



**ANALISIS PELEPASAN ION NIKEL DAN KROMIUM PADA KAWAT
THERMAL NIKEL TITANIUM YANG DIRENDAM DENGAN
AIR KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

SKRIPSI

Oleh

Kalvin Juniawan

141610101077

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**ANALISIS PELEPASAN ION NIKEL DAN KROMIUM PADA KAWAT
THERMAL NIKEL TITANIUM YANG DIRENDAM DENGAN
AIR KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Kalvin Juniawan

141610101077

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

Dengan segenap kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa mencurahkan berkat, kasih dan rahmat-Nya sehingga saya berkesempatan untuk menimba ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
2. Keluarga besar, khususnya Ibu dan Ayah saya yang selalu memberi saya limpahan kasih sayang, pendidikan, doa, semangat dan dukungan moral maupun materiil;
3. Dosen-dosen yang telah mendidik dan mengajarkan banyak ilmu untuk saya selama menjalani pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
4. Pahlawan tanpa tanda jasa dari TK sampai SMA yang telah mengajarkan saya ilmu yang bermanfaat;
5. Almamater saya Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTTO

“Life's simple: You make choices and you don't look back”

Hidup itu sederhana: Kamu memilih pilihanmu dan tidak menyesalinya.

(Kang Sung-Ho dalam *Tokyo Drift*)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Calvin Juniawan

NIM : 141610101077

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Pelepasan Ion Nikel dan Kromium pada Kawat *Thermal* Nikel Titanium yang Direndam dengan Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

(Calvin Juniawan)

NIM 141610101077

SKRIPSI

**ANALISIS PELEPASAN ION NIKEL DAN KROMIUM PADA KAWAT
THERMAL NIKEL TITANIUM YANG DIRENDAM DENGAN
AIR KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

Oleh

Kalvin Juniawan

141610101077

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Lusi Hidayati, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Agus Sumono, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Analisis Pelepasan Ion Nikel dan Kromium pada Kawat *Thermal* Nikel Titanium yang Direndam dengan Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*)" telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Juli 2018

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Utama

Penguji Anggota

drg. Dessy Rahmawati, M.Kes., Ph.D.
NIP. 197612232005012001

drg. Leliana Sandra D A P, Sp.Ort.
NIP. 197208242001122000

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

drg. Lusi Hidayati, M.Kes.
NIP. 197404152005012002

drg. Agus Sumono, M.Kes.
NIP. 196804012000121001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prof.

NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Analisis Pelepasan Ion Nikel dan Kromium pada Kawat *Thermal Nickel Titanium* yang Direndam dengan Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*); Calvin Juniawan; 141610101077; 2018; ... Halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

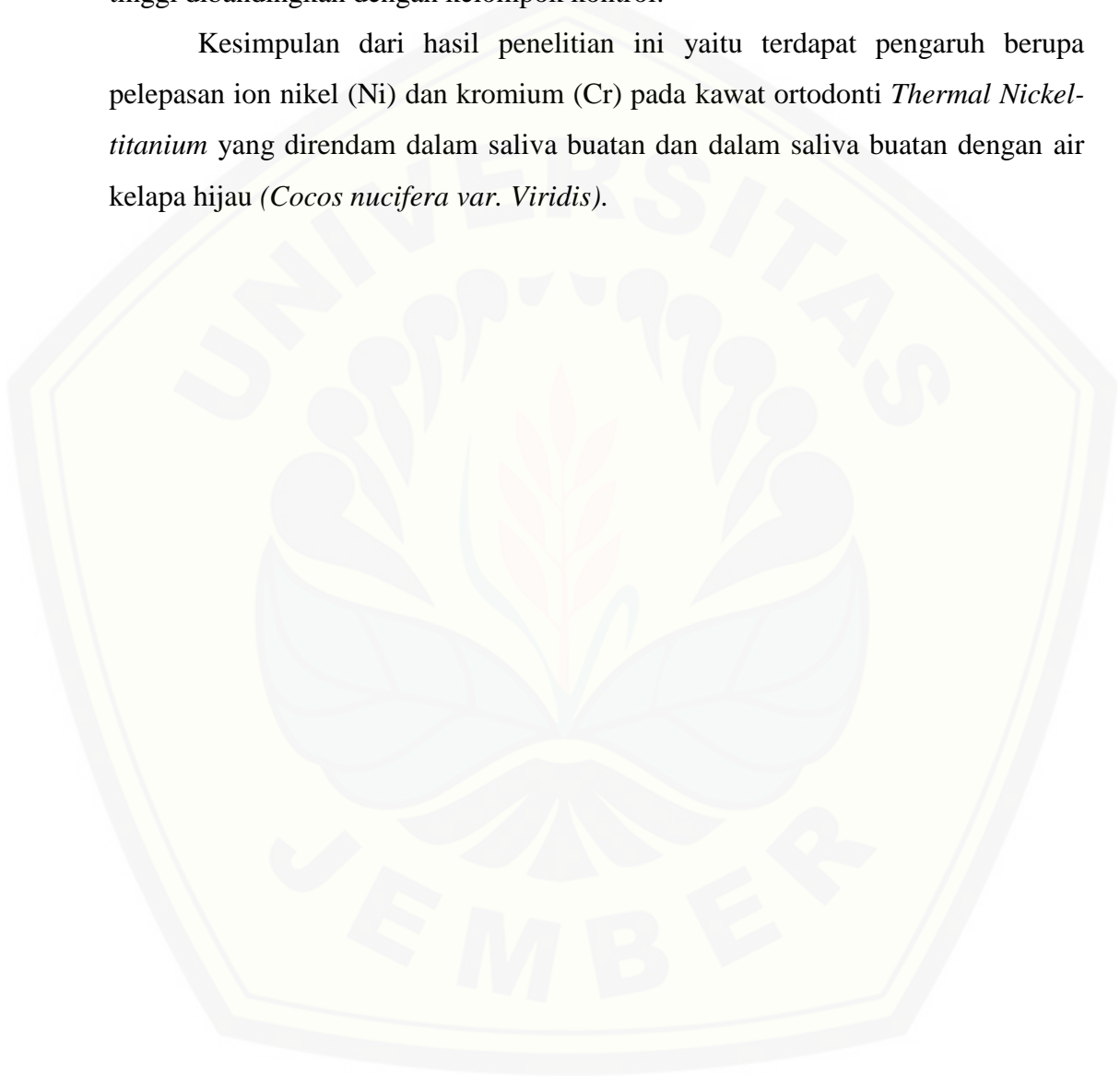
Prevalensi maloklusi yang tinggi tentunya juga akan diimbangi dengan tingginya perawatan ortodonti, yang salah satunya memakai kawat ortodonti. Faktor jangka waktu pemakaian, lingkungan rongga mulut, tingkat keasaman (pH) dan juga makanan yang dikonsumsi dapat menimbulkan perubahan pada kawat ortodonti. Salah satu perubahan tersebut yakni pelepasan ion logam berat khususnya nikel (Ni) dan kromium (Cr) pada kawat sehingga mengurangi sifat kekuatan dan fleksibilitas kawat serta menimbulkan efek berupa alergi, karsinogenik, sitotoksik pada tubuh manusia. Pada pH asam kandungan hidrogen (H^+) berjumlah banyak sehingga dapat menginduksi reaksi pelepasan ion. pH dalam rongga mulut dapat menjadi asam setelah mengonsumsi minuman berupa air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*). Air kelapa hijau memiliki pH yang asam oleh karena kandungannya yang terdiri dari beberapa asam kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dalam air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) dan saliva buatan terhadap pelepasan ion nikel dan kromium kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* (NiTi). Sampel berupa kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* berjumlah 8 buah dengan panjang 11,6 cm dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kontrol yang direndam pada saliva buatan dan perlakuan yang direndam dalam saliva buatan ditambah air kelapa hijau. Kemudian sampel direndam pada masing-masing larutan selama 3 jam pada suhu $37^{\circ}C$. Sampel kemudian diambil dan larutan perendaman diuji dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) untuk menghitung jumlah ion nikel dan kromium yang terlepas dari kawat.

Data jumlah pelepasan ion nikel dan kromium kemudian di analisis menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen serta terdapat perbedaan

tidak signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Hasil penelitian pada kelompok perlakuan memiliki jumlah pelepasan sedikit lebih kecil dibanding dengan kelompok kontrol, sedangkan jumlah pelepasan ion Kromium pada kawat *Thermal Nickel-Titanium* pada kelompok perlakuan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu terdapat pengaruh berupa pelepasan ion nikel (Ni) dan kromium (Cr) pada kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* yang direndam dalam saliva buatan dan dalam saliva buatan dengan air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*).



PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pelepasan Ion Nikel dan Kromium pada Kawat *Thermal* Nikel Titanium yang Direndam dengan Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, bapak Andi Kristanto dan ibu Rutnawati yang tidak pernah lelah memberikan doa, nasihat, semangat, dukungan serta perhatian yang penuh dengan kasih sayang kepada saya;
2. drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Pros., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. drg. Lusi Hidayati, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan drg. Agus Sumono, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan ilmu, waktu, saran, motivasi, perhatian, dan kesabaran yang banyak dalam membimbing saya hingga skripsi ini selesai dengan baik;
4. drg. Dessy Rahmawati, M.Kes., Ph.D., selaku Dosen Penguji Ketua, dan drg. Leliana Sandra D A P, Sp.Ort., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan banyak masukan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
5. drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
6. Seluruh dosen dan staf akademik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember atas dukungan, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
7. Nico Natanael Hendrata, sahabat seperjuangan satu kos atas dukungan dan kebersamaan yang telah tercurah selama ini;

8. Keluarga besar “Darmin”: Nurqum, Majid, Wawan, Bangun, Nadhir, Aldi, Rudy, Wangwang, Yuniko, Sandy yang selalu menemani dalam suka dan duka;
9. Keluarga besar “67-77”: Iga, Luly, Bimbi, Firda, Firdi, Nadiya, Yuniko, Egi, Ofa, Puti yang sampai sekarang berjuang bersama dalam perkuliahan ini;
10. Seluruh teman-teman LECI FKG 2014, terima kasih atas motivasi, kerja sama, kekeluargaan, dan kekompakkannya selama ini;
11. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang turut mendukung dalam doa dan memberikan motivasi.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

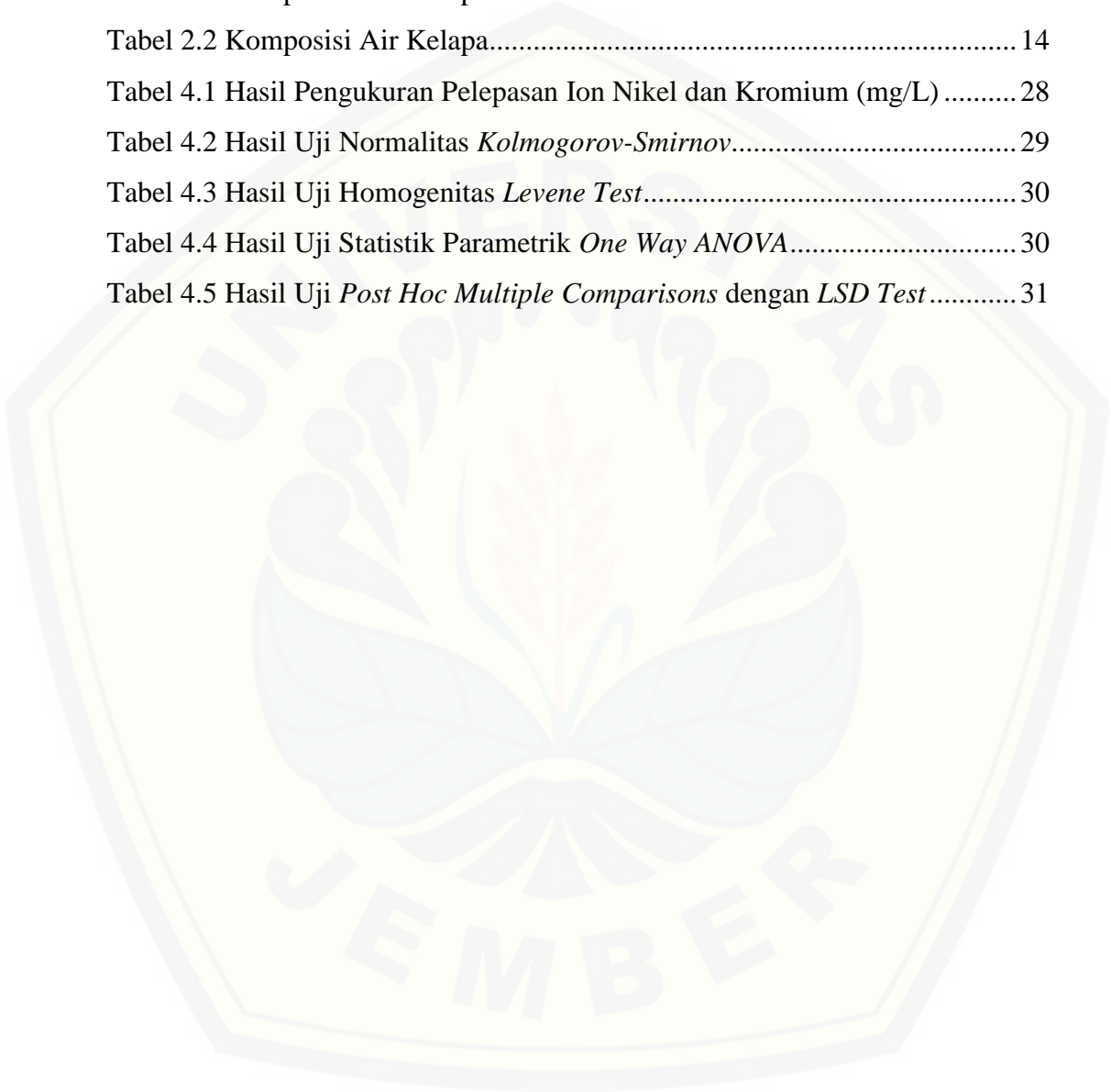
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perawatan Ortodonti	4
2.1.1 Definisi Perawatan Ortodonti	4
2.1.2 Macam-macam Peranti Ortodonti	4
2.2 Kawat Ortodonti	6
2.2.1 Karakteristik Kawat Ortodonti	6
2.2.2 Bahan Kawat Ortodonti	7
2.2.3 Kawat Ortodonti <i>Thermal Nickel-titanium</i>	8
2.3 Kelapa Hijau	11
2.3.1 Definisi Kelapa Hijau	11

2.3.2 Taksonomi	11
2.3.3 Air Kelapa Hijau	12
2.4 Saliva Buatan	13
2.5 Korosi	14
2.5.1 Komponen Pelepasan Ion Logam	15
2.5.2 Proses Terjadinya Pelepasan Ion Logam	16
2.5.3 Pemeriksaan Pelepasan Ion Logam	17
2.5.4 <i>Atomic Absorbtion Spectrometry</i> (AAS)	18
2.6 Hipotesis	18
2.7 Kerangka Konsep	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2.1 Tempat Penelitian	20
3.2.2 Waktu Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian	20
3.3.1 Sampel penelitian	20
3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian	20
3.3.3 Besar Sampel Penelitian	21
3.4 Variabel Penelitian	22
3.4.1 Variabel Bebas	22
3.4.2 Variabel Terikat	22
3.4.3 Variabel Terkendali	22
3.5 Definisi Operasional	22
3.5.1 Kawat Ortodonti <i>Thermal Nickel-titanium Round</i>	22
3.5.2 Saliva Buatan	22
3.5.3 Air Kelapa Hijau	22
3.5.4 Pelepasan ion Nikel	23
3.6 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.6.1 Alat Penelitian	23
3.6.2 Bahan Penelitian	23

3.7 Prosedur Penelitian	23
3.7.1 Persiapan Spesimen	23
3.7.2 Persiapan larutan uji	24
3.7.3 Perendaman Sampel	24
3.7.4 Pengujian Analisa Pelepasan ion Nikel	25
3.8 Analisis Data	26
3.9 Alur Penelitian	27
BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian	28
4.2 Analisis Data	29
4.3 Pembahasan	32
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Air Kelapa.....	13
Tabel 2.2 Komposisi Air Kelapa.....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pelepasan Ion Nikel dan Kromium (mg/L)	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	29
Tabel 4.3 Hasil Uji Homogenitas <i>Levene Test</i>	30
Tabel 4.4 Hasil Uji Statistik Parametrik <i>One Way ANOVA</i>	30
Tabel 4.5 Hasil Uji <i>Post Hoc Multiple Comparisons</i> dengan <i>LSD Test</i>	31

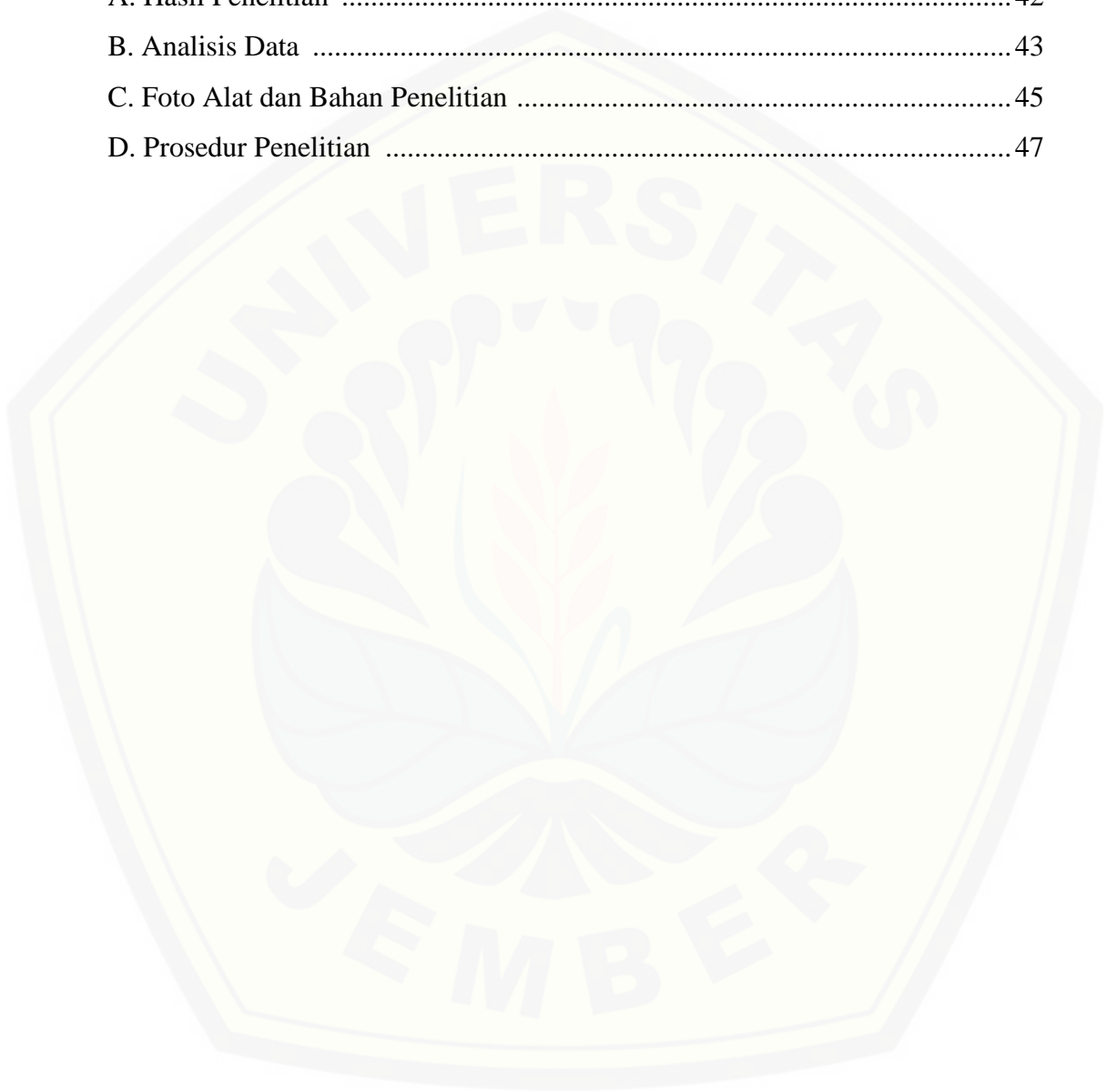


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Piranti Ortodontik Lepas	5
Gambar 2.2 Piranti Ortodontik Cekat	6
Gambar 2.3 Ilustrasi kristal kawat pada fase martensit-austenit-r phase	10
Gambar 2.4 Pohon dan Buah Kelapa	12
Gambar 2.4 Kerangka Konsep	19
Gambar 3.1 Alur Penelitian	27
Gambar 4.1 Diagram Batang Pelepasan Ion Nikel dan Kromium	29

DAFTAR LAMPIRAN

A. Hasil Penelitian	42
B. Analisis Data	43
C. Foto Alat dan Bahan Penelitian	45
D. Prosedur Penelitian	47



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prevalensi maloklusi di Indonesia menurut WHO masih sangat tinggi, sekitar 80% dari jumlah penduduk Indonesia memiliki kasus maloklusi. Maloklusi merupakan keadaan yang tidak menguntungkan dan meliputi ketidakaturan dari gigi geligi seperti gigi berjejal, protrusif, malposisi atau hubungan yang tidak harmonis dengan gigi lawannya (Liefany, 2014; Rosihan, 2014). Maloklusi dapat mengakibatkan asimetri bentuk muka yang mengakibatkan penurunan estetika (Oley dkk., 2015; Bhalajhi, 2006).

Perawatan maloklusi dapat dilakukan dengan menggunakan peranti ortodonti. Peranti ortodonti secara garis besar dapat digolongkan menjadi peranti lepasan (*Removable appliance*), peranti fungsional (*Functional appliance*) dan peranti cekat (*Fixed appliance*). Komponen peranti cekat terdiri dari 3 bagian, yaitu: *bracket*, kawat, dan aksesoris. Komponen kawat ortodonti berfungsi sebagai acuan untuk menggerakkan gigi sesuai dengan desain kawat yang digunakan (Rahardjo, 2012).

Komponen kawat ortodonti dibedakan dengan jenis logam bahan penyusunnya. Jenis kawat ortodonti *Nickel-titanium* (NiTi) mempunyai sifat elastisitas yang baik diantara bahan lainnya dan sifat *shape-memory effect*. Dengan berkembangnya teknologi, ditemukan variasi baru dari bahan kawat jenis NiTi yaitu *Thermal NiTi*. Selain mempunyai komponen logam utama berupa nikel dan titanium, kawat ortodonti *Thermal NiTi* mempunyai beberapa penambahan komponen logam seperti tembaga (Cu) maupun kromium (Cr) yang menyebabkan perbedaan suhu transisi, penurunan friksi, dan peningkatan kekuatan kawat dibandingkan dengan kawat NiTi pada umumnya (Premkumar, 2015; Hasyim, 2015).

Seiring berjalannya waktu, salah satu masalah yang ditimbulkan oleh pemakaian peranti ortodonti dalam jangka panjang adalah korosi. Korosi pada kawat menyebabkan terlepasnya ion logam ke dalam tubuh sehingga

menimbulkan dampak negatif pada organ tubuh serta pada kekuatan dan fleksibilitas kawat (Avnita, 2014). Pada kawat ortodontik *Thermal NiTi* terdapat kandungan kelompok logam berat nikel (Ni) dan kromium (Cr) yang dapat bersifat alergi, sitotoksik bahkan karsinogenik bagi tubuh manusia (Sfondrini dkk., 2009). Salah satu penyebab terjadinya korosi adalah pH asam. Konsumsi makanan atau minuman yang bersifat asam dapat menurunkan pH saliva sehingga rongga mulut menjadi media korosif (Castro, 2015).

Salah satu penyebab pH saliva menjadi rendah yaitu mengonsumsi larutan yang mempunyai derajat keasaman rendah. Air kelapa memiliki pH ± 4.75 yang menunjukkan bahwa air kelapa bersifat asam. Adanya kandungan-kandungan asam pada air kelapa seperti asam askorbat, asam pantotenat, asam nikotinat, dan beberapa asam amino menyebabkan penurunan pH saliva dan memengaruhi pelepasan ion logam saat dikonsumsi (Bonde, 2016). Sebagai negara produsen kelapa terbesar di dunia, produksi kelapa Indonesia mencapai angka yang tertinggi. Ditinjau dari wilayah penyebarannya, tanaman kelapa menyebar di seluruh pelosok tanah air sehingga tidak menutup kemungkinan masyarakat Indonesia dari daerah pesisir ataupun perkotaan dapat mengonsumsi air kelapa (FAO, 2009). Selain memiliki rasa yang menyegarkan, air kelapa merupakan isotonik alami dan bermanfaat bagi kesehatan, sehingga banyak digemari oleh sebagian masyarakat Indonesia (Rindengan dkk., 2004).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan analisis untuk mengetahui adakah pengaruh berupa pelepasan ion nikel dan kromium pada perendaman kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* dengan air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diteliti adalah adakah pengaruh perendaman air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) terhadap pelepasan ion nikel dan kromium pada kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) terhadap pelepasan ion nikel dan kromium pada kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat memberikan informasi kepada dokter gigi mengenai efek air kelapa terhadap pelepasan ion nikel dan kromium pada kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium*
2. Dapat memberikan informasi kepada pengguna kawat ortodontik untuk pertimbangan jumlah konsumsi air kelapa
3. Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Ortodonti

2.1.1 Definisi Perawatan Ortodonti

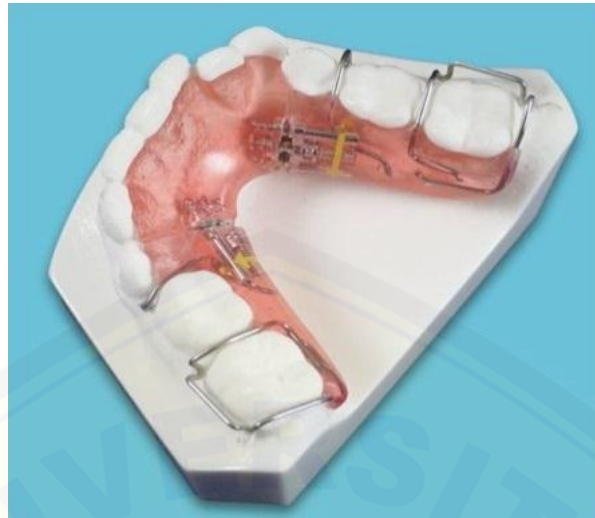
Perawatan ortodonti adalah perawatan di bidang kedokteran gigi dengan peranti ortodonti yang bertujuan untuk memperoleh kontak proksimal dan oklusal yang optimal dari gigi (oklusi) sehingga meningkatkan estetik dari dentofasial (Graber dan Vanarsdall, 2011). Perawatan ortodonti umumnya digolongkan menjadi 3 tahapan yaitu perawatan preventif, perawatan interseptif, dan perawatan kuratif. Setiap tahapan perawatan tersebut dibedakan berdasarkan jenis perawatan dan jenjang waktu, untuk mempermudah penjelasan rencana perawatan (Rahardjo, 2012).

2.1.2 Macam-macam Peranti Ortodonti

Peranti yang digunakan untuk merawat maloklusi secara garis besar dapat digolongkan pada peranti lepasan (*Removable Appliance*), peranti fungsional (*Functional Appliance*) dan peranti cekat (*Fixed Appliance*).

a. Peranti Lepas (*Removable Appliance*)

Pengertian peranti lepasan adalah peranti yang dapat dipasang dan dilepas oleh pasien. Komponen utama peranti lepasan adalah: 1) komponen aktif; 2) komponen pasif; 3) lempeng akrilik; 4) penjangkaran. Komponen aktif terdiri atas pegas, busur dan sekrup ekspansi. Komponen pasif utama adalah cengkeram *Adams* dengan beberapa modifikasinya, cengkeram *South-end* dan busur pendek.



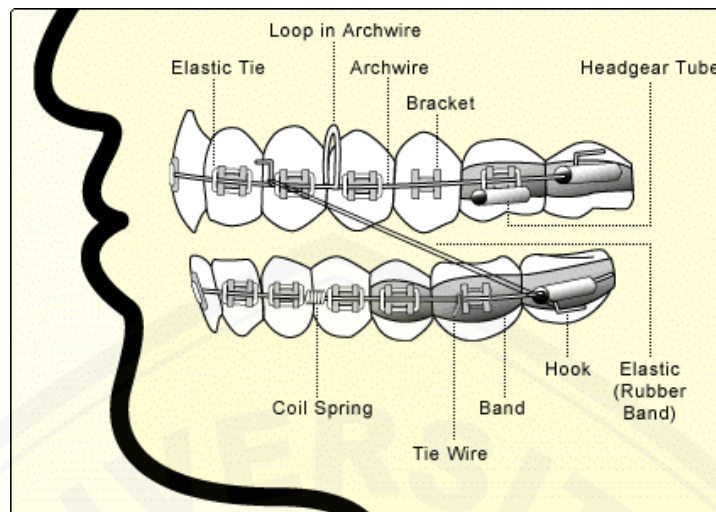
Gambar 2.1 Piranti Ortodontik Lepas
(Sumber: <http://www.excelorthodontics.com/appliances/removable-appliances/>)

b. Peranti Fungsional (*Functional Appliance*)

Peranti fungsional digunakan untuk mengkoreksi maloklusi dengan memanfaatkan, menghalangi atau memodifikasi kekuatan yang dihasilkan oleh otot orofasial, erupsi gigi dan pertumbuhan dentomaksilofasial. Ada juga yang mengatakan bahwa peranti fungsional dapat berupa peranti lepasan atau cekat yang menggunakan kekuatan yang berasal dari regangan otot, fascia dan atau jaringan yang lain untuk mengubah relasi skelet atau gigi.

c. Peranti Cekat (*Fixed Appliances*)

Peranti cekat adalah peranti ortodonti yang melekat pada gigi pasien sehingga tidak bisa dilepas oleh pasien. Peranti ini mempunyai tiga komponen utama, yaitu lekatan (*Attachment*) yang berupa braket (*Bracket*) atau cincin (*Band*), kawat busur (*Archwire*), dan penunjang (*Accessories* atau *Auxiliaries*) (Rahardjo, 2012).



Gambar 2.2 Piranti Ortodontik Cekat

(Sumber: <http://www.cartwrightorthodontics.com/orthodontic-appliances.html>)

2.2 Kawat Ortodonti

Kawat orthodontik merupakan komponen piranti ortodonti cekat yang memiliki peran sentral pada perawatan ortodonti yang mana digunakan untuk menghasilkan tekanan biomekanik yang dihubungkan dengan braket sehingga menghasilkan pergerakan gigi (Brantley, 2001). Berbagai bahan seperti logam, paduan, polimer, dan komposit sering digunakan untuk memproduksi kawat ortodontik (Kotha, 2014).

2.2.1 Karakteristik Kawat Ortodonti

Kawat ortodonti memiliki sifat atau karakteristik tertentu, sehingga pemilihan yang tepat akan menentukan hasil yang optimum dari perawatan, berikut beberapa sifat atau karakteristik yang dimiliki kawat ortodonti :

a. *Springback*

Springback adalah sifat dari kawat yang cenderung kembali ke bentuk semula meskipun telah mengalami deformasi. Pengukuran dari kekuatan *springback* dapat dilakukan menggunakan rumus nilai konstanta dari modulus Young.

b. *Modulus of Resilience* atau *Stored Energy* (MR)

Modulus of Resilience atau *stored energy* merupakan kemampuan kawat yang dapat meneruskan gaya ketika diberikan gaya, dan menyimpan gaya ketika pemberian beban dihentikan.

c. *Formability*

Formability memberikan sifat kemudahan dalam dibentuk menjadi berbagai bentuk kombinasi kawat untuk memudahkan pemberian dan pengontrolan gaya

d. Biokompatibilitas terhadap jaringan mulut

Resistensi kawat ortodonti terhadap korosi dan adaptasi lingkungan di dalam rongga mulut sehingga kawat tidak mengalami kerusakan atau degenerasi material yang menyebabkan deformasi kawat secara mikroskopis.

e. Kekakuan (*Stiffness*)

Kekakuan dari suatu kawat ortodonti adalah nilai dari besar gaya dari kawat yang dapat dihasilkan pada proses pemakaian kawat. Apabila semakin lentur kawat maka besar gaya yang dihasilkan akan kecil dan ringan.

f. *Joinability*

Joinability adalah sifat kawat yang dapat beradaptasi ketika digabung dengan peranti lain dalam perawatan seperti proses penyolderan atau *welding*.

g. Friksi

Friksi adalah kekuatan kawat dalam menahan gaya pada dua permukaan yang saling bergesekan. Gesekan pada kawat ortodonti biasanya terjadi antara kawat dengan braket. Semakin besar friksi maka pergerakan yang dihasilkan semakin kecil. Jadi friksi berbanding terbalik dengan pergerakan gigi yang dihasilkan (O'Brien, 2009).

2.2.2 Bahan Kawat Ortodonti

Pada saat ini para orthodontics pada umumnya memakai kawat dengan 4 tipe *alloy-metal* yang digunakan, yaitu :

a. Kawat *Stainless Steel*

Sejak 1950 *alloy stainless steel* telah banyak digunakan pada kebanyakan kawat ortodonti. Kawat *stainless steel* cukup populer oleh karena kombinasi

dari harga yang murah dan *formability* yang bagus, diikuti dengan kekuatan mekanis yang baik. Kawat ini dapat disolder dan di las untuk pembuatan peralatan yang kompleks. Komposisi dari kawat Ortodonti *stainless steel* yaitu 17-20% Cr, 8-12% Ni, 0,15% C (max), sisanya Fe.

b. *Cobalt-chromium-nickel*

Kawat orthodontik *Cobalt-chromium-nickel* telah dikembangkan sejak tahun 1950 oleh *Elgiloy Corporation* (Elgin, IL, USA). Komposisi dari kawat Ortodonti *Cobalt-chromium-nickel* yaitu 40% Co, 20% Cr, 15% Ni, 15,8 % Fe, 7% Mo, 2% Mn, 0,15% C, dan 0,04% Be.

c. *Nickel-titanium*

Kawat *Nickel-titanium* merupakan generasi terbaru kawat ortodonti yang mulai dikembangkan oleh Andreasen di awal tahun 1970 an. Generasi pertama kawat ortodonti *Nickel-titanium* (Nitinol) dipasarkan oleh *Unitek Corporation*. Kawat ortodonti Nitinol menawarkan modulus elastisitas kira-kira 20% disbanding *stainless steel*. Komposisi dari kawat Ortodonti *Nickel-titanium* yaitu 55% Ni dan 45% Ti.

d. β Titanium

Kawat β Titanium dipasarkan oleh *Ormc Corporation* (Gledora, CA, USA). Kawat β Titanium telah dikembangkan oleh Burstone dan Goldberg sejak 2 dekade yang lalu dimana dikenal memiliki biomekanikal yang lebih rendah dibanding *stainless steel* dan *Cobalt-chromium-nickel*. Komposisi dari kawat Ortodonti β Titanium yaitu 77,8% Ti, 11,3% Mo, 6,6% Zr, dan 4,3% Sn (Brantley, 2001)

2.2.3 Kawat Ortodonti *Thermal Nickel-titanium*

Perkembangan terkini dari kawat Nikel-titanium konvensional yaitu kawat Nikel-titanium dengan sifat *shape-memory* yang diaktivasi pada suhu tubuh. Kawat jenis ini mulai diperkenalkan dan banyak diproduksi oleh banyak perusahaan. Kawat ini lebih dikenal dengan nama kawat *Thermal Nickel-titanium* atau *Heat-Activated Nickel-titanium* (O'Brien, 2009). Namun kekurangan dari kawat *Thermal Nickel-titanium* yaitu hanya teraktivasi dengan kondisi suhu

tertentu sehingga membuat kekuatan yang dihasilkan terkadang kurang optimal dibanding dengan kawat Nikel-titanium tradisional (Berger dkk., 2007).

Kawat *Thermal Nickel-titanium* memiliki kandungan bahan yang tersusun dari beberapa jenis logam, yaitu nikel (Ni) 55%, titanium (Ti) 43-44%, kobalt (Co) 1,6-3% serta dengan penambahan tembaga (Cu) 5,64% dan kromium (Cr) 0,5% (Singh, 2007; Premkumar, 2015). Nikel dan titanium dalam kawat memberikan sifat superelastis, jangkauan kerja yang baik, dan juga sifat *shape-memory*. Titanium dalam kawat juga berfungsi sebagai pembentuk lapisan oksida yang akan melindungi kawat dari korosi (Huang dkk., 2003). Namun lapisan ini akan mudah terlepas pada kondisi pH yang rendah, temperatur rendah dan juga lingkungan yang mengandung flouride (Schiff dkk., 2005; Toumelin dkk., 2008). Kromium pada kawat berfungsi sebagai penstabil dari peningkatan kandungan kobalt ketika temperatur naik pada saat transformasi kristal kawat ke fase austenit (fase kaku). Kandungan Ni pada kawat memberikan kerugian berupa mudahnya kandungan ini untuk terlepas dari permukaan kawat yang mana efek dari Ni dan Cr dalam tubuh bisa memicu reaksi alergi, sitotoksik, dan karsinogenik (Lee dkk., 2010; Eliades dan Athanasiou, 2002).

Masing- masing kawat *Thermal NiTi* memiliki tingkatan suhu ketika teraktifasi, dimana terjadi fase transisi pada kawat atau yang dikenal dengan istilah *Transition Temperature Range* (TTR) yang berkaitan dengan variasi suhu pada lingkungan rongga mulut. Hal ini bertujuan untuk kepentingan keuntungan perawatan ortodonti (Santoro, 2001).

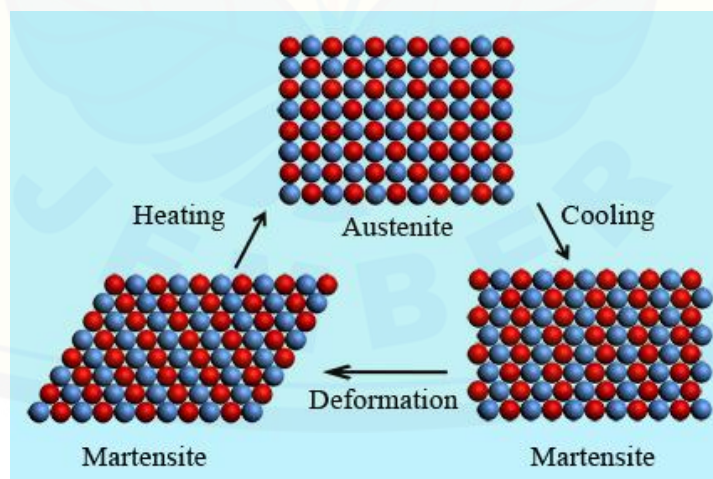
Premkumar (2015) membagi kawat *Thermal NiTi* dengan penambahan Tembaga dalam empat suhu transisi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan, yaitu:

- a. Tipe I dengan suhu transisi 15°C, tidak digunakan untuk aplikasi klinis karena tingkat kekuatan yang tinggi.
- b. Tipe II dengan suhu 27°C menghasilkan kekuatan yang berat dan merupakan pilihan terbaik untuk pasien dengan ambang rasa sakit yang sedang hingga tinggi, pasien dengan keadaan periodontal yang sehat dan pergerakan yang cepat dibutuhkan.

- c. Tipe III dengan suhu transisi 25°C , menghasilkan kekuatan yang sedang dan merupakan pilihan terbaik untuk pasien dengan keadaan jaringan periodontal *compromised* disertai dengan ambang rasa sakit yang rendah sampai sedang.
- d. Tipe IV dengan suhu transisi 40°C , baik digunakan sebagai kawat rectangular pada awal perawatan pada pasien yang sensitif terhadap rasa sakit dengan keadaan jaringan periodontal yang *compromised*.

Seiring dengan perkembangan teknologi bahan, maka komposisi bahan penyusun kawat dapat bervariasi. Adanya variasi dari komposisi bahan memberikan perbedaan pada *transformation temperature* (Singh, 2009).

Penelitian metalurgi dari kawat Nikel-titanium diketahui bahwa secara mikroskopis terdapat 3 fase- fase bentuk atom dari kawat nikel titanium (3 *Dimensional Lattice Body*). Fase- fase atom ini yaitu fase martensit, fase R dan fase austenit (Santoro, 2001). Fase- fase ini terjadi pada transisiton temperature range dari kawat thermal Niti. Perubahan yang terjadi fase ini yaitu fase mustenit (fase kaku) dan juga fase martensitik (fase fleksibel). Apabila kawat berada dalam fase austenitic makan kawat akan mencapai kekakuannya yaitu dalam lingkungan rongga mulut, sedangkan apabila kawat berada pada fase martensitik maka kawat akan menjadi fleksibel yaitu pada suhu ruangan (Santoro, 2001).



Gambar 2.3 Ilustrasi kristal kawat pada fase martensit-austenit-r phase (Sumber: <http://www.m-experiments.com/smart%20wire.html>)

2.3 Kelapa Hijau

2.3.1 Definisi Kelapa Hijau

Kelapa hijau (*Cocos nucifera* var. *Viridis*) termasuk jenis tanaman palma yang mempunyai buah berukuran cukup besar. Batang pohon kelapa umumnya tidak bercabang, dan tingginya dapat mencapai 10 - 14 meter lebih. Daunnya berpelelah dan panjangnya mencapai 3 - 4 meter lebih. Buah kelapa dapat diproses untuk mendapatkan air kelapa, minyak kelapa, serta daging kelapa (Palungun, 2007).

Tanaman kelapa banyak terdapat di daerah beriklim tropis. Kelapa diperkirakan dapat ditemukan di lebih dari 80 negara. Indonesia merupakan negara agraris yang menempati posisi ketiga setelah Filipina dan India, sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia (APCC, 2012).

2.3.2 Taksonomi

Taksonomi atau kedudukan dari tanaman Kelapa hijau menurut ITIS Taxonomy (2017) dapat dilihat berikut ini:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Tracheophyta</i>
Sub divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Familia	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Cocos</i> L.
Spesies	: <i>Cocos nucifera</i> L. var. <i>Viridis</i>



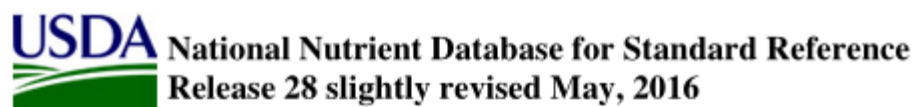
Gambar 2.4 Pohon dan Buah Kelapa (Sumber: <http://budsinthenews.info/arecaceae-coconut-palm-cocos-nucifera-schultz-sch>)

2.3.3 Air Kelapa Hijau

Air kelapa adalah bentuk dari cairan endosperma buah kelapa pada saat perkembangan biji buah. Air kelapa ini biasanya digunakan sebagai minuman atau dapat diproses lebih lanjut menjadi cuka kelapa dan *Nata de Coco* (Janick, 2008).

Air kelapa hijau banyak mengandung tanin atau antidotum (anti racun) yang tinggi. Kandungan zat kimia lain yang menonjol yaitu berupa enzim yang mampu mengurai sifat racun. Komposisi kandungan zat kimia yang terdapat pada air kelapa antara lain asam askorbat atau vitamin C, protein, lemak, hidrat arang, kalsium atau potassium. Mineral yang terkandung pada air kelapa ialah zat besi, fosfor dan gula yang terdiri dari glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Kadar air yang terdapat pada buah kelapa sejumlah 95,5 gram dari setiap 100 gram (Direktorat Gizi Depkes RI, 2006).

Air kelapa hijau memiliki kandungan-kandungan seperti Asam Askorbat, Asam Pantotenat, Asam Nikotinat, dan beberapa Asam Amino yang menyebabkan air kelapa memiliki kisaran pH \pm 4.75 dan bersifat asam (Bonde, 2016).

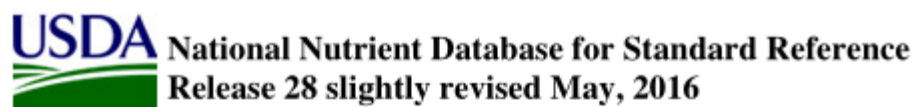


Basic Report 12119, Nuts, coconut water (liquid from coconuts)

Report Date: September 26, 2017 23:56 EDT

Nutrient	Unit	1 Value Per100 g
Proximates		
Water	g	94.99
Energy	kcal	19
Protein	g	0.72
Total lipid (fat)	g	0.20
Carbohydrate, by difference	g	3.71
Fiber, total dietary	g	1.1
Sugars, total	g	2.61
Minerals		
Calcium, Ca	mg	24
Iron, Fe	mg	0.29
Magnesium, Mg	mg	25
Phosphorus, P	mg	20
Potassium, K	mg	250
Sodium, Na	mg	105
Zinc, Zn	mg	0.10

Tabel 2.1 Komposisi Air Kelapa
(Sumber: USDA, 2016)



Basic Report 12119, Nuts, coconut water (liquid from coconuts)

Report Date: September 26, 2017 23:56 EDT

Nutrient	Unit	1 Value Per100 g
Vitamins		
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	2.4
Thiamin	mg	0.030
Riboflavin	mg	0.057
Niacin	mg	0.080
Vitamin B-6	mg	0.032
Folate, DFE	µg	3
Vitamin B-12	µg	0.00
Vitamin A, RAE	µg	0
Vitamin A, IU	IU	0
Vitamin E (alpha-tocopherol)	mg	0.00
Vitamin D (D2 + D3)	µg	0.0
Vitamin D	IU	0
Vitamin K (phylloquinone)	µg	0.0

Tabel 2.2 Komposisi Air Kelapa
(Sumber: USDA, 2016)

2.4 Saliva Buatan

Saliva buatan mengandung komponen yang sama dengan saliva asli, tetapi tidak mengandung enzim. Saliva buatan dapat dibuat dengan berbagai macam metode pencampuran komposisi. Salah satu metodenya adalah dengan komposisi Fusayama, terdiri dari: NaCl (400mg/L), KCl (400mg/L), $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (795mg/L), $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (90mg/L), KSCN (300mg/L), $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (5mg/L), dan urea (1000mg/L) (Al-Joboury, 2011).

2.5 Korosi

Korosi merupakan proses degradasi dari logam oleh agen kimia, sering oleh karena reaksi elektromekanis dengan lingkungan sekitar. Sebagai akibat dari terjadinya korosi dapat menghilangkan sifat dari material seperti ketahanan mekanis, tampilan dan ketahanan terhadap cairan dan gas (Outokumpu, 2013). Korosi dapat dilihat dari banyaknya ion logam yang terlepas pada saat terjadinya korosi. Ion logam yang terlepas jika semakin banyak maka akan meningkatkan laju korosi dari logam. Laju korosi diukur berdasarkan kehilangan ion logam per unit area dan unit waktu (Bardal, 2013).

2.5.1 Komponen Pelepasan Ion Logam

Pelepasan ion logam terjadi jika terdapat reaksi kimia dan elektrokimia dari suatu material. Reaksi pelepasan ion logam terjadi jika terdapat elemen-elemen pendukung. Berikut elemen- elemen yang harus ada dalam korosi :

a. Material

Material dalam peristiwa pelepasan ion logam berperan sebagai anoda dimana material ini yang akan melepaskan elektron dan menjadi ion- ion bebas. Reaksi ini disebut dengan reaksi oksidasi.

b. Lingkungan

Lingkungan berperan sebagai katoda dalam peristiwa pelepasan ion logam. Dinamakan sebagai katoda oleh karena pada lingkungan akan terjadi reaksi reduksi yang membutuhkan elektron. Elektron yang dibutuhkan ini nantinya akan diambil dari anoda yang mengalami reaksi oksidasi.

c. Reaksi dari lingkungan dan material

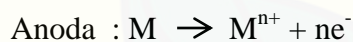
Peristiwa pelepasan ion logam akan terjadi jika terjadi reaksi oksidasi dan reduksi dari lingkungan dan material. Reaksi ini terjadi jika material dan lingkungan berkontak langsung.

d. Elektrolit

Elektrolit merupakan bagian yang mendukung terjadinya reaksi pelepasan ion logam. Kandungan ion-ion yang mampu menghantarkan *electro-equivalent force* sehingga reaksi pelepasan ion logam terjadi (Fontana, 2012)

2.5.2 Proses Terjadinya Pelepasan Ion Logam

Reaksi pelepasan ion logam yang terjadi pada logam umumnya merupakan jenis reaksi setengah sel yang melibatkan dua reaksi. Reaksi ini meliputi reaksi oksidasi yang terjadi pada daerah anoda. Kemudian pada daerah katoda terjadi reaksi reduksi. Pada daerah anoda akan terjadi penambahan valensi logam yaitu atom elektron logam terlepas sehingga logam menjadi anodik, reaksinya sebagai berikut :



Sedangkan pada katoda akan terjadi reaksi reduksi yaitu menangkap atom elektron logam yang terlepas (Jones, 2013), reaksinya sebagai berikut :

Katoda :

- | | |
|----------------------------------|---|
| a. Evolusi hidrogen (asam) | : $2H + 2e^{-} \longrightarrow H_2$ |
| b. Reduksi air (netral/basa) | : $H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-}$ |
| c. Reduksi oksigen (asam) | : $O_2 + 4H^{+} + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O$ |
| d. Reduksi oksigen (netral/basa) | : $O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}$ |
| e. Reduksi ion logam | : $M^{3+} + e^{-} \longrightarrow M^{2+}$ |

2.5.3 Pemeriksaan Pelepasan Ion Logam

Pemeriksaan pelepasan ion logam ditujukan untuk mengetahui jumlah ion logam yang terlepas pada proses korosi. Pemeriksaan pelepasan ion logam bisa dilakukan dengan beberapa cara diantaranya adalah *Polarization Test* (uji polarisasi) dan *Immersion Test* (uji celup Bahan).

a. Uji polarisasi

Uji polarisasi dilakukan dengan mengubah potensial elektroda kemudian memonitor tegangan yang dihasilkan untuk mengetahui rata-rata korosi dan tingkat ketahanan terhadap korosi (Furrer, 2010). Pada pengujian uji polarisasi dilakukan pengukuran laju korosi berdasarkan perubahan potensial listrik terhadap perubahan arus. Kemudian hasil pengujian akan muncul berupa data-data yang selanjutnya diolah menjadi kurva. Kurva ini yang menunjukkan aktifitas korosi pada permukaan logam. Pengujian ini dilakukan dengan alat uji yaitu Galvanostat atau Potensiostat (Prameswari, 2008).

b. Uji Celup bahan

Uji celup bahan dilakukan dengan cara menghitung banyaknya ion logam yang terlepas pada medium yang digunakan pada pengujian korosi. Larutan yang digunakan untuk pencelupan logam dikondisikan menyerupai sedemikian rupa baik dari segi keasaman maupun suhu. Untuk mengukur ion logam yang terlepas digunakan metode spektrometri yang dilakukan dengan menggunakan alat ICP-MS (*Inductively Cupled Plasma-Mass Spectrometer*), AES (*Atomic Emission Spectroscopy*), AAS (*Atomic Absorbtion Spectroscopy*) (Garcia dan Baez, 2012). Pada metode uji ICP-MS (*Inductively Cupled Plasma-Mass Spectrometer*), AES (*Atomic Emission Spectroscopy*) sampel biasanya dimasukkan ke dalam ICP plasma sebagai aerosol, baik secara aspirasi sampel padat cair atau dilarutkan ke dalam *nebulizer* atau menggunakan laser untuk langsung mengkonversi sampel padat menjadi aerosol. Begitu sampel aerosol dimasukkan ke dalam, plasma ICP, secara keseluruhan sampel didesolfasi dan unsur-unsur dalam aerosol dikonversi terlebih dahulu ke atom gas terionisasi dan kemudian diuji plasma. Sedangkan pada AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*) sampel dalam bentuk larutan langsung diencerkan dan diuji

dengan ditembak dengan lampu katode khusus yang ada pada AAS (Garcia dan Baez, 2012).

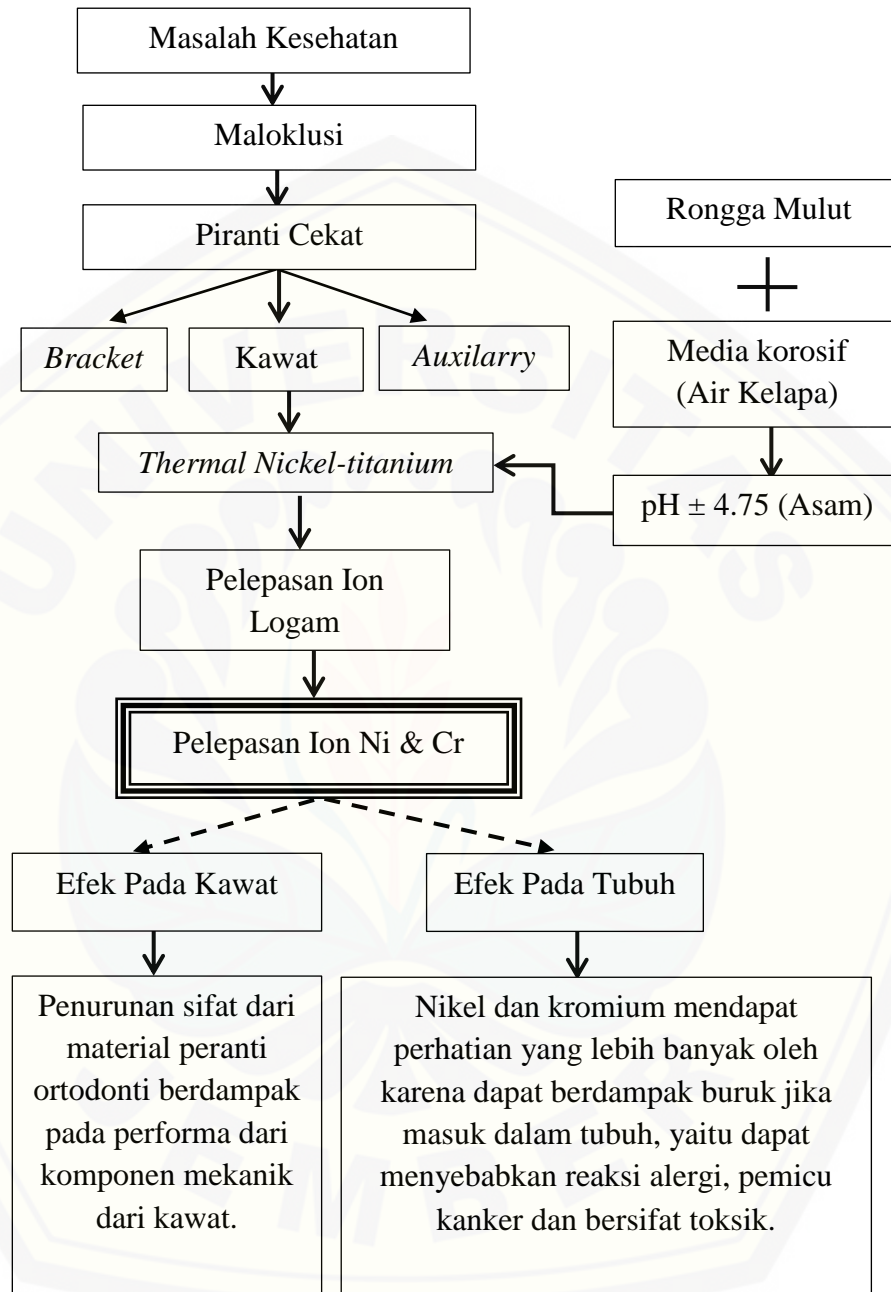
2.5.4 *Atomic Absorbtion Spectrometry (AAS)*

Atomic Absorbtion Spectrometry merupakan teknik untuk mengukur jumlah dari kandungan kimia yang ada pada lingkungan sampel dengan mengukur radiasi yang diserap oleh kandungan kimia sampel. Sampel yang telah diencerkan terlebih dahulu akan masuk dalam tabung pencampur diman sampel akan dicampur dengan gas oksidasi yang kemudian akan dibakar. Api dari hasil pembakaran sampel akan ditembak dengan lampu katoda berongga khusus untuk mendeteksi ion logam. Pengukuran dilakukan dengan membaca spektrum yang dihasilkan ketika sampel dipapar oleh radiasi dari lampu yang diterima oleh photodetector pada alat AAS kemudian akan dibaca hasilnya pada komputer yang telah terhubung dengan AAS. Atom-atom menyerap sinar tampak atau sinar ultraviolet dan membuat transisi ke energi tinggi (Garcia dan Baez, 2012).

2.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh berupa pelepasan ion nikel (Ni) dan kromium (Cr) dalam kandungan air kelapa hijau (*Cocos nucifera* var. *Viridis*) yang berarti terdapat korosi pada kawat *Thermal NiTi*.

2.7 Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *The Post Test Only Control Group Design* yaitu dengan menggunakan analisa pengukuran sesudah perlakuan (Notoatmodjo, 2010).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya & Laboratorium Biosain Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2018.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Sampel penelitian

Sampel penelitian adalah kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* berbentuk *round* dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 11,6 cm.

3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 2 kelompok yang terdiri dari 1 kelompok kontrol dan 1 kelompok perlakuan. Penjelasan masing-masing kelompok sebagai berikut :

- a. Kelompok Kontrol : Kawat *Thermal* NiTi direndam saliva buatan
- b. Kelompok Perlakuan : Kawat *Thermal* NiTi direndam saliva buatan dan air kelapa

3.3.3 Besar Sampel Penelitian

Rumus besar sampel penelitian minimal yang digunakan sebagai berikut :

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

Keterangan:

n = besar sampel minimum

Z = nilai Z pada tingkat kesalahan tertentu (α); jika $\alpha = 0,05$, maka nilai Z adalah Z = 1.96 (*2-tailed*) dan Z = 1.64 (*1-tailed*)

σ = standar deviasi (SD) penelitian sejenis

α = kesalahan yang masih ditoleransi

(Daniel, 2008)

Pada rumus besar sampel minimal nilai σ diasumsikan sama dengan nilai α ($\sigma = \alpha$), oleh karena untuk nilai α 2 sangat jarang diketahui sehingga seringkali menggunakan dugaan untuk mendapatkannya (Steel, 2007). Dari rumus besar sampel minimal perhitungan yang diperoleh sebagai berikut :

$$n = \frac{(1,96)^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

$$n = (1,96)^2$$

$$n = 3,84 \approx 4$$

Jadi besar sampel minimal yang diperlukan berdasarkan rumus adalah 4 sampel. Pada penelitian ini terdapat 2 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 1 kelompok perlakuan, sehingga jumlah sampel secara keseluruhan berjumlah 8 sampel.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah larutan rendaman yang merupakan larutan uji.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah ion nikel dan kromium kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* yang terlepas pada larutan rendaman.

3.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini antara lain :

- a. Kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium Round* (ukuran 0,016 inchi) dengan panjang 11,6 cm
- b. Saliva buatan dengan $\text{pH} \pm 7$
- c. Air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) dengan $\text{pH} \pm 4,75$

3.5 Definisi Operasional

3.5.1 Kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium Round* merupakan komponen dalam perawatan ortodonti cekat yang berupa kawat dan terbuat dari bahan kawat nikel, titanium, tembaga, dan kromium dengan bentuk *round* dan ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm (O'Brien, 2009).

3.5.2 Saliva buatan yaitu cairan tubuh buatan yang memiliki konsentrasi ion hampir sama dengan plasma darah manusia. Saliva buatan disiapkan di laboratorium sesuai prosedur yang dikembangkan dengan resep Fusayama. Saliva buatan memiliki $\text{pH} \pm 7$ (dengan range $\text{pH} \pm 0,5$).

3.5.3 Air kelapa hijau yaitu larutan yang terdapat pada buah dari pohon kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) yang memiliki kisaran $\text{pH} \pm 4,75$ (dengan range $\text{pH} \pm 0,25$).

3.5.4 Pelepasan ion nikel adalah jumlah ion nikel yang hilang pada hasil rendaman dalam saliva buatan dan saliva buatan ditambah air kelapa yang diukur dengan alat *Atomic Absorbtion Spectometry* (AAS).

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

Berikut adalah alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Gelas ukur
- b. Tang potong
- c. Penggaris
- d. pH meter
- e. Petridish
- f. Inkubator
- g. AAS / *Atomic Absorbtion Spectometry*

3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan peneltian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Kawat orthodontik *Thermal Nickel-titanium Round* ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm (Ortho Prime Inc, USA)
- b. Buah kelapa hijau berisi air kelapa (pH \pm 4,75)
- d. Saliva buatan (pH \pm 7).

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini adalah kawat ortodonti *Thermal Nickel-Titanium Round* ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm. Diameter kawat yang kecil mengacu pada penggunaan kawat ortodonti *Thermal Nickel-Titanium* sebagai *initial treatment* sehingga *force* yang digunakan untuk menggerakkan gigi lebih ringan. Panjang kawat mengacu pada pengukuran dari midline gigi anterior sampai 1,5 mm dari *distal tube molar band* permanen yaitu

5,8 cm, sehingga dilakukan pengukuran pada kedua sisi didapatkan panjang 11,6 cm (Al-Joboury, 2011).

3.7.2 Persiapan larutan uji

Pada Laboratorium Biosain Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, masing-masing larutan uji disiapkan sesuai volume yang telah didapat dengan rumus yang telah digunakan oleh standar uji material, berikut tahapannya

- 1) Mengecek pH masing-masing larutan menggunakan pH meter. pH sampel diketahui memiliki pH saliva buatan ± 7 , pH air kelapa $\pm 4,75$, dan pH campuran saliva buatan dan air kelapa.
- 2) Setelah itu menyiapkan saliva buatan dan campuran air kelapa hijau dengan saliva buatan masing-masing dalam 4 petridish. Volume masing-masing larutan dihitung menggunakan rumus volume larutan berdasar standard ASTM G31-72 yaitu volume larutan = $0.2 \times$ luas permukaan sampel uji. Dari rumus perhitungan didapatkan volume larutan sebesar 29 ml.

3.7.3 Perendaman Sampel

Perendaman sampel dilakukan untuk mewakili kondisi di dalam rongga mulut. Mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Kristianingsih (2014) bahwa diasumsikan waktu rata-rata untuk menghabiskan 1 gelas air kelapa yaitu 15 menit, rata-rata frekuensi pengonsumsian air kelapa sebanyak 2 kali setiap minggu dan rata-rata pemakaian kawat ortodontik *Thermal NiTi* dalam perawatan ortodontik sebagai *initial treatment* yaitu selama 6 minggu atau 42 hari (Petrov dkk., 2013), sehingga diperoleh penghitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penghitungan} &= 2 \text{ (frekuensi)} \times 15 \text{ (menit)} \times 6 \text{ (minggu)} \\ &= 3 \text{ jam (180 menit) (Kristianingsih dkk, 2014).} \end{aligned}$$

Perendaman sampel dilakukan selama 3 jam dalam inkubator dengan temperatur dalam rongga mulut yaitu 37°C .

- 1) Menyiapkan sampel sejumlah 8 sesuai dengan perhitungan
- 2) Menyiapkan petridish sejumlah 8 biji sesuai dengan jumlah sampel

- a. Petridish I-IV diberi label sebagai kelompok kontrol ditambahkan saliva buatan sebanyak 29 ml. Kemudian sampel direndam dalam larutan tersebut selama 3 jam pada inkubator.
- b. Petridish V-VIII diberi label sebagai kelompok perlakuan ditambahkan campuran saliva buatan dan air kelapa sebanyak 29 ml. Kemudian sampel direndam dalam larutan tersebut selama 3 jam pada inkubator.

3.7.4 Pengujian Analisa Pelepasan Ion Nikel dan Kromium

Setelah sampel direndam dalam larutan uji selama 3 jam pada inkubator kemudian sampel diambil dan larutan uji dihitung jumlah ion nikel dan kromium yang terlepas dari sampel di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya. Berikut tahapan uji analisa pelepasan ion nikel dan kromium pada larutan :

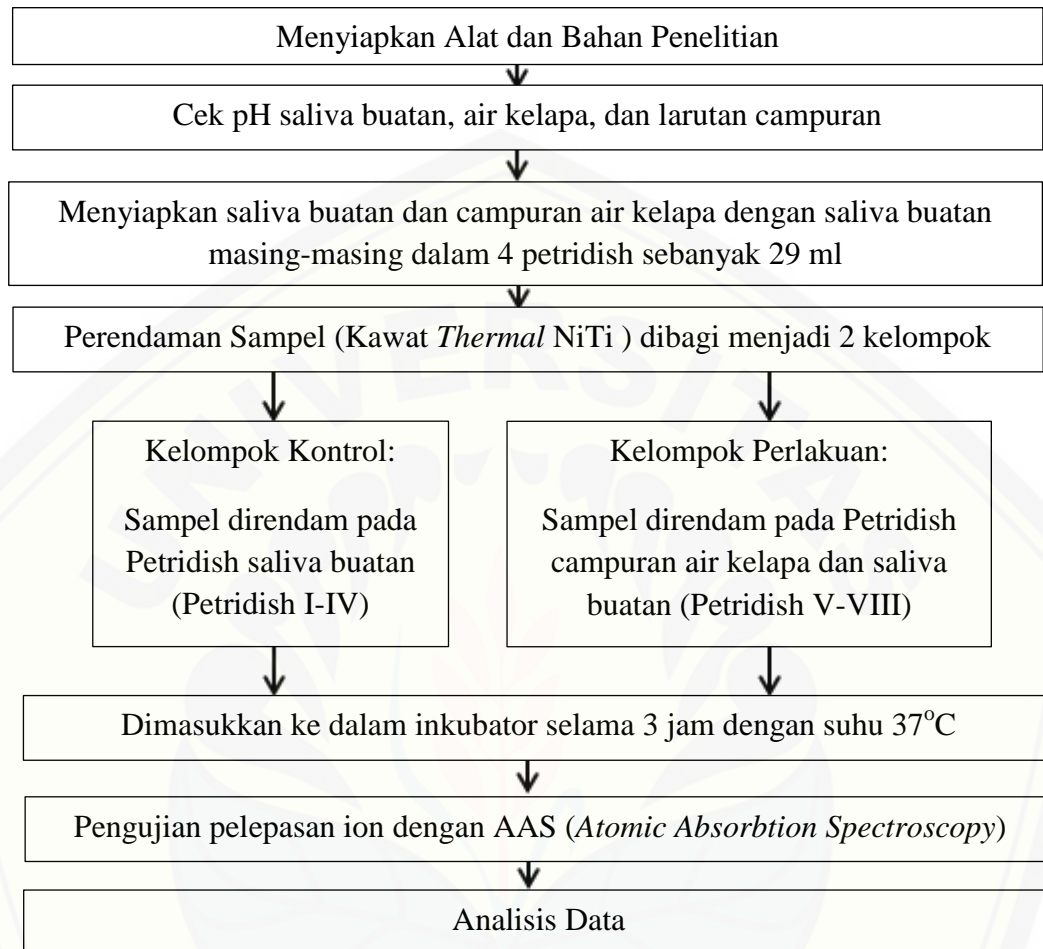
- 1) Mempersiapkan mesin AAS sebelum melakukan pengujian
- 2) Mengambil sampel yang telah direndam sebelumnya dari larutan perendaman
- 3) Larutan hasil perendaman ditempatkan pada bagian tabung uji sampel yang ada pada alat AAS
- 4) Memulai pengujian dengan pengoperasian alat melalui komputer yang telah terkoneksi dengan alat AAS
- 5) Larutan uji hasil perendaman terlebih dahulu secara otomatis akan dijernihkan oleh alat AAS dengan pengenceran agar memudahkan deteksi ion.
- 6) Melakukan perhitungan kadar ion Ni dalam larutan uji menggunakan alat AAS
- 7) Data hasil perhitungan jumlah ion nikel akan keluar pada komputer setelah AAS membaca kadar nikel pada larutan yang diuji
- 8) Melakukan perhitungan kadar ion Cr dalam larutan uji menggunakan alat AAS
- 9) Data hasil perhitungan jumlah ion kromium akan keluar pada komputer setelah AAS membaca kadar kromium pada larutan yang diuji

- 10) Melakukan pengumpulan dan tabulasi data hasil perhitungan dengan alat AAS.

3.8 Analisis Data

Pengujian normalitas data hasil penelitian dilakukan dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov* dan untuk homogenitas data dengan Uji *Levene Test*. Apabila hasil pengujian data berdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$) maka pengujian dilanjutkan dengan uji statistik parametrik *One Way ANOVA* dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika hasil pengujian data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka pengujian dilanjutkan dengan uji statistik non parametrik *Kruskal Wallis*.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

- 5.1.1 Terdapat pengaruh berupa perbedaan jumlah pelepasan ion nikel dan kromium pada kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* yang direndam dalam saliva buatan terhadap kawat ortodonti *Thermal Nickel-titanium* yang direndam dalam saliva buatan dengan air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*).
- 5.1.2 Rerata pelepasan ion kromium lebih tinggi pada perendaman dalam saliva buatan dengan air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) dibandingkan dalam saliva buatan, sedangkan rerata pelepasan ion nikel lebih rendah pada perendaman dalam saliva buatan dengan air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) dibandingkan dalam saliva buatan.

5.2 Saran

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jumlah pelepasan ion nikel dan kromium pada jangka waktu yang lama atau berbeda.
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efek dari air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*) terhadap pelepasan ion pada kawat ortodonti lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Joboury, H.M. 2011. *The Corrosion Behaviour and The Biological Effect of Fixed Orthodontic Appliance in Artificial Saliva Solution*. A master thesis, Orthodontic department, College University. University of Baghdad.
- Anusavice K.J. Phillips. 2012. *Phillips' Science of Dental Materials: 12th Revised Edition*. United Kingdom: W.B. Saunders Co Ltd.
- Asian and Pacific Coconut Community (APCC). 2012. Thailand: Cocotech Meeting.
- ASTM, I. 2004. *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*, G 31-72
- Avnita, M.P., Nurul, A.M., Sandra, D.P.L. 2014. *Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh sebagai Bahan Inhibitor Korosi pada Kawat Ortodonti Berbahan Dasar Nikel-titanium*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember.
- Bardal, E. 2013. *Corrosion and Protection Reprint Edition*. Springer-Verlag London, United States of America; p. 243-244.
- Berger, J., Waram, T. 2007. *Force Levels of Nickel Titanium Initial Archwires*. J. Clin. Orthodontics; 4: 286-292.
- Bhalajhi S.I. 2006. *Orthodontics the Art and Science 3rd ed*. New Delhi, India: Arya Medi Publishing House.
- Bonde, Marchelina M., Fatimawali, Anindita, P.S. 2016. *Uji Pelepasan Ion Logam Nikel (Ni) dan Kromium (Cr) Kawat Ortodontik Stainless Steel yang Direndam dalam Air Kelapa*. Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT Vol. 5 No. 4. Manado: Pharmacon.
- Brantley, W.A. and Eliades, T. 2001. *Orthodontic Material: Scientific and Clinical Aspects*. Germany: Stuttgart. 288 : 77-105.
- Castro S. M., Ponces M. J., Lopes J. D., Vasconcelos M., Maria C.F., Pollmann. 2015. *Orthodontic Wires and its Corrosion: The Specific Case of Stainless Steel and Beta-titanium*. Journal of Dental Sciences Volume 10, Issue 1, Pages 1-7.

- Chodijah, S. 2008. *Efektifitas Penggunaan Pelapis Epoksi terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 didalam Tanah*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Daniel, W.W. 2008. *Biostatistics A Foundation for Analysis in the Health Sciences 9th Edition*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 2006. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Brataru Karya Aksara. Jakarta. Halaman 15.
- Eliades, T., Athanasiou, A.E. 2002. *In Vivo Aging of Orthodontic Alloys: Implications for Corrosion Potential, Nickel Release, and Biocompatibility*. Angle Orthodontics. 72(3):222-237.
- FAO, FAO Statistical Yearbook. 2009. *Kajian Kelapa dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha di Kabupaten Sarmi Provinsi Papua*. p 19-26.
- Fontana, M.G. 2012. *Corrosion Engineering, 7th ed*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- Furrer D., Semiatin S. L. 2010. *ASM Metals Handbook Vol. 22B* . USA: ASM International.
- Garcia, R. & Baez, A.P. 2012. *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)*. Mexico City: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Graber, T.M. & Vanarsdall, R.L. 2011. *Orthodontics : Current Principles and Techniques 5th Edition*. Mosby Year Book Inc., St. Louis, Missouri. h.511-520.
- Hasyim, H.S. 2015. *Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-titanium Termal Ortodonti dalam Minuman Teh Kemasan Terhadap Gaya Defleksi Kawat*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember.
- Huang, H.H., Chiu, Y.H., Lee, T.H., et al. 2003. *Ion Release from NiTi Orthodontic Wires in Artificial Saliva with Various Acidities*. Taiwan: Institute of Dental Materials, Chung Shan Medical University.
- Humphrey, S.P., and Williamson RT. 2001:85:162-169. *A Review of Saliva: Normal Composition, Flow, and Function*. J Prosthet Dent.

- House, K., Sernetz, F., Dymock, D., Sandy, J.R., dan Ireland, A. J. 2008. "Corrosion of Orthodontic Appliances-Should We Care?" American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics, Vol, 133, no. 4, pp, 584-592.
- Janick, J. & Paull, R.E. 2008. *The Encyclopaedia of Fruit and Nuts*. CABI Publishing Series; 45, 238.
- Johnsen, R. 2004. "Corrosion of Carbon Steel in Hydrocarbon Environments". Norway. NTNU Institute of Engineering Design and Material.
- Jones, D.A. 2013. *Principles and Prevention of Corrosion 2nd Int Ed*. New York: Macmillan Pub. Co. Chicago.
- Kohta, Alla, Shammass, & Ravi. 2014. *An Overview of Orthodontic Wires*. Trends in Biomaterials and Artificial Organs. 28(1) : 32-36.
- Kristianingsih R., Joelijanto R., Praharani D. 2014. *Analisis Pelepasan Ion Nikel dan kromium Kawat Ortodontik Stainless Steel yang Direndam dalam Minuman Berkarbonasi*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa. Jember: Universitas Jember.
- Liefany Anastasia W, Rattu A.J.M, Ni Wayan M. 2014. *Kebutuhan Perawatan Orthodonsi berdasarkan Index of Orthodontic Treatment Need pada Siswa SMP Negeri 1 Tareran*. Jurnal e-Gigi. Vol.2 (2). hal. 1-2.
- Lee, T.H., Huang T.K., Lin S.Y., Chen L.K., Chou M.Y., Huang H.H. 2010. *Corrosion Resistance of Different Nicketitanium Archwires in Acidic Fluoride-Containing Artificial Saliva*. Angle Orthodontics.
- Marcus P., Maurice V. 2000. *Material Sciences and Technology, edited by M. Schutze: vol 19*. London: Willey VCH, 131-169.
- Nazari, Honarvar. Allahkaram, S.R. Kermani, M.B. 2010. *The Effects of Temperature and pH on The Characteristics of Corrosion Product in CO2 Corrosion of Grade X70 Steel*. University of Tehran. Iran.
- Notoadmodjo, S. 2010. *Metedologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- O'Brien, W.J. 2009. *Dental Materials and Their Selection*. Ed 4. Canada: Quintessence Publishing.

Oley, A.B., Anindita, P.S., Leman, M.A. 2015. *Kebutuhan Perawatan Ortodonti Berdasarkan Index of Orthodontic Treatment Need pada Usia Remaja 15-17 Tahun*. Jurnal e-GiGi (eG). 3(2), 292-297.

Outokumpu. 2013. *Handbook of Stainless Steel*. Sweden

Palungkun, R. 2007. *Aneka Produk Olahan Kelapa: Edisi 13*. Bogor: Penerbit Swadaya.

Petrov V.G., Terzieva S.D., Lazarova Tz.I., Mikli V., Andreeva L.A., Stoyanova-Ivanova A.K. 2013. *Corrosive Changes and Chemical Composition of The Orthodontic Archwires Surface During Treatment*. Bulgarian Chemical Communications: 45 (4), pp. 455-460.

Prameswari, Bunga. 2008. *Studi Efektifitas Lapis Galvanis terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 di Dalam Tanah (Underground Pipe)*. Depok : Universitas Indonesia.

Premkumar, Shidar. 2015. *Textbook of Orthodontics*. India: Elsevier.

Rahardjo, P. 2012. *Ortodonti Dasar*. Ed 2. Surabaya: Airlangga University Press.

Renaldi, Irvan Kaisar. 2017. *Penggunaan Vitamin C sebagai Inhibitor Korosi pada Lingkungan Asam*. Surabaya: Departemen Teknik Material, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rindengan B., Allorerung D. 2004. *Potensi dan Pengolahan Buah Kelapa Muda*. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. Manado.

Rosihan A, Rizal HK, Widodo, Saptar R. 2014. *Perbedaan Indeks Karies antara Maloklusi Ringan dan Berat pada Remaja di Ponpes Darul Hijrah Martapura*. Dentino Jurnal Kedokteran Gigi. Vol.2 (1). hal. 13-4.

Santoro M., Nicolay O.F., Cangialosi T.J. 2001. *Pseudoelasticity and Thermoelasticity of Nickel-titanium Alloys: a Clinically Oriented Review: Part II*. Am. J. Orthodontic Dentofacial Orthop.

Schiff, N., Dalard, F., Lissac, M., Morgon, L. and Grosogeat, B. 2005. *Corrosion Resistance of Three Orthodontic Brackets: a Comparative Study of Three Fluoride Mouthwashes*. Eur. J. Orthodontics. 27:541-9.

Sfondrini M.F., Cacciafesta V., Maffia E., et al. 2010. *Nickel Release from New Conventional Stainless Steel, Recycled, and Nickel-free Orthodontic Brackets: an In Vitro Study*. Am. J. Orthodontic Dentofacial Orthop.

Singh, Gurkeerat. 2009. *Textbook of Orthodontics: Second Edition*. Jaypee Brothers Medical Publishers: New Delhi, India.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 2007. *Principles and procedures of Statistics: A Biometrical Approach 3rd Edition*. New York: Mc Graw-Hill.

Susetyo, B. 1998. *Praktek Ortodonti Alat Cekat*. Jakarta: Binarupa Aksara.

Toms, A.P. 1998. *The Corrosion of Orthodontic Wire*. Eur. J. Orthodontics 10 (01):87-97.

Toumelin-Chemla F., Rouelle F., Burdairon G. 2008. *Corrosive Properties of Fluoride-containing Odontologic Gels Against Titanium*. J. Dental.

Widharto, Sri. 2004. *Karat dan Pencegahannya*. Jakarta: Pustaka Paradnya Paramita.

Widjajanti, Endang. 2006. *Passivasi sebagai Pengendali Korosi Logam*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional. Jogjakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Zenab, Y. 2010. *Perawatan Maloklusi Kelas I Angle Tipe 2*. Bandung: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran.

LAMPIRAN

A. Hasil Penelitian

3/20/2018 11:53

Sample Rate: Concentration/content

No	Sample Code	Validity	Nickel mg/L	Chromium mg/L
1	A1	1.000	0.335	0.401
2	A2	1.000	0.367	0.633
3	A3	1.000	0.394	0.581
4	A4	1.000	0.379	0.845
5	B1	1.000	0.264	0.610
6	B2	1.000	0.279	0.671
7	B3	1.000	0.280	0.854
8	B4	1.000	0.309	0.789

Note:

A: Sampel yang direndam dengan saliva buatan

B: Sampel yang direndam dengan saliva buatan dan air kelapa hijau (*Cocos Nucifera*)

Hasil penghitungan jumlah ion nikel dan kromium yang terlepas pada masing-masing larutan dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectometry*).

B. Analisis Data

B.1 Uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*

		AN	AK	BN	BK
N		4	4	4	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.36875	.61500	.28300	.73100
	Std. Deviation	.025065	.182735	.018815	.110656
Most Extreme Differences	Absolute	.222	.211	.313	.206
	Positive	.161	.211	.313	.206
	Negative	-.222	-.176	-.166	-.200
Kolmogorov-Smirnov Z		.444	.422	.627	.412
Asymp. Sig. (2-tailed)		.989	.994	.827	.996

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

B.2 Uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene Test*

Test of Homogeneity of Variances

nilai

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.303	3	12	.058

B.3 Uji beda menggunakan uji *One Way ANOVA*

ANOVA

nilai

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.524	3	.175	14.975	.000
Within Groups	.140	12	.012		
Total	.663	15			

B.4 Uji beda lanjutan dengan menggunakan uji *Post Hoc Test LSD***Multiple Comparisons**

Dependent Variable: nilai

LSD

(I) kode	(J) kode	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Nikel Sal	Nikel Sal+AK	.085750	.076337	.283	-.08057	.25207
	Kromium Sal	-.246250*	.076337	.007	-.41257	-.07993
	Kromium Sal+AK	-.362250*	.076337	.000	-.52857	-.19593
Nikel Sal+AK	Nikel Sal	-.085750	.076337	.283	-.25207	.08057
	Kromium Sal	-.332000*	.076337	.001	-.49832	-.16568
	Kromium Sal+AK	-.448000*	.076337	.000	-.61432	-.28168
Kromium Sal	Nikel Sal	.246250*	.076337	.007	.07993	.41257
	Nikel Sal+AK	.332000*	.076337	.001	.16568	.49832
	Kromium Sal+AK	-.116000	.076337	.155	-.28232	.05032
Kromium Sal+AK	Nikel Sal	.362250*	.076337	.000	.19593	.52857
	Nikel Sal+AK	.448000*	.076337	.000	.28168	.61432
	Kromium Sal	.116000	.076337	.155	-.05032	.28232

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

C. Foto Alat dan Bahan Penelitian

C.1 Alat Penelitian



Gelas ukur



Tang potong



pH meter



Petridish



Penggaris

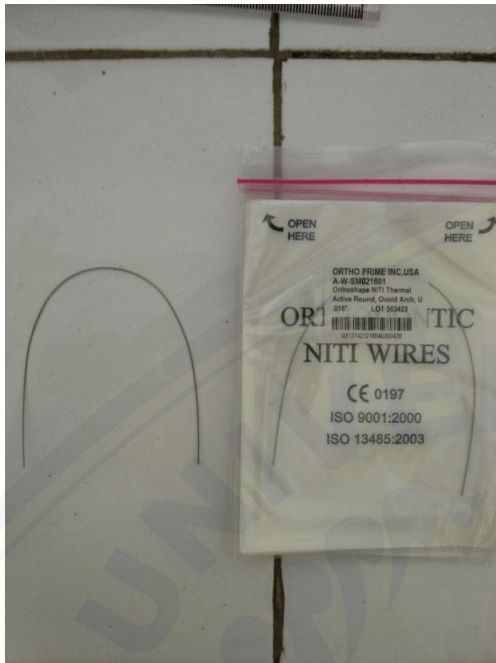


Inkubator



AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*)

C.2 Bahan Penelitian



Kawat *Thermal* NiTi



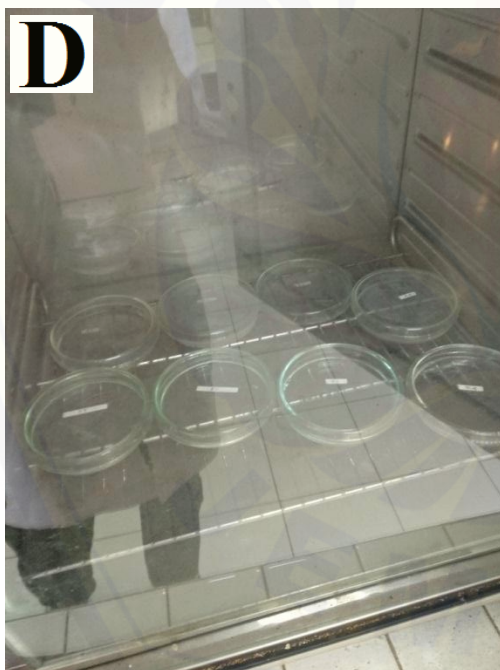
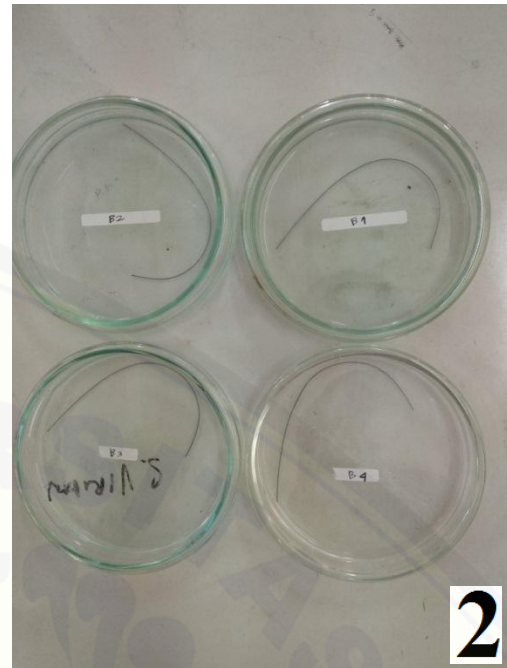
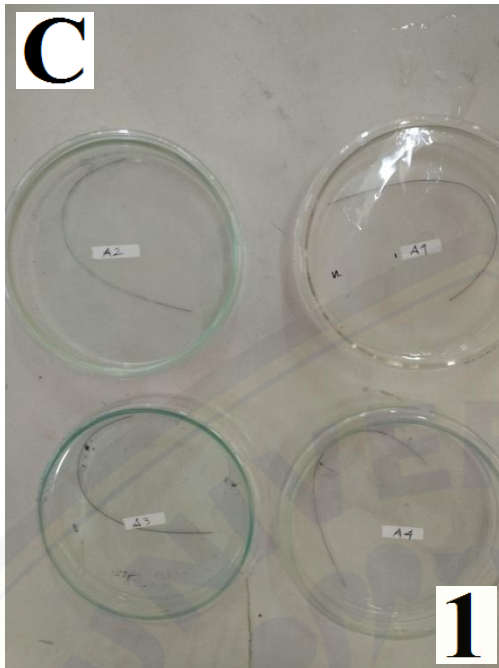
Saliva buatan



Buah kelapa hijau

D. Prosedur Penelitian







Keterangan gambar:

- A. Persiapan spesimen berupa kawat orthodonti *Thermal NiTi* dengan panjang 11,6 cm.
- B. Mengukur pH dari larutan perendaman (1 = pH saliva buatan, 2 = pH air kelapa hijau (*Cocos nucifera var. Viridis*), 3 = pH saliva buatan dengan campuran air kelapa hijau(*Cocos nucifera var. Viridis*)).
- C. Menyiapkan saliva buatan dan campuran air kelapa hijau dengan saliva buatan masing masing dalam 4 petridish, kemudian memasukkan kawat ke dalam petridish (1 = petridish berisi kawat dan saliva buatan, 2 = petridish berisi kawat dan campuran air kelapa hijau dengan saliva buatan).
- D. Memasukkan sampel ke dalam inkubator.
- E. Mengatur temperatur inkubator menyerupai temperatur rongga mulut (37°C) selama 3 jam.
- F. Melakukan uji pelepasan ion menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*).