



**PENGARUH PERENDAMAN DALAM MINUMAN RINGAN TEH DAN
SALIVA BUATAN TERHADAP PELEPASAN ION NIKEL
KAWAT ORTODONTI *THERMAL* NIKEL TITANIUM**

SKRIPSI

Oleh

**Rio Faisal Ariady
121610101095**

**BAGIAN ORTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH PERENDAMAN DALAM MINUMAN RINGAN TEH DAN
SALIVA BUATAN TERHADAP PELEPASAN ION NIKEL
KAWAT ORTODONTI *THERMAL* NIKEL TITANIUM**

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
Rio Faisal Ariady
121610101095

**BAGIAN ORTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

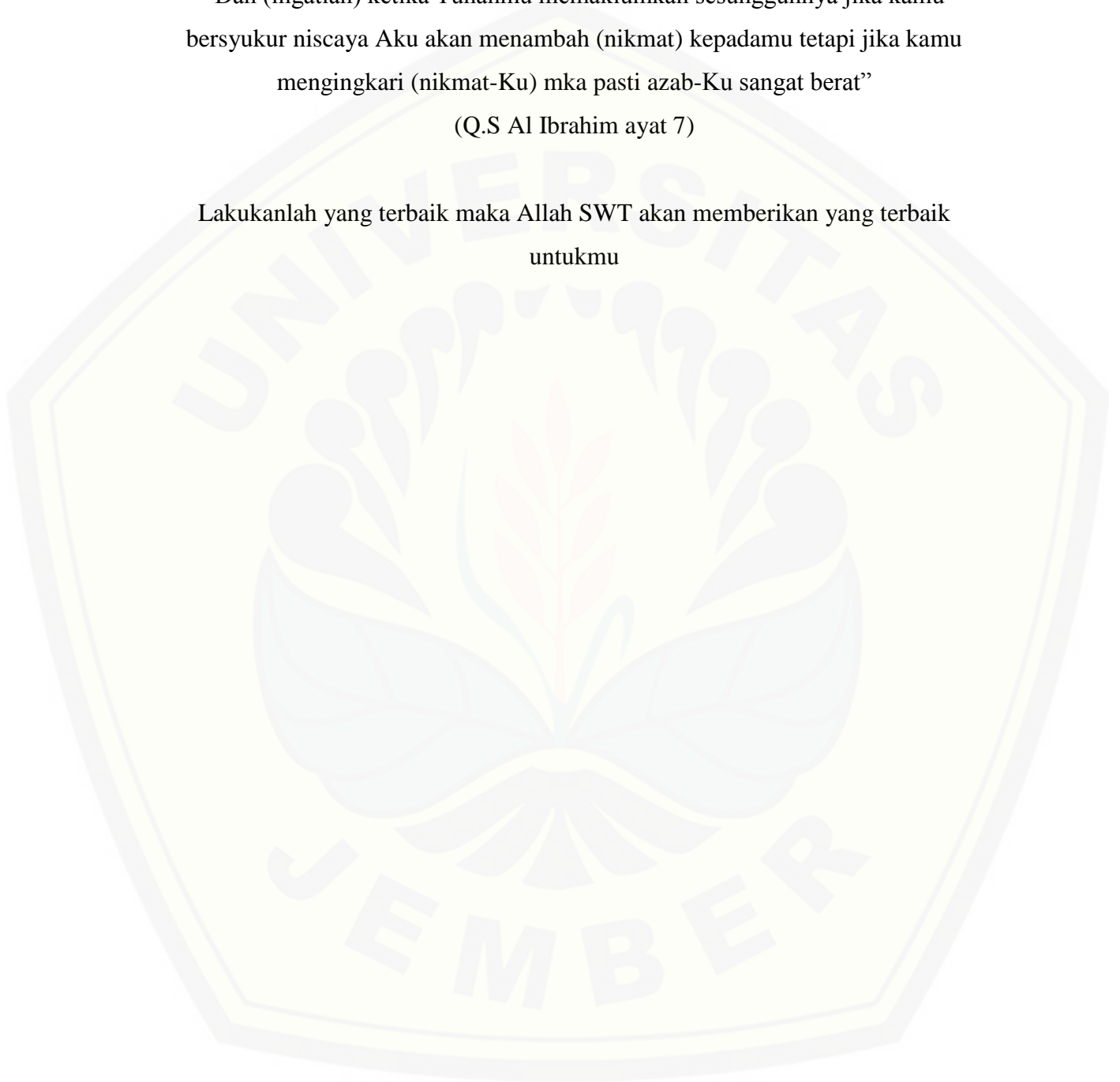
1. Allah SWT atas segala Nikmat keimanan, ketaqwaan, kesehatan dan keselamatan sampai sekarang, esok dan selamanya
2. Rasulullah Nabi Muhammad SAW, yang menjadi panutan di dunia dan di akhirat
3. Kedua orang tuaku atas doa dan usaha beliau selama ini, Kerja dan jerih payah beliau untukku, Ibu tercinta, Ibu Hariati dan Bapak tercinta, Bapak Sunarto
4. Kakakku, Ratih Mega Yunita, adik-adikku, Roni Yanuar Saputro dan Risma Fauziah Rahmawati, Baghas Putra Billyana, Bela Arba Aprillyana atas dukungan yang selalu diberikan
5. drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed dan drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed yang meluangkan waktu dan membagikan ilmunya untuk membimbingku dalam menyelesaikan skripsi ini
6. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

MOTTO

“Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan sesungguhnya jika kamu bersyukur niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku) maka pasti azab-Ku sangat berat”

(Q.S Al Ibrahim ayat 7)

Lakukanlah yang terbaik maka Allah SWT akan memberikan yang terbaik untukmu



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rio Faisal Ariady

NIM : 121610101095

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Perendaman Dalam Minuman Ringan Teh Dan *Saliva buatan* Terhadap Pelepasan Ion Nikel Kawat Ortodonti *Thermal* Nikel Titanium” 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 sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

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

Jember, 24 November 2015

Yang Menyatakan,

Rio Faisal Ariady
NIM 121610101095

SKRIPSI

**PENGARUH PERENDAMAN DALAM MINUMAN RINGAN TEH DAN
SALIVA BUATAN TERHADAP PELEPASAN ION NIKEL
KAWAT ORTODONTI *THERMAL* NIKEL TITANIUM**

Oleh

**Rio Faisal Ariady
121610101095**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Rudy Joelijanto, M.Biomed
Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Hafiedz Maulana, M.Biomed

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Perendaman Dalam Minuman Ringan Teh Dan *Saliva buatan* Terhadap Pelepasan Ion Nikel Kawat Ortodonti *Thermal* Nikel Titanium” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : 24 November 2015

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

drg. Agus Sumono, M. Kes
NIP. 196804012000121001

Pembimbing Ketua,

drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed
NIP. 197207151998021001

Tim penguji

Anggota,

drg. Leliana Sandra D A P, Sp. Ort
NIP. 19720824200112201

Pembimbing Anggota

drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed
NIP. 198112042008121005

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

drg.R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes. Sp.Prost
196901121996011001

Rio Faisal Ariady

Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

ABSTRACT

The use of orthodontic wire in the oral cavity can be triggering nickel ion release resulting in decrease performance of the wires. Nickel ion release could be affected by acidic pH. Soft drink tea is an acidic beverage. The aim of research is to determine the effects of tea softdrink on nickel ion release of the thermal orthodontic Nickel-titanium (NiTi) wire. There are one control group and two treatment groups, in which each of them consist of 4 thermal NiTi wires. The control group was immersed in artificial saliva solution, the first treatment group was immersed in artificial saliva plus soft drink tea, the second treatment group was immersed in artificial saliva plus soft drink fruit-flavored tea. Samples were immersed for 10.5 hours and nickel ion release in the solution was measured using AAS (Atomic Adsorbtion spectrometry). The result showed that Nickel ion release in first treatment group is higher than those of the control group and the second treatment group. The conclusion of this research that there is effect of acidic pH on nickel ions release of thermal NiTi wires.

Keywords: *nickel ion release,pH, thermal Nickel-Titanium archwires*

RINGKASAN

Pengaruh Perendaman Dalam Minuman Ringan Teh Dan *Saliva buatan* Terhadap Pelepasan Ion Nikel Kawat Ortodonti *Thermal* Nikel Titanium; Rio Faisal Ariady, 121610101095; 2015; 54 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Kawat ortodonti digunakan dalam perawatan ortodonti dan dipengaruhi oleh lingkungan rongga mulut yaitu saliva, pH dan juga sifat fisis makanan. Kondisi ini bisa menimbulkan pelepasan ion pada kawat sehingga mengurangi sifat kawat maupun efek pada manusia. Ion yang sering terlepas dan menimbulkan efek pada manusia berupa reaksi hipersensitifitas adalah ion Nikel. pH asam merupakan kondisi yang mendukung terjadinya pelepasan ion Nikel oleh karena pada pH asam kandungan hidrogen berjumlah banyak. pH asam bisa terjadi setelah mengkonsumsi minuman ringan teh. Minuman ringan teh memiliki pH yang asam oleh karena hidrolisa dari kandungan bahan bakunya dan juga bahan tambahan yang ada pada proses pengolahannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dalam minuman ringan Teh dan Saliva buatan terhadap pelepasan ion Nikel kawat ortodonti *thermal* Nikel-Titanium (NiTi). Sampel kawat *thermal* NiTi ortodonti berjumlah 12 buah dengan panjang 11,6 cm dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kontrol yang direndam pada saliva buatan, perlakuan 1 yang direndam dalam saliva buatan ditambah minuman ringan teh rasa buah apel dan perlakuan 2 yang direndam dalam saliva buatan ditambah minuman ringan teh original. Kemudian sampel direndam pada masing- masing larutan selama 10,5 jam pada suhu 37⁰ C. Sampel kemudian diambil dan larutan perendaman diuji dengan alat AAS (*atomic adsorbtion spectrometry*) untuk menghitung jumlah ion Nikel yang terlepas dari kawat.

Data jumlah pelepasan ion Nikel kemudian di analisis dan menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Kemudian data di uji *one way anova* dan *post hoc multiple comparison test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 1. Terdapat

perbedaan signifikan kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 2. Kemudian terdapat perbedaan tidak signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 2.

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai yaitu terdapat pelepasan ion Nikel dari kawat Ortodonti *thermal* Nikel titanium yang direndam dalam saliva buatan, direndam dalam saliva buatan ditambah minuman ringan teh rasa buah dan saliva buatan ditambah minuman ringan teh. Pelepasan ion Nikel dari kawat Ortodonti *thermal* Nikel titanium yang direndam dalam saliva buatan ditambah minuman ringan teh rasa buah lebih tinggi dibandingkan yang direndam dalam saliva buatan, dan saliva buatan ditambah minuman ringan teh.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang mana atas berkah rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perendaman Dalam Minuman Ringan Teh Dan *Saliva buatan* Terhadap Pelepasan Ion Nikel Kawat Ortodonti *Thermal* Nikel Titanium”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.\

Pada proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karenanya penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. drg.R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes. Sp.Prost, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
2. drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed selaku Dosen Pendamping yang telah membagikan ilmu, waktu dan pengalamannya dalam proses penyelesaian skripsi penulis.
3. drg. Agus Sumono, M. Kes., selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Leliana Sandra D.A.P, Sp.Ort., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia menguji dan memberikan saran pada skripsi penulis.
4. Prof. Dr. drg IDA Ratna Dewanti, M. Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
5. Ibu tercinta Hariati dan bapak Sunarto yang senantiasa mendoakan yang terbaik untukku dan juga dukungan kasih sayangnya kepadaku yang tak terhitung besarnya
6. Kakakku, Ratih Mega Yunita, adik-adikku, Roni Yanuar Saputro dan Risma Fauziah Rahmawati, Baghas Putra Billyana, Bela Arba Aprillyana atas dukungan yang selalu diberikan
7. Windhi Tutut Maulindha atas semangat dan dukungan yang diberikan dalam kuliah, skripsi kelak di Klinik dan kedepannya

8. Asri Krisnaini dan Medina Nanda rekan satu penelitian yang selalu mendukung dan saling membantu selama skripsi ini dibuat
9. Rekan- rekan FKG UNEJ Angkatan 2012 dan Laki *Fearless* 2012 yang setia mendukung setiap tahapan kuliahku di FKG
10. Pihak pengelola Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya bagian uji AAS, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait dengan hasil penelitian dari penelitian skripsi ini.

Jember, 24 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| | |
| 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 Peranti Ortodonti | 4 |
| 2.1.1 Macam- macam Peranti Ortodonti | 4 |
| 2.2 Kawat Ortodonti | 5 |
| 2.2.1 Karakteristik Kawat Ortodonti | 5 |
| 2.2.2 Bahan Kawat Ortodonti | 6 |
| 2.2.3 Kawat Ortodonti <i>Thermal</i> Nikel Titanium | 7 |
| 2.3 Teh | 9 |
| 2.3.1 Minuman ringan Teh | 10 |
| 2.3.2 Minuman Ringan Teh rasa buah | 11 |
| 2.3.3 Derajat Keasaman Minuman Ringan Teh | 12 |
| 2.4 Korosi | 13 |
| 2.4.1 Komponen pada Pelepasan Ion Logam | 13 |
| 2.4.2 Proses terjadinya Pelepasan Ion Logam | 14 |
| 2.5 Nikel | 14 |
| 2.5.1 Pelepasan Ion Nikel | 15 |
| 2.5.2 Toksisitas Ion Nikel pada Tubuh | 16 |
| 2.5.3 Pemeriksaan Pelepasan Ion Logam | 17 |
| 2.5.4 <i>Atomic Absorbtion Spectometry</i> (AAS) | 19 |
| 2.6 Hipotesis | 19 |
| 2.7 Kerangka Konsep Penelitian | 20 |
| | |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 21 |
| 3.1 Jenis Penelitian | 21 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 21 |
| 3.2.1 Tempat Penelitian | 21 |
| 3.2.2 Waktu Penelitian | 21 |
| 3.3 Sampel Penelitian | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.1 Sampel Penelitian..... | 21 |
| 3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian..... | 21 |
| 3.3.3 Besar Sampel Penelitian..... | 22 |
| 3.4 Variabel Penelitian..... | 22 |
| 3.4.1 Variabel Bebas..... | 22 |
| 3.4.2 Variabel Terikat..... | 23 |
| 3.4.3 Variabel Terkendali..... | 23 |
| 3.5 Definisi Operasional..... | 23 |
| 3.5.1 Kawat Ortodonti <i>thermal</i> Nikel-titanium.. | 23 |
| 3.5.2 Minuman Ringan Teh..... | 23 |
| 3.5.3 Minuman Ringan Teh Rasa Buah..... | 23 |
| 3.5.4 Pelepasan Ion Nikel..... | 23 |
| 3.6 Alat dan Bahan Penelitian..... | 24 |
| 3.6.1 Alat Penelitian..... | 24 |
| 3.6.2 Bahan Penelitian..... | 24 |
| 3.7 Prosedur Penelitian..... | 24 |
| 3.7.1 Persiapan Spesimen..... | 24 |
| 3.7.2 Persiapan Larutan Uji..... | 24 |
| 3.7.3 Perendaman Sampel..... | 25 |
| 3.7.4 Pengujian Analisa Pelepasan Ion Nikel..... | 26 |
| 3.8 Analisa Data..... | 27 |
| 3.9 Alur Penelitian..... | 28 |
| BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 29 |
| 4.1 Hasil Penelitian..... | 29 |
| 4.2 Analisis Data..... | 30 |
| 4.3 Pembahasan..... | 32 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 38 |
| LAMPIRAN..... | 45 |

DAFTAR TABEL

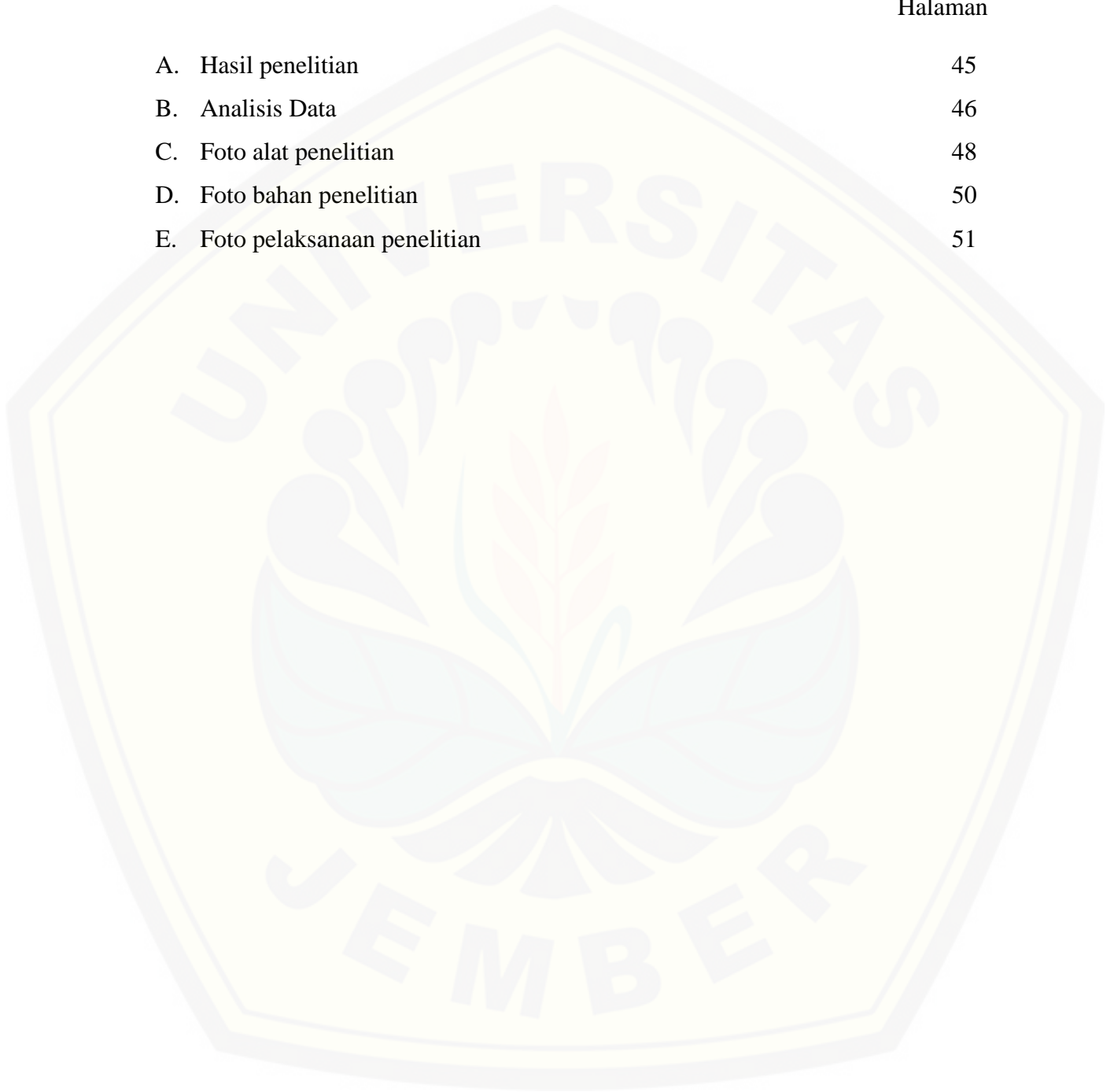
| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Sejarah efek berbahaya Nikel | 17 |
| 4.1 Hasil pengukuran pelepasan ion Nikel | 29 |
| 4.2 Hasil uji normalitas data | 30 |
| 4.3 Hasil uji homogenitas data | 31 |
| 4.4 Hasil Uji <i>one way anova</i> | 31 |
| 4.5 Hasil uji lanjutan <i>post hoc multiple comparisons LSD</i> | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Fase Austenite- martensit- austenite dari Kristal atom kawat NiTi <i>Thermal</i> | 9 |
| 2.2 Minuman ringan Teh dan Teh rasa buah | 10 |
| 2.3 Proses pembuatan Minuman ringan Teh | 11 |
| 2.4 Proses pembuatan Minuman ringan Teh rasa buah | 12 |
| 2.5 Struktur atom Nikel dan struktur Kristal Nikel | 15 |
| 2.6 Lapisan sub kulit atom Nikel | 16 |
| 2.7 <i>Atomic Adsorbtion Spectometry (AAS)</i> | 19 |
| 4.1 Diagram batang pelepasan ion Nikel pada 3 kelompok perlakuan | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--------------------------------|---------|
| A. Hasil penelitian | 45 |
| B. Analisis Data | 46 |
| C. Foto alat penelitian | 48 |
| D. Foto bahan penelitian | 50 |
| E. Foto pelaksanaan penelitian | 51 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peranti yang digunakan untuk merawat maloklusi secara garis besar digolongkan menjadi peranti lepasan (*removable appliance*), peranti fungsional (*functional appliance*) dan peranti cekat (*fixed appliance*) (Rahardjo, 2012). Komponen peranti cekat yang digunakan dalam perawatan ortodonti terdiri dari kawat, *band* dan braket. Kawat yang digunakan pada peranti cekat terbuat dari berbagai bahan seperti *Stainless steel*, Nikel-Titanium (NiTi) maupun CuNiTi (Proffit *et al*, 2007, Bhalajhi, 2006.).

Kawat berbahan campuran logam NiTi secara luas digunakan oleh karena sifat mekanisnya yang baik dan memiliki ciri khas yaitu sifat superelastis. Komposisi kawat NiTi terdiri dari 55% Nikel dan 45% Titanium (Brantley dan Eliades, 2001). Kawat NiTi memiliki beberapa jenis yaitu kawat NiTi, kawat *thermal* NiTi (Gatto *et al*, 2011) terdapat juga jenis kawat NiTi estetik dengan bahan *coated* (Husmann *et al*, 2002). Kawat *thermal* NiTi memiliki karakteristik yaitu aktivasi dari kawat pada suhu rongga mulut. Apabila kawat berada pada suhu rongga mulut kawat akan mencapai fase *austenite* sehingga kawat akan mencapai kekakuan maksimalnya (Santoro *et al*, 2001).

Lingkungan rongga mulut adalah lingkungan yang ideal terjadinya pelepasan ion material dari *alloy* (Barrett *et al*, 1993). Di dalam rongga mulut, faktor-faktor seperti temperatur, jumlah dan kualitas saliva, plak, pH, protein, sifat fisis dan kimiawi makanan dan cairan, kesehatan umum dan mulut dapat mempengaruhi terjadinya pelepasan ion logam (House *et al*, 2008). Salah satu faktor yang mempengaruhi pelepasan ion logam adalah pH lingkungan. Apabila pH asam maka konsentrasi ion H^+ akan meningkat sehingga meningkatkan jumlah pelepasan ion material (Johnsen, 2004).

Pada proses korosi terjadi degradasi material dari kawat NiTi dimana sejumlah ion Nikel akan terlepas (Ramazanzadeh, 2011). Hal ini didukung

dengan penelitian yang dilakukan oleh Aryani (2012), dimana terjadi pelepasan ion Nikel pada degradasi peranti ortodonti yang mengandung ion Nikel. Fokus utama dari efek pelepasan ion pada peranti ortodonti adalah yaitu *biocompatibility* dan performa dari alat (House *et al.*, 2008). Penurunan dari material peranti ortodonti berdampak pada penurunan performa dari komponen mekanik dari kawat. Selain itu aspek yang paling penting adalah interaksi dari peralatan dan pasien bisa timbul dimana pasien terpapar produk ion yang terlepas dan menimbulkan reaksi sistemik (Suarez *et al.*, 2011). Kandungan pada kawat yang menyebabkan reaksi sistemik yaitu Nikel. Alergi kontak Nikel sering terjadi dan frekuensi hipersensitifitas Nikel sekitar 10-20 % (Brantley dan Eliades, 2001).

Menurut Seow *et al.*, (2005); Takahashi *et al.*, (2011) konsumsi makanan atau minuman ringan yang asam dapat menurunkan pH saliva. Salah satu jenis minuman ringan yang cukup dikenal di Indonesia adalah minuman ringan teh (Raviani, 2011). Menurut data Euromonitor Internasional, sejak tahun 2004 sampai sekarang grafik minuman siap saji yaitu *ready to drink tea* meningkat. Di Indonesia hampir 50 % penduduk mengkonsumsi minuman siap saji dalam kemasan terutama minuman ringan teh yang urutannya berada di nomor 2 setelah air minuman dalam kemasan (Kemenperin, 2015).

Pada umumnya minuman ringan teh bersifat asam (Hosea, 2005). Menurut penelitian Prasetyo (2005) pH teh botol adalah 6,7. Selama penyimpanan pH teh kemasan semakin menurun yang berarti semakin bersifat asam (Hosea, 2005). Dalam proses produksi teh botol menggunakan bahan tambahan asam yaitu jenis HCl dan Asam Nitrat (Mawarno, 2004), dan untuk memberikan cita rasa khas buah diberikan bahan tambahan lain berupa asam sitrat, asam askorbat, konsentrat buah dan perasa (*flavour*) (Anggraeni, 2014). Selain itu, kondisi asam dalam minuman ringan teh disebabkan oleh hidrolisa dari kandungan tanin dalam teh dan oksidasi dari kandungan *thearubigin* dalam teh (Budianta, 1999).

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh minuman ringan teh terhadap pelepasan ion Nikel pada kawat ortodonti *thermal NiTi*.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh minuman ringan teh terhadap pelepasan ion Nikel pada kawat ortodonti *thermal* Nikel-titanium ?

1.3 Tujuan penelitian

Untuk mengetahui jumlah pelepasan ion Nikel pada kawat ortodonti *thermal* Nikel-titanium.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan informasi kepada dokter gigi mengenai efek minuman ringan teh terhadap pelepasan ion nikel pada kawat ortodonti *thermal* Nikel-Titanium
2. Dapat memberikan informasi pada produsen kawat ortodonti untuk pertimbangan dalam pembuatan produk-produk selanjutnya

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Ortodonti

2.1.1 Definisi Perawatan Ortodonti

Perawatan Ortodonti merupakan suatu perawatan pada kedokteran gigi menggunakan peranti ortodonti yang bertujuan untuk memperoleh kontak proksimal dan oklusal yang optimal dari gigi (oklusi) dalam batas fungsi yang normal dan adaptasi fisiologis, yang dapat diterima atau untuk meningkatkan estetik dari dentofasial (Graber dan Vanarsdall, 2000). Perawatan ortodonti umumnya digolongkan menjadi 3 tahapan yaitu perawatan preventif, perawatan interseptif dan perawatan kuratif. Pembagian tahapan perawatan tersebut bertujuan 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 Southend dan busur pendek.

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 dentomaksilifasial. 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).

2.2 Kawat Ortodonti

Kawat orthodontik merupakan komponen ortodonti yang memiliki peran sentral pada perawatan ortodonti yang mana digunakan untuk menghasilkan tekanan biomekanik yang dihubungkan dengan braket sehingga menghasilkan pergerakan gigi. Pada pemilihan kawat yang digunakan pada perawatan ortodonti, seorang *orthodontist* harus memperhatikan beberapa faktor, meliputi jumlah kekuatan yang akan digunakan, elastisitas atau *springback*, *formability* atau kemudahan dalam memanipulasi, dan keperluan untuk menyolder atau mengelas untuk menggabungkan dengan alat lain (Brantley, 2001).

2.2.1 Karakteristik Kawat Ortodonti

Kawat ortodonti memiliki sifat atau karakteristik yang mana 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, 2002).

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 ortodontik *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% dibanding *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* Nikel-titanium

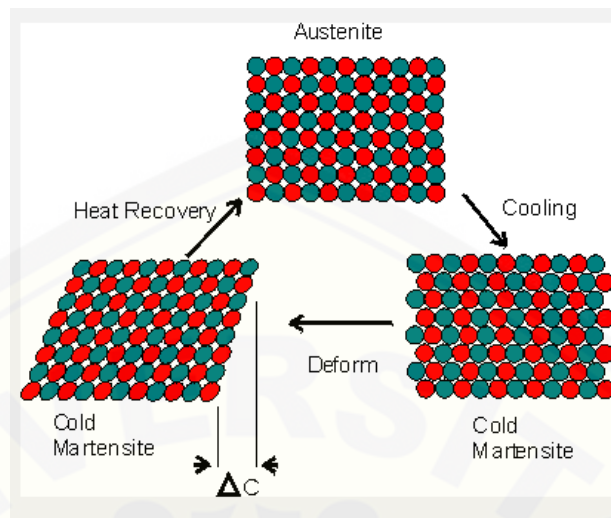
Perkembangan terkini dari kawat Nikel-titanium yaitu kawat Nikel-titanium dengan sifat *shape memory* yang diaktivasi pada suhu tubuh. Kawat jenis ini mulai diperkenalkan dan banyak diproduksi oleh banyak perusahaan. Kawat ini lebih dikenal dengan nama kawat *thermal* Nikel-titanium atau *heat activated* Nikel-titanium (O'Brien, 2002). Namun kekurangan dari kawat *thermal* Nikel-titanium yaitu hanya teraktivasi dengan kondisi suhu tertentu sehingga membuat kekuatan yang dihasilkan terkadang kurang optimal dibanding dengan kawat Nikel-titanium tradisional (Berger et al, 2007:287).

Kawat *thermal* Nikel-titanium memiliki kandungan bahan 5% - 6% Copper dan 0,2% - 0,5% Chromium. Selebihnya adalah kandungan dari Nikel dan

Titanium yang terdapat pada kawat. Nikel dan Titanium dalam kawat memberikan sifat superelastis, jangkauan kerja yang baik dan juga sifat *shape memory* (Jia et al., 1999; Huang et al., 2003; Ryhanen, 1997). Titanium dalam kawat juga berfungsi sebagai pembentuk lapisan oksida yang akan melindungi kawat dari korosi (Huang et al., 2003). Namun lapisan ini akan mudah terlepas pada kondisi pH yang rendah, temperatur rendah dan juga lingkungan yang mengandung flouride (Schiff et al., 2005; Cioffi, 2005; Toumelin et al., 1996; Ahrari et al., 2012). *Chromium* pada kawat berfungsi sebagai penstabil dari peningkatan kandungan *Copper* ketika temperatur naik pada saat transformasi kristal kawat ke fase *austenitic* (O'Brien, 2002). 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 Hsin et al., 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). Seiring dengan perkembangan teknologi maka bahan penyusun dari kawat juga makin berkembang. Variasi dari komposisi penyusun kawat yang terus berkembang dari berbagai merk akan memberikan perbedaan dari *transformation temperature* dan sifat bahan (Singh, 2004).

Peneletian 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, Thompson, 2000). Fase- fase ini terjadi pada *transisiton temperature range* dari kawat thermal Niti. Perubahan yang terjadi fase ini yaitu fase *austenitic* (fase kaku) dan juga fase *martensitic* (fase fleksibel). Apabila kawat berada dalam fase *austenitic* maka kawat akan mencapai kekakuannya yaitu dalam lingkungan rongga mulut, sedangkan apabila kawat berada pada fase *martensitic* maka kawat akan menjadi fleksibel yaitu pada suhu ruangan (Santoro, 2001).



Gambar 2.1 Fase *martensit-austenit-r phase* dari kristal atom kawat NiTi *Thermal*
(Sumber :<http://www.imagesco.com/articles/nitino/03.html>)

2.3 Teh

Teh memiliki banyak manfaat bagi bagi tubuh manusia. Kandungan-kandungan dalam teh yang bermanfaat yaitu kandungan zat seperti polisakarida, minyak volatil, vitamin- vitamin, mineral, purin, alkaloid dan polifenol seperti katekin dan flavonoid (Loto, 2011). Teh juga mengandung antioksidan dengan kadar tinggi. Zat- zat tersebut bermanfaat untuk memperbaiki sel- sel yang rusak, melangsingkan tubuh, menghaluskan kulit, anti kanker, menurunkan resiko penyakit jantung, antikolesterol dalam darah dan juga memperlancar aliran darah (Soraya, 2007).

Selain manfaat yang disebutkan di atas dari zat yang terkandung dalam teh, teh juga memiliki kandungan kafein (Misra, 2008). Jumlah kandungan kafein pada teh tergantung dari jenis, proses pengolahan dan cara penyeduhan dari teh. Kafein pada teh akan semakin menurun seiring dengan semakin lama proses penyeduhannya. Kafein umumnya aman dikonsumsi dalam jumlah yang benar namun kafein jika berlebih dikonsumsi dapat menimbulkan reaksi seperti insomnia, delirium, takikardia, gelisah, peningkatan respirasi, tremor, ekstrasistole dan diuresis (Misra, 2008).

2.3.1 Minuman Ringan Teh

Minuman ringan Teh merupakan minuman ringan atau kemasan yang diperoleh dari seduhan teh (*Thea sinensi L* dalam air dan diberikan bahan- bahan tambahan seperti gula, asam, pengawet dan bahan tambahan lainnya. Minuman ringan teh merupakan minuman kedua yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia setelah air putih dalam kemasan. Minuman ini sangat sering dihidangkan di banyak negara. Dari semua minuman populer yang ada, minuman ringan teh mengandung mineral dan antioksidan dalam jumlah tinggi. (Boehm et al, 2009). Minuman ringan teh diproduksi dari daun teh (*Camelia sinensis*), dimana terdapat empat jenis bahan baku minuman ringan teh secara umum yaitu teh yang tidak difermentasikan atau teh hijau, teh semifermentasi atau teh oolong, teh dengan fermentasi atau teh hitam dan teh putih. 20 % dari total teh yang dikonsumsi adalah teh hijau, kemudian hampir 80% sisanya adalah teh hitam dan teh oolong (Boehm et al, 2009).

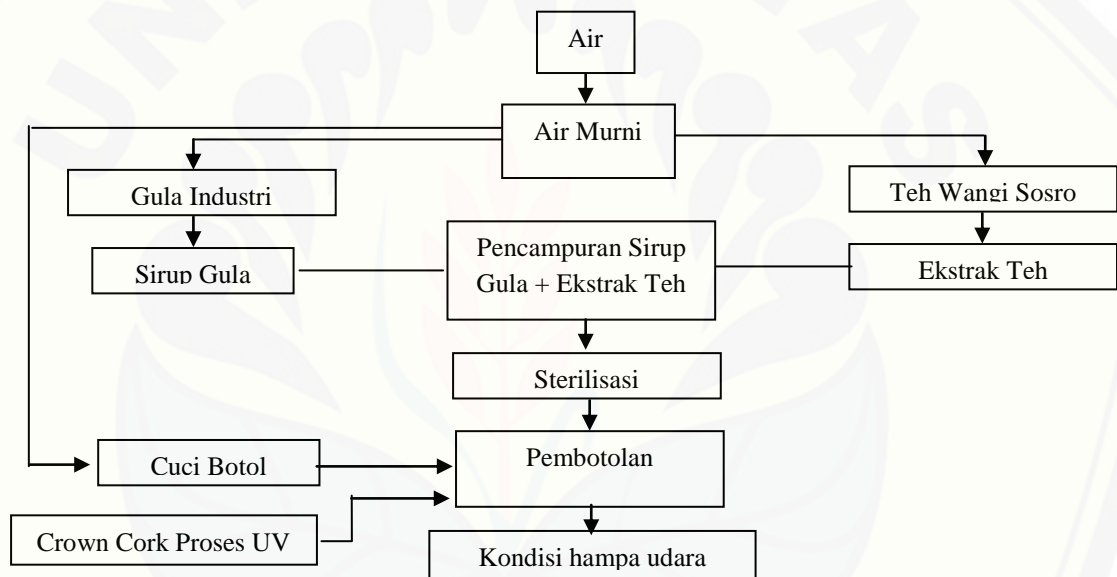
Minuman ringan teh memiliki beberapa jenis mulai dari minuman ringan teh asli, minuman ringan teh dengan rasa buah dan minuman ringan teh berkarbonasi. Berbagai jenis minuman teh yang ada pada saat ini bertujuan untuk memenuhi, melayani kebutuhan dan keinginan konsumen (Hastuty, 2007).

Salah satu merek minuman ringan teh yang ada di Indonesia adalah teh botol sosro. Teh botol sosro merupakan pelopor minuman ringan teh yang ada di Indonesia yang berdiri sejak 1970. Oleh karena didukung saluran distribusi yang bagus dan pengelolaan merek yang baik, PT Sinar Sosro meraih pangsa pasar minuman ringan the di Indonesia sebesar 70% (Swasembada, 2005).



Gambar 2.2 Minuman ringan Teh dan Teh Rasa Buah (Sumber : www.sosro.com)

Satu dari beberapa jenis minuman ringan teh adalah minuman ringan teh asli. Minuman ringan teh asli dibuat dari bahan alami teh dan ditambah perasa melati alami. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan minuman ringan teh asli ini yaitu Teh wangi melati (*jasmine tea*) yang dibuat dari teh hijau yang dipanaskan kemudian ditambahkan bunga melati dari untuk memberikan wangi melati pada teh. Kemudian bahan baku lain yaitu gula pasir dan juga air. Keseluruhan bahan diproses melalui beberapa tahapan dimulai dari penyeduhan teh, kemudian pelarutan gula, pencampuran, pemanasan teh cair manis, dan pengisian dalam botol (Suryana, 2007). Berikut tahapan dari pembuatan minuman ringan teh asli.



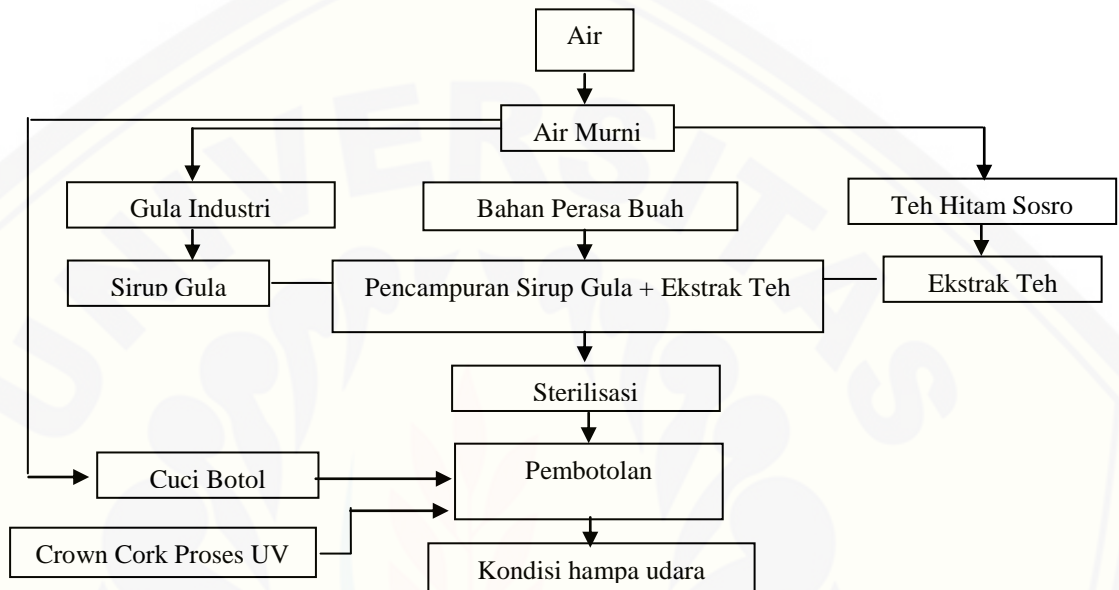
Gambar 2.3 Proses pembuatan Minuman ringan Teh (Sumber : www.sosro.com)

2.3.2 Minuman Ringan Teh Rasa Buah

Salah satu jenis minuman ringan teh adalah minuman ringan teh rasa buah. Minuman ringan teh rasa buah merupakan minuman teh yang ditambahkan perasa buah seperti Apel, Jambu, Stroberi, Leci dan rasa lain. Berdasarkan penelitian oleh Hastuty (2007), minuman teh dengan rasa buah mempengaruhi tingkat pembelian konsumen.

Salah satu produk minuman ringan teh rasa buah adalah *fruit tea*. *Fruit tea* merupakan produk inovasi dari the botol SOSRO yang terdiri dari berbagai rasa,

yaitu rasa Apel, Jambu, Strowberi, Leci dan rasa lain. Untuk mendapatkan rasa buah, *fruit tea* diberikan bahan perasa konsentrat buah dan untuk jenis teh yang digunakan sebagai bahan baku digunakan jenis teh hitam. Beberapa bahan tambahan lain juga digunakan dalam pembuatan *fruit tea* yaitu *flavour* dan air (Suryana, 2007). Berikut tahapan dari pembuatan minuman ringan teh rasa buah.



Gambar 2.4 Proses pembuatan Minuman ringan Teh Rasa Buah (Sumber : www.sosro.com)

2.3.3 Derajat Keasaman Minuman Ringan Teh

Keasaman pada minuman ringan teh terjadi oleh karena *polifenol* atau tanin pada teh yang terdiri dari *gallotanin* dan *ellagitannin* terhidrolisa. Hidrolisa dari *gallotanin* menjadi glukosa dan asam galat. *Ellagitannin* terhidrolisa menjadi asam elagat dan glukosa. Selain itu juga terjadi oksidasi pada minuman teh yaitu pada kandungan *thearubigin* yang bersifat asam, sehingga jika *thearubigin* makin banyak maka kondisi teh akan semakin asam (Budianta, 1999). Selain itu pada teh kemasan atau teh botol terjadi kondisi asam karena adanya *headspace* yang menimbulkan reaksi oksidasi yaitu interaksi yang terjadi antara oksigen dengan senyawa polifenol dalam teh. (Winarno, 1997). Hal ini akan menimbulkan pH minuman ringan teh juga semakin menurun selama proses penyimpanan yang membuat kondisi teh akan semakin asam (Hosea, 2005).

2.4 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, 2004).

2.4.1 Komponen Pelepasan Ion Logam

Pelepasan ion logam terbentuk 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 *elektroequivalen force* sehingga reaksi pelepasan ion logam terjadi (Fontana, 1986).

2.4.2 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 electron logam yang terlepas (Jones, 1992), reaksinya sebagai berikut :

Katoda :

- | | |
|----------------------------------|---|
| a. Evolusi hydrogen (asam) | : $2\text{H} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2$ |
| b. Reduksi air (netral/basa) | : $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^{-}$ |
| c. Reduksi oksigen (asam) | : $\text{O}_2 + 4\text{H}^{+} + 4\text{e}^{-} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ |
| d. Reduksi oksigen (netral/basa) | : $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^{-} \longrightarrow 4\text{OH}^{-}$ |
| e. Reduksi ion logam | : $\text{M}^{3+} + \text{e}^{-} \longrightarrow \text{M}^{2+}$ |

2.5 Nikel

Nikel adalah logam berwarna perak-putih yang digunakan pada berbagai macam industri. Pada kehidupan sehari-hari nikel sering ditemukan pada koin dan produk-produk *stainless steel*. Nikel jarang ditemukan pada kondisi logam murni di alam dan umumnya nikel ditemukan dalam warna hijau ataupun merah. Logam Nikel dimurnikan dari jenis batu yang dinamakan batu *Ore* (Marshall, 2005).

Nikel merupakan elemen yang penting dalam industri modern. Banyak sekali industri yang menggunakan Nikel dengan kadar-kadar tertentu. Penggunaan Nikel yang cukup besar pada pembuatan *stainless steel*, dimana campuran logam ini terdiri dari 8% Nikel, 18% *Chromium* dan 74% besi. Beberapa logam tertentu bahkan terbuat dari lebih dari 60% Nikel (Sigel, 2007).

Nikel termasuk dalam Kelompok 10 (Gol. VIII) pada tabel periodik yang mana dalam satu grup dengan Besi-Kobalt –Nikel yaitu dalam grup logam. Selain itu Nikel memiliki sifat kimia dan biokimia yang hampir mirip dengan Kobalt (Sigel, 2007). Atom Nikel memiliki jumlah proton 28 dan 30 neutron pada nukleusnya. Ke dua puluh delapan elektron dari atom nikel mengorbit mengelilingi nukleus secara berlapis disebut *electron shells*. Konfigurasi elektron dari atom Ni yaitu (Ar) $3d^8 4s^2$. Berat atom dari Nikel yaitu 58.6934 dan berada dalam bentuk padat (Parsons dan Dixon,2013).

Atomic number: 28

Atomic weight: 58.6934

Colour: silvery white

Phase: solid



Category: transition metal

Melting point: 1,455 °C (2,651 °F)

Boiling point: 2,912 °C (5,274 °F)

Crystal structure: face-centred cubic



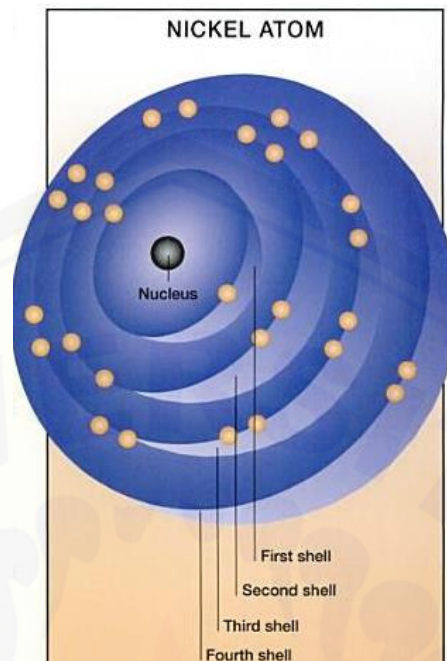
Gambar 2.5 Struktur atom Nikel dan struktur kristal Nikel

(Sumber : Parsons dan Dixon, 2013)

2.5.1 Pelepasan Ion Nikel

Atom Nikel memiliki konfigurasi elektron yaitu (Ar) $3d^8 4s^2$. Kulit elektron terluar dari Nikel memiliki jumlah elektron terluar 2. Hal ini membuat Nikel tergolong dalam logam transisi seperti Besi dan Tembaga yang mana Kulit atom terluar dari Nikel mampu berikatan dengan delapan partikel elektron lain. Selama hampir keseluruhan reaksi Nikel, atom- atom akan kehilangan dua elektron terluarnya. Nikel kemudian membentuk ikatan dengan elemen lain yang telah menerima elektron- elektronnya (Marshall, 2005)

Kulit paling dalam dari kebanyakan elemen umumnya memiliki elektron lengkap. Seperti logam transisi lainnya, atom Nikel memiliki kulit paling dalam yang belum lengkap yang mana hal ini membuat Nikel akan menerima banyak elektron dan bersifat radikal bebas (Marshall, 2005).



Gambar 2.6 Lapisan Sub kulit atom Nikel
(Sumber : Marshall, 2005)

2.5.2 Toksisitas Ion Nikel pada Tubuh

Sejarah tentang bahaya dari senyawa Nikel sejak tahun 1963 telah telah diteliti. Efek terhadap kesehatan manusia yang berhubungan dengan logam Nikel awalnya diteliti oleh Howard-White pada tahun 1963 ketika toksisitas dari biji kuppernikel ditemukan di area petambangan. Kemudian sekitar penelitian-penelitian selanjutnya mengenai bahaya Nikel terus diteliti sampai sekarang, mulai dari efeknya terhadap hewan dan kemudian dilanjutkan pada manusia (Hausinger, 1993). Berikut ringkasan sejarah penelitian efek bahay dari Nikel mulai diteliti :

| Tahun | Topik | Referensi |
|-----------|---|---------------------------------|
| 1500 | Toksisitas dari Kupernikel pada area pertambangan | Howard-white (1963) |
| 1826 | Demonstrasi laboratorium pertama tentang toksisitas Nikel pada binatang | Gmelin (1826) |
| 1880 | Penilaian dari dosis akut garam Nikel pada berbagai binatang | Stuart (1883, 1884) |
| 1891 | Nikel carbonyl terbukti beracun pada binatang | McKendrick dan Snodgrass (1891) |
| 1893 | Demonstrasi pertama toksisitas Nikel pada tanaman | Haselhoff (1893) |
| 1912 | Dermatitis Nikel telah dilaporkan terjadi | Herxheimer (1912) |
| 1939-1958 | Penelitian epidemiologi kejadian Nikel sebagai zat karsinogen | Doll (1958) |
| 1943 | Demonstrasi bahwa Campuran Nikel (Ni ₂ S ₂) dapat menyebabkan perubahan morfologi dari sel yang dikembangkan | Basrur dan Gilman (1967) |

Tabel 2.1 Sejarah efek berbahaya dari Nikel
(Sumber : Hausinger, 1993)

Nikel dan penyusun- penyusunnya yang terdapat pada atmosfer berasal dari alam. Nikel merupakan elemen yang penting bagi tanaman- tanaman dan makhluk hidup lainnya. Namun meskipun Nikel memiliki manfaat penting bagi makhluk hidup efek dari kelebihan Nikel yaitu toksisitas Nikel lebih difokuskan daripada kekurangan Nikel (Sigel, 2007). Toksisitas Nikel pada manusia telah banyak diteliti sebelumnya. Toksisitas Nikel ini umumnya terjadi akibat kontak dengan produk- produk yang mengandung Nikel yang sering digunakan seperti perhiasan, atau peralatan medis operasi dan juga kedokteran gigi. Toksisitas yang sering terjadi akibat kontak Nikel yaitu reaksi alergi atau reaksi inflamasi (Parsons dan Dixon, 2013)

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 (ASM Handbook, 2003). 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, 2010).

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 Baes, 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 spectroscopy*) sampel dalam bentuk larutan langsung diencerkan dan diuji dengan ditembak dengan lampu katode khusus yang ada pada AAS (Garcia dan Baes, 2012).

2.5.4 Atomic Absorbtion Spectometry (AAS)

Atomic Absorbtion Sptometry 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 logam Ni. 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 computer yang telah terhubung dengan AAS. Atom-atom menyerap sinar tampak atau sinar ultraviolet dan membuat transisi ke energi tinggi (Garcia dan Baes, 2012).

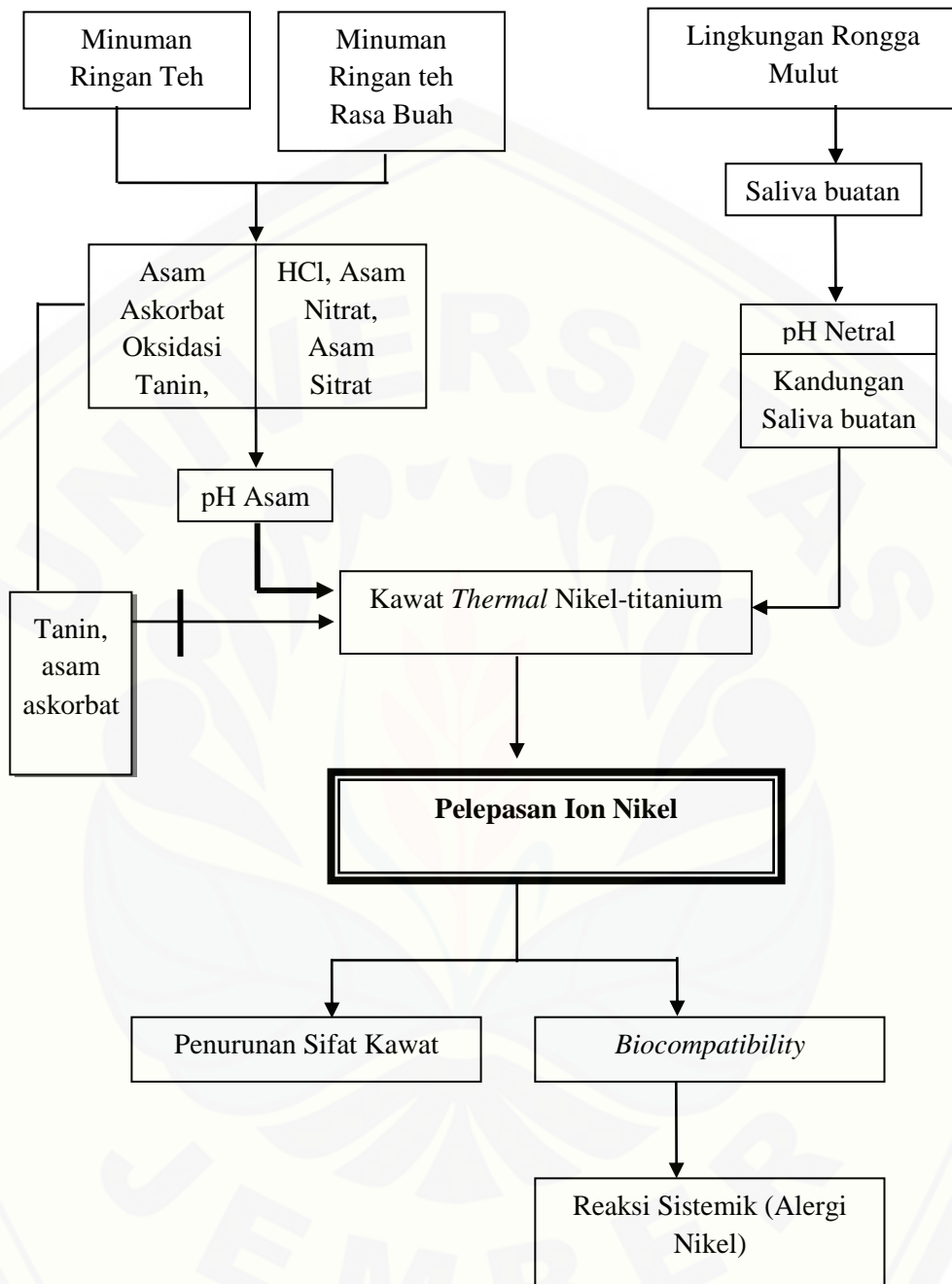


Gambar 2.7 : a. *Atomic Adsorbtion Spectometry (AAS)*
(Sumber: Alat Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya)

2.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh dari perendaman dalam minuman teh dan saliva buatan terhadap pelepasan ion nikel pada kawat *thermal* nikel titanium ortodonti.

2.7 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :

1. Yang diteliti = 
2. Efek pH Asam = 
3. Menghambat pelepasan ion Nikel = 

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan model rancangan penelitian berupa *The Post Test Only Control Group Design* (Notoadmodjo, 2005).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015.

3.3 Sampel Penelitian

3.3.1 Sampel penelitian

Sampel penelitian adalah kawat ortodonti *thermal* Nikel-Titanium berbentuk *round* dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 11,6 cm.

3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 kelompok yang terdiri dari 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Penjelasan masing-masing kelompok sebagai berikut :

- a. Kelompok Kontrol : Kawat *thermal* NiTi direndam Saliva buatan
- b. Kelompok Perlakuan :
 - 1) Kawat *thermal* NiTi direndam saliva buatan ditambah minuman ringan Teh rasa buah Apel
 - 2) Kawat *thermal* NiTi direndam saliva buatan ditambah minuman ringan Teh original

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 = standart deviasi (SD) penelitian sejenis

α = kesalahan yang masih ditoleransi

(Daniel, 2005)

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,1995). 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 3 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan, sehingga jumlah sampel secara keseluruhan berjumlah 12 sampel.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah larutan rendaman minuman ringan teh original dan minuman ringan teh rasa buah Apel.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah ion Nikel yang terlepas pada kawat ortodonti *thermal* Nikel-Titanium.

3.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini antara lain :

- a. Minuman Ringan Teh original dengan pH 6,4
- b. Minuman Ringan Teh rasa buah Apel dengan pH 3,5
- c. Saliva buatan dengan pH 7
- d. Kawat ortodonti *thermal* Nikel-titanium *round* (ukuran 0,016 inchi) dengan panjang 11,6 cm.

3.5 Definisi Operasional

- 3.5.1 Kawat ortodonti *thermal* Nikel-titanium merupakan komponen dalam perawatan ortodonti cekat yang berupa kawat dan terbuat dari bahan kawat Nikel, Titanium, Copper dan Chromium dengan bentuk *round* dan ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm (O'Brien, 2002).
- 3.5.2 Minuman ringan Teh original adalah produk olahan teh dalam bentuk cair yang dikemas dalam kemasan botol plastik siap untuk dikonsumsi dan memiliki pH 6,4 dengan volume 29 ml.
- 3.5.3 Minuman ringan Teh rasa buah Apel adalah produk olahan teh dalam bentuk kemasan botol plastik yang ditambahkan bahan perasa buah Apel dan pH 3,5 dengan volume 29 ml.
- 3.5.4 Pelepasan ion Nikel adalah jumlah ion Nikel yang hilang pada hasil rendaman dalam saliva buatan, saliva buatan ditambah minuman ringan teh rasa buah Apel dan saliva buatan ditambah minuman ringan teh original yang diukur dengan alat *Atomic Absorbtion Spectometry*.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

Berikut adalah alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Gelas Ukur (Pyrex, Indonesia)
- b. Tang potong
- c. Penggaris
- d. pH meter digital (Hanna Instruments)
- e. Petridish
- f. Inkubator
- g. AAS/atomic absorption spectrometry (ZEEnit 700 Analitik Jena, Jerman).

3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Kawat orthodontik *thermal* Nikel-titanium *round* ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm (3M Unitek Dental, Amerika)
- b. Minuman Ringan Teh Original (Teh botol Sosro, pH 6,4)
- c. Minuman Ringan Teh rasa buah Apel (Fruit Tea, PT Sosro, pH 3,5)
- d. Saliva buatan pH 7.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini adalah Kawat ortodonti *thermal* Nikel-Titanium *round* ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 11,6 cm. Panjang kawat mengacu pada panjang rata-rata penggunaan kawat pada perawatan ortodonti dari ujung kawat satu ke ujung lainnya sebesar 11,6 cm (Al-Joboury, 2001).

3.7.2 Persiapan larutan uji

Masing-masing larutan uji disiapkan sesuai volume yang telah didapat dengan rumus yang telah digunakan oleh standar uji material, berikut tahapannya

- 1) Menyiapkan minuman ringan teh, minuman ringan teh rasa buah dan saliva buatan masing-masing dalam 4 gelas ukur. Volume masing-masing larutan dihitung menggunakan rumus volume larutan berdasar standard ASTM G31-72 yaitu volume larutan = 0.2 x luas permukaan sampel uji. Dari rumus perhitungan didapatkan volume larutan sebesar 29 ml.
- 2) Setelah itu mengecek ulang pH masing- masing larutan menggunakan pH meter digital. pH sampel diketahui memiliki pH saliva buatan 7, pH minuman ringan teh 6,4 dan pH minuman ringan teh rasa buah 3,5.

3.7.3 Perendaman Sampel

Perendaman sampel dilakukan untuk mewakili kondisi di dalam rongga mulut. Mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Turkun (2003) bahwa diasumsikan orang meminum minuman ringan teh membutuhkan waktu sekitar 15 menit. Maka waktu perendaman selama 1 hari setara dengan :

$$\frac{(1 \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit})}{15 \text{ menit}} = 96 \text{ Hari}$$

Sehingga untuk perendaman masing-masing sampel untuk penggantian kawat ortodonti selama 6 minggu atau 42 hari (Petrov et al, 2013) setara dengan :

$$\begin{array}{r} \frac{24 \text{ jam}}{x \text{ jam}} = \frac{96 \text{ hari}}{42 \text{ hari}} \\ x = 10,5 \text{ jam} \end{array}$$

Perendaman sampel dilakukan selama 10,5 jam dalam inkubator dengan temperatur dalam rongga mulut yaitu 37⁰ C.

- 1) Menyiapkan sampel sejumlah 12 sesuai dengan perhitungan
- 2) Menyiapkan gelas ukur sejumlah 12 biji sesuai dengan jumlah sampel
 - a. Petridish I-IV diberi label sebagai kelompok kontrol 1-4 ditambahkan saliva buatan sebanyak 29 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan selama 10,5 jam.

- b. Petridish V-VIII diberi label sebagai kelompok perlakuan 1-4 ditambahkan saliva sebanyak 29 ml dan minuman ringan teh rasa buah sebanyak 29 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan dan minuman ringan the buah selama 10,5 jam.
- c. Petridish IX-XII diberi label sebagai kelompok perlakuan 5-8 ditambahkan saliva sebanyak 29 ml dan minuman ringan teh sebanyak 29 ml. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan dan minuman ringan teh selama 10,5 jam.

3.7.4 Pengujian Analisa Pelepasan ion Nikel

Setelah sampel direndam dalam larutan uji selama 10,5 jam kemudian sampel diambil dan larutan uji dihitung jumlah ion Nikel yang terlepas dari sampel. Berikut tahapan uji analisa pelepasan ion Nikel 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 dari ion Ni.
- 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 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*.

