ini karena kandungan kalsium pada gel cangkang telur (*Gallus Sp*) lebih tinggi yaitu 70 % jika diandingkan dengan CPP-ACP yang hanya mengandung 18 % kalsium (*GC Tooth-Mousse*). (Remaa, 2014). Hal ini sesuai dengan penelitian Anshul, et al.(2017) yang menunjukkan bahwa bahan nano HAp secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kandungan mineral (kalsium dan fosfor) dibandingkan dengan CPP-ACP. Peningkatan kandungan mineral secara langsung dapat mempengaruhi kekerasan dan kekasaran email. Hal ini disebabkan karena Karbonat HAp nanocrystals memiliki ukuran, morfologi, komposisi kimia dan kristalinitas yang sama dengan email, Hal ini memungkin partikel HAp yang berukuran nano mengisi pori-pori halus dari permukaan email yang terdemineralisasi sehingga sangat membantu meningkatkan proses remineralisasi. (Swarup, et.al.2012. Kalra, et.al. 2018)



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan gel n-HA cangkang telur ayam (*Gallus Sp*) efektif meningkatkan kekerasan dan menurunkan kekasaran permukaan email gigi kelinci setelah *bleaching* dengan hidrogen peroksida.

B. SARAN

Dilakukan uji klinis mengenai uji toksitas n-HA sintesis cangkang (*Gallus Sp*) sebagai bahan remineralisasi.



2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektifitas n-HA sistesis cangkang telur (*Gallus Sp*) dengan aplikasi pada gigi manusia (in vivo) sebagai bahan remineralisasi setelah *bleaching* ataupun sebagai bahan pencegahan karies.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Majeed, Imran Farooq. Tooth-Bleaching: AReview of the Efficacy and Adverse Effects of Various Tooth Whitening Products. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan 2015, Vol. 25(12): 00

Abdulrahman I, Tijani HI, Mohammed BA, Saldu H, Yusuf H. From garbage to biomaterials: an overview on egg shell based hydroxyapatite. J Mat 2014; 00(0).

Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on email surface: an in vitro study. Clin Oral Invest 2011; 15: 673– 680.

Abou Neel EA, Aljabo A, Strange A, et al. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. Int J Nanomedicine. 2016;11:4743–4763. Published 2016 Sep 19. doi:10.2147/IJN.S107624

Alqahtani MQ. Tooth bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. The Saudi Dent J 2014; 26: 33-46



Atiek Rostika Noviyanti, Haryono, Rinal Pandu. Cangkang Telur Ayam sebagai Sumber Kalsium dalam Pembuatan Hidroksiapatit untuk Aplikasi Graft Tulang. Chimica et Natura Acta Vol. 5 No. 3, Desember 2017: 107-111.

Attia RM, Kamel MM. Changes in surface roughness of bleached enamel by using different remineralizing agents. Tanta Dent J 2016;13:179-86

Budirahardjo R. Pemutihan kembali gigi yang berubah warna pada anak. Journal of Dentomaxillofacial Science. 2011:105-10

Buzalaf MA, Hannas AR, Kato MT. Saliva and dental erosion. J Appl Oral Sci. 2012;20(5):493–502. doi:10.1590/s1678-77572012000500001.

Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine. 2003 Jul 1;14(4):292304

Divyapriya G K, Yavagal PC, Veeresh D J. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate in dentistry. Int J Oral Health Sci 2019 ;6:18-25.

Epple M, Meyer F, Enax J. A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. Dent J (Basel). 2019;7(3):79. Published 2019 Aug 1. doi:10.3390/dj7030079

Fauziah C, Fitriyani S, Diansari V. Colour change of enamel after application of Averrhoa bilimbi. Journal of Dentistry Indonesia. 2013 Aug 9;19(3):536.



Hamagaran Gumimaa, Meelakantan Prasanna. Remineralization of the tooth structure-the future of dentistry. International Journal PharmTech Research. Vol. 6 (2). 2014. Pp: 487-83.

Harald O. et. Al. Sturdevant's Art and Science of operative dentistry. 6th Edition. Paasajhjkshfsjhfkjfhksjafh

Hendari R. Bleaching (Tooth-Whitening) pada gigi yang mengalami pewarnaan. Majalah Ilmiah Sultan Agung. 2009;44(118):65-78

Heshmat H, Ganjkar MH, Miri Y, Fard MJ. The effect of two remineralizing agents and natural saliva on bleached email hardness. Dent Res J (Isfahan). 2016;13(1):52-7.

Istanti SF, Aryati E, Arbianti K. pengaruh konsentrasi madu terhadap perubahan warna gigi pada proses bleaching secara in vitro. ODONTO Dental Journal; 2014; 1(2):25-8.

Jayasudha, Baswaraj, Navin, Prasanna. Email Regeneration - Current Progress and Challenges. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 Sep, Vol-8(9): ZE06-ZE096.

Johar K. Fundamentals of laser dentistry. India: Jaypee, 2011: 64-5.

Junqueira RB, Carvalho RF, Carmo AMR, Devito KL, Rodrigues SSM, et al. In vitro analysis of huan email microhardness as subjected to prolonged use of external bleaching agents. UNOPAR Cient Cienc Biol Saude 2013; 15(2):141

Kalra DD, Kalra RD, Kini PV, Allama Prabhu C R. Nonfluoride remineralization: An evidence-based review of contemporary technologies. J Dent Allied Sci [serial online] 2014 [cited 2020 Jan



13];3:24-33.

Available

from:

<http://www.jdas.in/text.asp?2014/3/1/24/156525>

Kutuk ZB, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Effects of in-office *bleaching* agent combined with different desensitizing agents on enamel. J Appl Oral Sci. 2018;27:e20180233. Published 2018 Nov 8. doi:10.1590/1678-7757-2018-0233

Lima DA, Aguiar FH, Pini NI, Soares LE, Martin AA, Liporoni PC. In vitro effects of hydrogen peroxide combined with different activators for the in-office bleaching technique on enamel. Acta Odontol Scand. 2015;73:516–21.

Llena C, Esteve I, Forner L. Effects of in-office bleaching on human enamel and dentin. Morphological and mineral changes. Ann Anat. 2018;217:97–102

Mahdi Shahmoradi, Luiz E. Bertassoni, Hunida M. Elfallah and Michael Swain. Advances in Calcium Phosphate Biomaterials (pp.511-547). 2014, Cited :
https://www.researchgate.net/publication/269702275_Fundamental_Structure_and_Properties_of_Email_Dentin_and_Cementum.

Mahreini, Sulistyowati E, SAmpe S, Chandra W. Pembuatan hidroksi Apatit dari Kulit telur. Prosiding seminar nasional Teknik kimia “Kejuangan”2012; 6 Maret 2012; Yogyakarta.

Margaretha J, Rianti D, Meizarini A. Perubahan warna email setelah aplikasi gel buah stroberi dan gel karbamid peroksida 10%. Material Dent.

009;1:16-20

i Dwi Riani, Fadil Oenzil. Pengaruh Aplikasi Bleaching Gigi Karbamid peroksida 10% dan Hidrogen Peroksida 6% secara Home Bleaching



terhadap Kekerasan Permukaan Email Gigi. Jurnal Kesehatan Andalas. 2015; 4(2)

Meizarini A, Rianti D. Bleaching gigi sertifikasi ADA/ISO. Maj Ked Gigi (Dent J) 2005; 38 (2): 73-6

Mihu CM, Dudea D, Melincovici C, Bosca B. Tooth Email, the Result of the Relationship between Matrix Protein and Hydroxyapatite Crystals. Applied Med Informatics 2008; 23 (3): 68-72. 17.

Miranda CB, Pagani C, Benetti AR, Matuda FD. Evaluation of the bleached human email by scanning electron microscopy. Journal of Applied Oral Science. 2005 Jun;13(2):204-11

Moosavi H, Hakimi N. The effects of fractional CO₂ laser, Nano-hydroxyapatite and MI paste on mechanical properties of bovine enamel after bleaching. J Clin Exp Dent. 2017;9(12):e1390–e1396. Published 2017 Dec 1. doi:10.4317/jced.54044

Nematianaraki, Saeid et al. "Effects of the bleaching procedures on email micro-hardness: Plasma Arc and diode laser comparison" Laser therapy vol. 24,3 (2015): 173-7.

Nikmatus Sa'adah et.al. Pengaruh pemberian pasta nano-hidroksiapatit terhadap mikroporositas enamel setelah perawatan bleaching. Majalah Kedokteran Gigi Indonesia. April 2018;4(1): 33-38

Nurlaela A, Dewi SU, Dahlan K, Soejoko DS. Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam ayam dan bebek sebagai sumber kalsium untuk sintesis mineral tulang. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 2014; 4: 81-5.



O. Ibiyemi and J.O. Taiwo. Psychosocial Aspect Of Anterior Tooth Discoloration Among Adolescents In Igbo-Ora, Southwestern Nigeria . Ann Ibd. Pg. Med 2011. Vol.9, No.2 94-99

Oldoini Giacomo, Bruno A, Genovesi AM, Parisi L. Effects of Amorphous Calcium Phosphate Administration on Dental Sensitivity during In-Office and At-Home Interventions. Dentistry Journal. 2018; 6(4):52.

Pajor K, Pajchel L, Kolmas J. Hydroxyapatite and Fluorapatite in Conservative Dentistry and Oral Implantology-A Review. Materials (Basel). 2019;12(17):2683. Published 2019 Aug 22. doi:10.3390/ma12172683

Perdigao J ed. Tooth Whitening An Evidence-Based Perspective. Zurich: Springer. 2016: 24-9.

Pinelli MD, Catelan A, de Resende LF, Soares LE, Aguiar FH, Liporoni PC. Chemical composition and roughness of enamel and composite after bleaching, acidic beverages and toothbrushing. J Clin Exp Dent. 2019;11(12):e1175–e1180. Published 2019 Dec 1. doi:10.4317/jced.56442

Plotino G., Buono L., Grande NM. Non-vital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. J Endod. 2008; 34: 394-407

Prasetyo EA. Keasaman minuman ringan menurunkan kekerasan permukaan gigi (acidity of soft drink decrease the surface hardness of tooth). Maj Ked Gigi (Dent J) 2005; 38(2): 60-3.

Rahavu YC. Peran agen remineralisasi pada lesi karies dini. Stomatognatic .K.G Unej) 2013; 10 (1) : 25-30



Riani MD, Oenzil F, Kasuma N. Pengaruh Aplikasi Bleaching Gigi Karbamid Peroksida 10% dan Hidrogen Peroksida 6% secara Home Bleaching terhadap Kekerasan Permukaan Email Gigi. Jurnal Kesehatan Andalas. 2015 May 1;4(2).

Sabel N. Email of primary teeth – morphological and chemical aspects. Swedish Dental Journal 2012; 222 (Suppl): 11-3, 64-5.

Saleha, Halik M, Annisa N, Sudirman, Subaer. Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari nanopartikel kalsium oksida (CaO) cangkang telur ayam untuk aplikasi dental implan. Prosiding pertemuan ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY 2015;124-7.

Saryati, Giat S, HAndayani A, Supardi, Untoro P. Hidroksiapatit berpoti dari kulit kerrang. Indonesian J Materials Sci; 2012: 31-5.

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;9:28-33

Swarup JS, Rao A. Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. Contemp Clin Dent 2012;3:433 - 6

Syam ZZ, Kasim A, Nurdin M. Pengaruh serbuk cangkang telur ayam ayam terhadap tinggi tanaman kamboja Jepang (Adenium Obesum). e-Jipbiol 2014; 3: 9-15.

Syafriadi M, Noh TC. Pengukuran kadar kalsium saliva terlarut pada gigi yang dilakukan eksternal bleaching dan dipapar dengan Sreptococcus mutans. Jurnal PDGI 2014; 63(2): 63-5.



Suprastiwi E. Penggunaan karbamid peroksida sebagai bleaching gigi. Journal of Dentistry Indonesia. 2005;12(3):139-45.

Xuedong Zhou and Yuqing Li. Atlas of Oral Microbiology From Healthy Microflora to Disease 2015, Pages 15-40.

Yaberi M, Haghgoo R. A comparative study of the effect of nanohydroxyapatite and eggshell on erosive lesions of the enamel of permanent teeth following soft drink exposure: A randomized clinical trial. J Int Oral Health 2018;10:176-9

Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2010; 120(4): 306-13.

Zhang YR, Du W, Zhou XD, Yu HY. Review of research on the mechanical properties of the human tooth. Int J Oral Sci. 2014;6(2):61–69. doi:10.1038/ijos.2014.21

DOKUMENTASI PENELITIAN



PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN



ANASTESI HEWAN COBA



PRO

A

COBA



Optimization Software:
www.balesio.com



GINGIVAL MANAGEMENT DAN APLIKASI BAHAN BLEACHING SELAMA 2 X 20 MENIT



Optimization Software:
www.balesio.com



PERSIAPAN KELOMPOK SAMPEL



UJI KEKERASAN MENGGUNAKAN VICKHERS HARDNESS TESTER



Optimization Software:
www.balesio.com



UJI KEKERASAN MENGGUNAKAN CONFOCAL LASER SCANNING
ELECTRON MICROSCOPE



Optimization Software:
www.balesio.com