



**GAMBARAN SEM**  
**(SCANNING ELECTRON MICROSCOPY) KAWAT**  
**ORTODONTI NIKEL-TITANIUM NON COATED DAN**  
**COATED SETELAH PERENDAMAN MINUMAN RINGAN**  
**TEH KEMASAN RASA BUAH**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Khurin In Salamatul Ummah**

**NIM 131610101031**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT atas segala Nikmat keimanan, ketaqwaan, kesehatan dan keselamatan di dunia dan kelak di akhirat;
2. Rasulullah Nabi Muhammad SAW, yang menjadi panutan di dunia dan kelak di akhirat;
3. Kedua orang tuaku atas doa dan dukungan beliau selama ini. Ibu Ummu Sholikha dan Ayah saya Syamsul Hadi;
4. Kakakku, M. Fajar Muzacky, Nailun Khasbiah, Fitri Fattimah dan adikku M. Azharuddin atas dukungan yang selalu diberikan;
5. drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed dan drg Rudy Joelijanto, M. Biomed yang meluangkan waktu dan membagikan ilmunya untuk membimbingku dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

**MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.  
(Terjemahan Q.S Al Nasyroh ayat 6-7)



---

\*) Kementerian Agama Republik Indonesia. 2012. ALJAMIL Al Qur'an Tajwid Warna, terjemah per kata, terjemah Inggris. Bekasi: Penerbit Cipta Bagus Segara.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Khurin In Salamatul Ummah

NIM : 131610101031

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Gambaran SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Non Coated* dan *Coated* Setelah Perendaman Minuman Ringan Teh Kemasan Rasa Buah” 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, 21 Maret 2017

Yang Menyatakan,

Khurin In Salamatul Ummah

NIM 131610101031

**SKRIPSI**

**GAMBARAN SEM  
(SCANNING ELECTRON MICROSCOPY) KAWAT  
ORTODONTI NIKEL-TITANIUM NON COATED DAN  
COATED SETELAH PERENDAMAN MINUMAN  
RINGAN TEH KEMASAN RASA BUAH**

Oleh

**Khurin In Salamatul Ummah**

**NIM 131610101031**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Hafiedz Maulana, M.Biomed

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Rudy Joelijanto, M.Biomed

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Gambaran SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Non Coated* dan *Coated* Setelah Perendaman Minuman Ringan Teh Kemasan Rasa Buah” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : 21 Maret 2017

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Yenny Yustisia, M. Biotech  
NIP. 197903252005012001

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

Pembimbing Ketua,

Pembimbing Anggota,

drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed  
NIP. 198112042008121005

drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed  
NIP. 197207151998021001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi,

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

## RINGKASAN

**Gambaran SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Non Coated* dan *Coated* Setelah Perendaman Minuman Ringan Teh Kemasan Rasa Buah;** Khurin In Salmatul Ummah , 131610101031; 2017; 46 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Kawat ortodontik NiTi merupakan kawat *archwire* yang berperan untuk menghasilkan kekuatan biomekanis yang dapat menggerakkan gigi geligi. Terdiri dari komponen Nikel dan Titanium dengan persentase 55% Nikel dan 44-45% Titanium dan kurang dari 1% unsur lain seperti Kobalt, tembaga dan besi. Penggunaan kawat NiTi didalam rongga mulut akan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor yang menyebabkan terjadinya serangan korosi yang dapat menyebabkan permukaan kawatnya berubah. Faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan pada permukaan kawat seperti perubahan temperatur, friksi pada kawat dengan saliva sebagai media elektrolit, dan penurunan pH. Minuman ringan teh kemasan rasa buah dapat menurunkan pH rongga mulut oleh karena kandungan asam Benzoat serta untuk memberikan cita rasa khas buah diberikan bahan tambahan lain berupa asam Sitrat, asam Askorbat, konsentrat buah dan perasa (*flavour*) dapat mempengaruhi perubahan permukaan kawat NiTi *non coated* terdapat adanya porositas dan kawat NiTi *coated* adanya pelepasan lapisan *coatednya*. Hal tersebut dapat mempengaruhi performa dari kawat tersebut serta di duga terdapat pelepasan ion yang dapat menyebabkan efek toksik pada tubuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya gambaran porositas pada permukaan kawat NiTi *non coated* dan pada kawat NiTi *coated* adanya gambaran pengelupasan lapisan *coated*. Kawat NiTi *non coated* dan NiTi *coated* yang direndam dalam saliva buatan dan minuman ringan teh kemasan rasa buah. Sampel yang digunakan adalah kawat ortodontik NiTi diameter 0,016 inci yang berjumlah 16 kawat, terdiri dari 8 kawat NiTi *non coated* dan 8 kawat NiTi *coated* dengan panjang 1cm dan terbagi menjadi 2 kelompok perbandingan. Kelompok pertama antara kawat NiTi *non coated* yang direndam dalam saliva buatan dan

campuran antara saliva buatan dan minuman ringan teh kemasan rasa buah. Kelompok kedua antara kawat NiTi *coated* yang direndam dalam saliva buatan dan campuran antara saliva buatan dan minuman berkarbonasi. Masing – masing sampel direndam selama 10,5 jam di dalam inkubator dengan suhu 37<sup>0</sup> C. Sampel kemudian diambil untuk dikeringkan lalu dilakukan pengamatan dengan alat SEM untuk melihat gambaran dari permukaan kawat Niti *non coated* dan *coated*.

Dari hasil pengamatan gambar didapatkan adanya gambaran porositas yang lebih banyak pada permukaan kawat NiTi *non coated* pada rendaman saliva ditambahkan dengan minuman ringan teh kemasan rasa buah. Dan pada kawat NiTi *coated* adanya gambaran pelepasan lapisan *coatednya* hingga kawat NiTi terlihat terdedah. Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu adanya pengaruh asam dari minuman ringan teh kemasan rasa buah yang menyebabkan adanya perubahan pada permukaan kawat NiTi *non coated* terlihat adanya porositas dan pada kawat NiTi *coated* terlihat adanya pelepasan lapisan *coatednya*.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang mana atas berkah rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Gambaran SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Non Coated* dan *NiTi Coated* Setelah Perendaman Minuman Ringan Teh Kemasan Rasa Buah”. 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. Allah SWT atas segala rahmat serta berkah berupa kesehatan, dan kelancaran dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini;
2. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp.Prost, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. drg. Hafiedz Maulana, M. Biomed, selaku Dosen Pembimbing Utama dan selaku drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed, Dosen Pendamping yang telah membagikan ilmu, waktu dan pengalamannya dalam proses penyelesaian skripsi penulis;
4. drg. Yenny Yustisia, M. Biotech, selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Leliana Sandra D.A.P, Sp.Ort, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia menguji dan memberikan saran dan bimbingan untuk terselesaikannya skripsi ini;
5. drg. Roedy Budirahardjo selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
6. Analis Laboratorium Biosains Politeknik Jember, Mas Topan yang telah membantu kelancaran penelitian saya.

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

Jember, 21 Maret 2017

Penulis



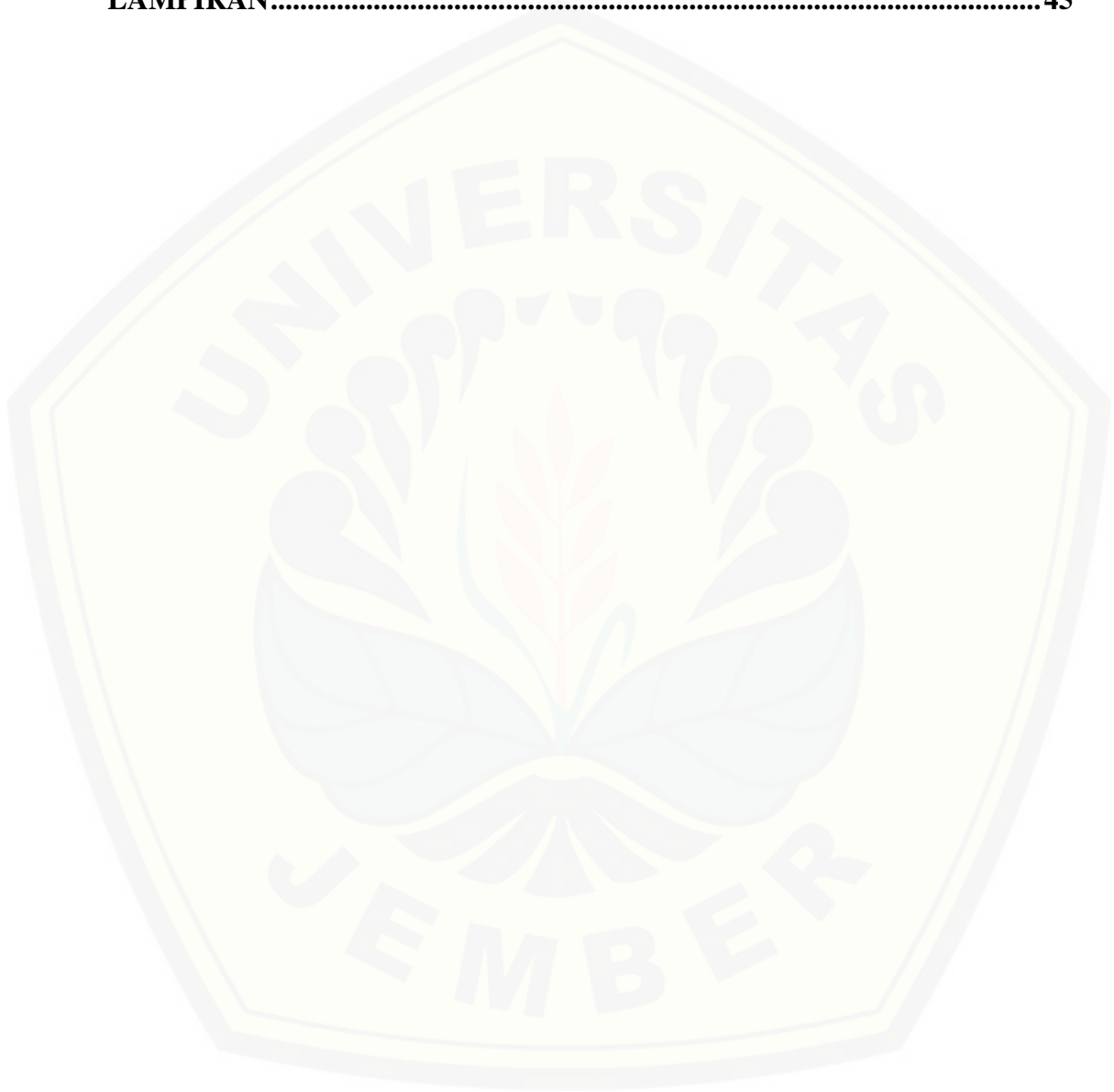
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABLE</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTARLAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 LATAR BELAKANG</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 RUMUSAN MASALAH</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 TUJUAN PENELITIAN</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 MANFAAT PENELITIAN</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Kawat Ortodonti Nikel-Titanium</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Kawat Ortodonti Estetik</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Kawat Ortodontik dengan Bahan Pelapis Teflon.....	6
2.2.2 Kawat Ortodontik dengan bahan Pelapis Resin Epoksi.....	6
2.2.3 Prosedur Pelapisan Kawat .....	8

<b>2.3 Minuman Ringan Teh .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Minuman Ringan Teh Rasa Buah .....	11
2.3.2 Derajat Keasaman Minuman Ringan Teh .....	12
<b>2.4 Korosi .....</b>	<b>13</b>
2.4.1 Korosi dan Pelepasan Ion Logam .....	13
2.4.2 Macam Korosi .....	14
2.4.3 Efek Korosi .....	16
<b>2.5 Pengaruh Asam terhadap Kawat NiTi .....</b>	<b>17</b>
2.5.1 Pengaruh Asam terhadap Kawat NiTi <i>Non Coated</i> .....	17
2.5.2 Pengaruh Asam terhadap Kawat NiTi <i>Coated</i> .....	18
<b>2.6 Uji SEM .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7 Hipotesis .....</b>	<b>20</b>
<b>2.8 Kerangka Konsep Penelitian.....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 Waktu Penelitian .....	22
3.2.2 Tempat Penelitian .....	22
<b>3.3 Sampel Penelitian .....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel .....	22
3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian .....	22

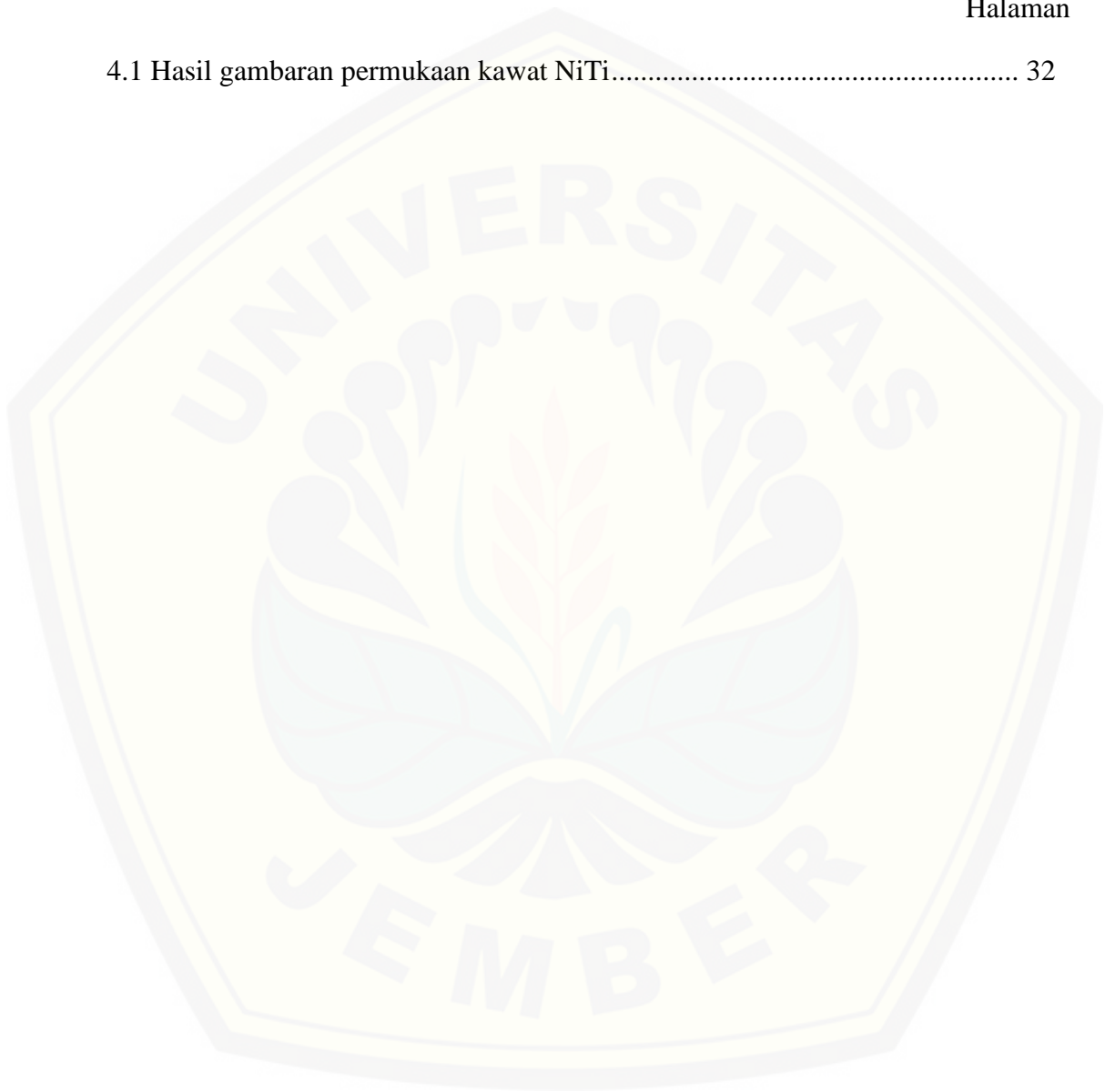
3.3.3 Besar Sampel .....	23
<b>3.4 Variabel Penelitian.....</b>	<b>23</b>
3.4.1 Variabel Bebas .....	23
3.4.2 Variabel Terikat .....	24
3.4.3 Variabel Terkendali .....	24
<b>3.5 Definisi Operasional.....</b>	<b>24</b>
3.5.1 Kawat NiTi <i>Non Coated</i> .....	24
3.5.2 Kawat NiTi <i>Coated</i> .....	24
3.5.3 Saliva Buatan .....	24
3.5.4 Minuman Ringan Teh .....	25
3.5.5 Gambaran Permukaan Kawat .....	25
<b>3.6 Alat dan Bahan.....</b>	<b>26</b>
3.6.1 Alat.....	26
3.6.2 Bahan .....	27
<b>3.7 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>27</b>
3.7.1 Persiapan Spesimen .....	27
3.7.2 Persiapan Larutan Uji .....	27
3.7.3 Perendaman Sampel .....	28
3.7.4 Pengujian Analisa Gambaran Permukaan Kawat Niti .....	29
<b>3.9 Alur Penelitian.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Pembahasan .....</b>	<b>36</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>40</b>

5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Hasil gambaran permukaan kawat NiTi.....	32



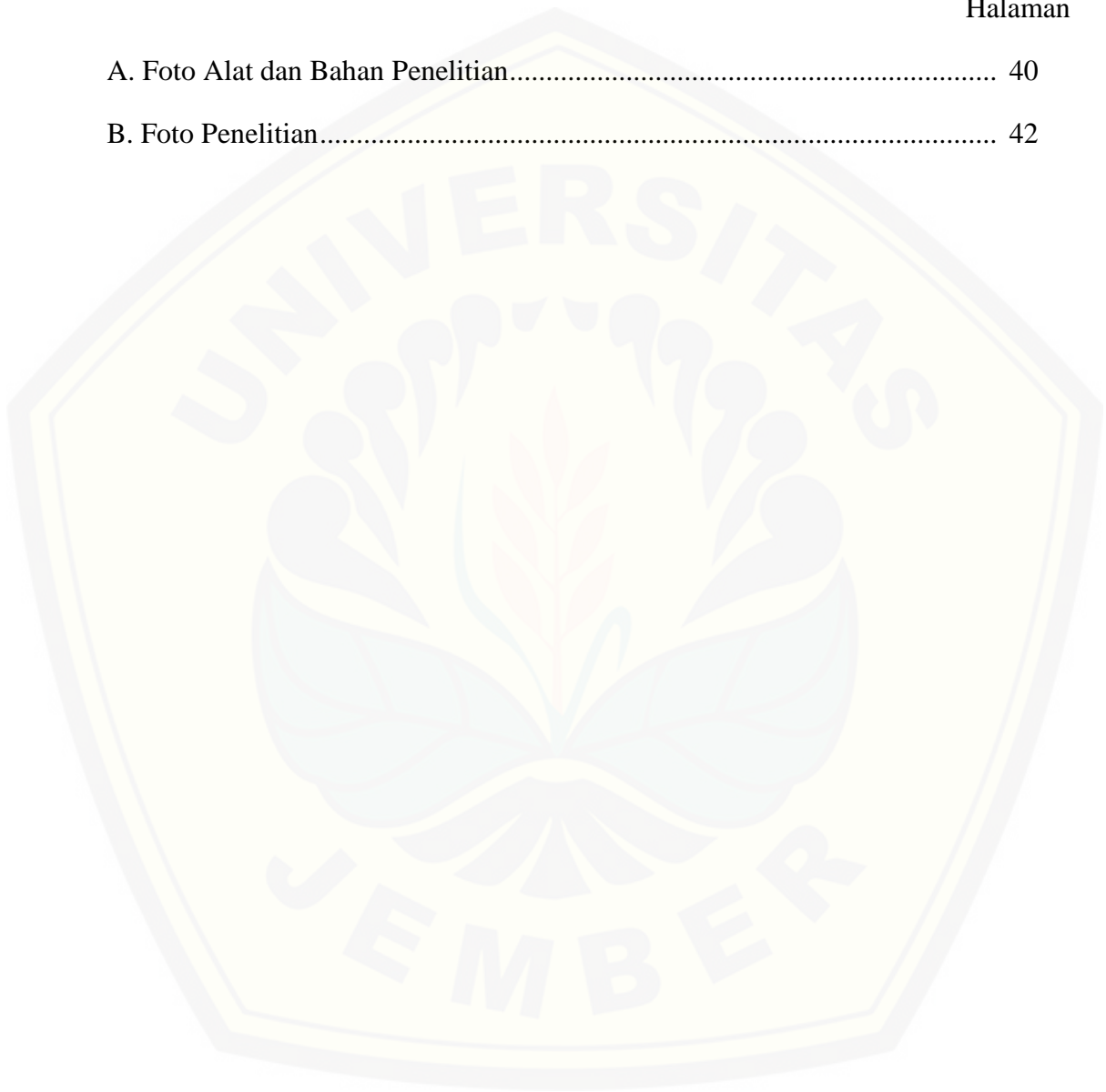
**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kawat Ortodontik Nikel-Titanium.....	5
2.2 Kawat Ortodonti dengan bahan pelapis PTFE ( Teflon).....	6
2.3 Kawat Ortodonti dengan bahan pelapis Resin Epoksi .....	7
2.4 Reaksi Elektrokimia Pada Proses Korosi.....	13
3.1 Permukaan kawat Niti <i>Coated</i> .....	20
3.2 Permukaan kawat Niti <i>Non Coated</i> .....	21
4.1 Kawat NiTi <i>Non Coated</i> sebelum di lakukan perendaman.....	28
4.2 Kawat NiTi <i>Non Coated</i> sesudah di lakukan perendaman dengan saliva .....	29
4.3 Kawat NiTi <i>Non Coated</i> sesudah di lakukan perendaman dengan saliva dan minuman ringan teh kemasan rasa buah .....	29
4.4 Kawat NiTi <i>Coated</i> sebelum di lakukan perendaman .....	30
4.5 Kawat NiTi <i>Coated</i> sesudah di lakukan perendaman dengan saliva ... ..	30
4.6 Kawat NiTi <i>Coated</i> sesudah di lakukan perendaman dengan saliva dan minuman ringan teh kemasan rasa buah .. ..	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Foto Alat dan Bahan Penelitian.....	40
B. Foto Penelitian.....	42



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kawat ortodontik NiTi merupakan kawat *archwire* yang berperan untuk menghasilkan kekuatan biomekanis yang dapat menggerakkan gigi geligi. Terdiri dari komponen Nikel dan Titanium dengan persentase 55% Nikel dan 44-45% Titanium dan kurang dari 1% unsur lain seperti Kobalt, tembaga dan besi (O'Brien, 2002). Dimana dalam perkembangannya saat ini, agar menambah ketahanan dari permukaan kawat terhadap faktor korosi serta meningkatkan penampilannya secara estetik kawat ortodonti NiTi ditambahkan rekayasa *coated* (Michiardi *et al.*, 2007). Resin epoksi adalah bahan *coating* yang memiliki kelebihan dari variasi warna, sifat fisik yang baik dan resisten terhadap bahan kimia sehingga bahan ini banyak digunakan sebagai bahan *coating* (Prasojo, 2009).

Korosi dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama karena aplikasi kawat NiTi yang berada di dalam rongga mulut. Dalam lingkungan rongga mulut terdapat faktor fisis dan kimia seperti fluktuasi derajat keasaman, reaksi elektrokimia, perubahan temperatur, abrasi, dan kekuatan mekanis (Hensen-Pattersen *et al.*, 2001). Derajat keasaman (pH) saliva rata-rata pada manusia adalah 6,7 (netral) (Cole dan Eastoe, 1997), dan dapat berubah menjadi asam karena konsumsi minuman berkadar asam. Salah satunya yang sering dikonsumsi hampir setiap hari adalah minuman ringan teh rasa buah dalam kemasan. Pada dasarnya minuman teh bersifat asam, dimana minuman teh keasamannya akan lebih tinggi pada kemasan karena adanya bahan tambahan seperti asam benzoat yang menyebabkan pH minuman teh semakin asam (Wati dan Guntarti, 2012). Serta untuk memberikan cita rasa khas buah diberikan bahan tambahan lain berupa asam Sitrat, asam Askorbat, konsentrat buah dan perasa (*flavour*) (Anggraeni, 2014).

Korosi akan menyerang permukaan kawat ortodonti NiTi dimana terjadi pelepasan-pelasan ion oleh karena adanya faktor elektrolit oleh kandungan saliva

ditambah bahan-bahan asam yang terdapat pada minuman ringan teh kemasan rasa buah yang menyebabkan permukaan kawat menjadi porus. Pada penelitian Heravi pada tahun 2015 gambaran SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada permukaan kawat yang dipaparkan pengaruh pH asam pada kawat menunjukkan adanya korosi *pitting* atau korosi sumuran terlihat adanya gambaran lubang-lubang yang menyerang hampir seluruh permukaan. Bila kondisi ini dibiarkan dapat memudahkan sisa makan melekat dan menjadi plak. Setelah itu bakteri plak dapat memproduksi asam laktat dan asam asetat (Lenander-Lumikari *et al.*, 2000). Sehingga saliva dalam rongga mulut menjadi semakin asam. Hal tersebut dapat meningkatkan serangan korosi yang ditandai dengan semakin besar kerusakan kawat akibat proses korosi tersebut (Kuhta *et al.*, 2009). Menurut Setiyorini pada penelitiannya tahun 2013, pada gambaran SEM permukaan kawat ortodonti NiTi yang telah dilapisi *coated* mengalami pengelupasan lapisan coatingnya oleh karena pengaruh perendaman kawat pada saliva buatan kondisi pH asam.

Adanya perubahan pada permukaan kawat oleh karena pengaruh asam tentunya akan mempengaruhi performa dari kawat NiTi *non coated* dan *coated*. Berdasarkan latar belakang di atas peneliti ingin mengetahui bagaimana gambaran SEM pada permukaan kawat ortodonti Nikel-Titanium *non coated* dan NiTi *coated* setelah perendaman minuman ringan teh kemasan rasa buah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah tampak gambaran porositas pada permukaan kawat NiTi *non coated* dan pelepasan lapisan *coatednya* pada permukaan kawat NiTi *coated* setelah perendaman minuman ringan teh kemasan rasa buah pada SEM.

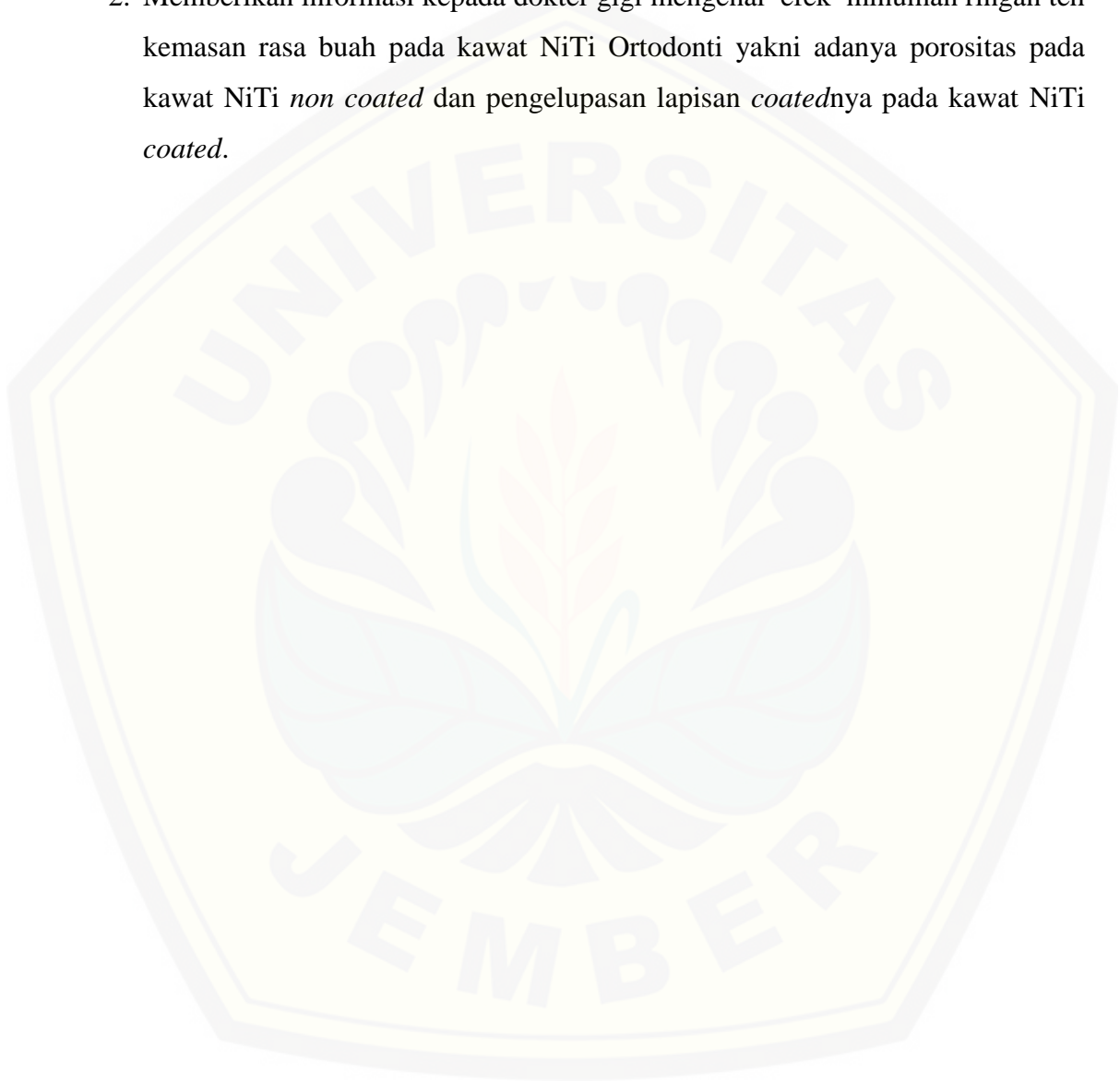
## 1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui gambaran porositas pada permukaan kawat NiTi *non coated* dan pengelupasan *coated* pada permukaan kawat NiTi *coated* setelah perendaman minuman ringan teh kemasan rasa buah pada SEM.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan produsen untuk meningkatkan ketahanan produk mereka untuk menjaga kualitas.
2. Memberikan informasi kepada dokter gigi mengenai efek minuman ringan teh kemasan rasa buah pada kawat NiTi Ortodonti yakni adanya porositas pada kawat NiTi *non coated* dan pengelupasan lapisan *coated*nya pada kawat NiTi *coated*.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kawat Ortodonti Nikel-Titanium

Kawat ortodontik NiTi yang terdiri dari komponen Nikel dan Titanium dengan persentase 55% Nikel dan 44-45% Titanium dan kurang dari 1% unsur lain seperti Kobalt, tembaga dan besi (O'Brien, 2002). Kawat NiTi banyak digunakan saat ini karena keunggulan sifatnya yang baik untuk perawatan ortodonti. Sifat yang dimiliki antara lain keelastisan yang tinggi dan *shape memory effect* yakni berkaitan dengan ketahanan transformasi temperatur (Williams, 2000).

Keunggulan kawat NiTi ortodonti dibandingkan kawat ortodonti lain yakni :

- a. Sifat superelastis yang tinggi dimana saat kawat NiTi diberi beban (gaya) akan terjadi defleksi. Ketika beban tersebut dihilangkan kawat akan kembali ke bentuk semula pada saat ini kawat akan mentransmisikan gaya yang didistribusikan ke area dentoalveolar sehingga terjadi pergerakan gigi (Santoro, 2001).
- b. *Shape memory effect* yakni kemampuan untuk merecoveri regangan plastis dan kembali ke bentuk awal pada saat dipanaskan. paduan NiTi karena memiliki keuletan yang lebih besar, regangan rekovery lebih besar, ketahanan korosi yang ekselen, suhu transformasi yang stabil, biokompatibilitas yang tinggi dan dapat dipanaskan secara elektrik untuk rekovery bentuk. Sampai saat ini aplikasi paduan shape memory NiTi telah menyebar di berbagai bidang seperti peralatan rumah tangga, teknik sipil, otomotif, mikro elektro-mekanik (MEM), peralatan medis dan lain-lain (Mabruri, 2012).



Gambar 2.1 Kawat Ortodontik Nikel-Titanium

(Sumber : Bishara, 2001)

Kekurangan kawat NiTi ortodonti yakni :

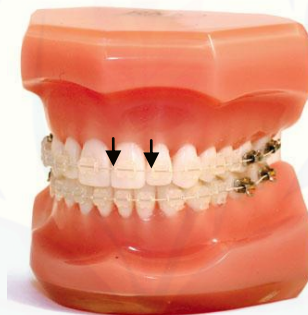
- a. Harganya yang relatif mahal.
- b. Friksi *bracket-archwire* yang tinggi.
- c. Sulit untuk menempatkan permanent bends dan tidak dapat bending kawat pada bagian tepi yang tajam atau loop lengkap.
- d. Kawat tidak dapat disolder dan harus disatukan dengan proses *mechanical crimping*.
- e. Resistensi korosi in vitro terendah di antara kawat-kawat alloy lainnya (O'Brien, 2002).

## 2.2 Kawat Ortodonti Estetik

Kawat ortodontik estetik merupakan kawat yang dilapisi dengan suatu bahan tertentu sehingga warna metal pada kawat dapat tersamarkan dengan warna yang serupa dengan gigi. Dengan tujuan untuk melindungi kawat tersebut dari kontak langsung dengan lingkungan. Pada sebuah kawat, *coating* merupakan perlindungan pertama dari korosi. *Coated* metal banyak digunakan pada kawat Nikel-Titanium dan *Stainless steel* dengan menggunakan bahan pelapis *polytetrafluoroethylene* (PTFE), *epoxy resin*, dan *polimer parylene* (Elayyan, 2010).

### 2.2.1 Kawat ortodontik dengan bahan pelapis teflon

*Polytetrafluoroethylen* PTFE atau yang biasa disebut teflon merupakan polimer sintetik yang seluruhnya terdiri dari karbon dan fluor. Karena kekuatan dari ikatan karbon dan fluorin, PTFE mempunyai sifat reaktif, tahan panas, dan hidrofobik. PTFE memiliki koefisien gesekan yang sangat rendah. Lapisan PTFE yang digunakan pada kawat ortodonti dilakukan dengan *thermal spraying*, yaitu sebuah proses di mana bahan halus dipanaskan kemudian disemprotkan dalam kondisi cair ke permukaan untuk membentuk suatu lapisan (Elayyan, 2010). Pelapisan menghasilkan suatu lapisan dengan ketebalan 20-25 mikrometer. Lapisan PTFE dapat mencegah terjadinya korosi pada lapisan logam dibawahnya. Namun pada penggunaan yang lama pada rongga mulut, lapisan teflon dapat rusak dan menurunkan efek pelapisannya (Kotha *et al.*, 2014).



Gambar 2.2 Kawat Ortodonti dengan bahan pelapis PTFE (tanda panah hitam)  
Sumber : [www.orthodonticsproductonline.com](http://www.orthodonticsproductonline.com)

Keunggulan kawat dengan bahan pelapis Teflon :

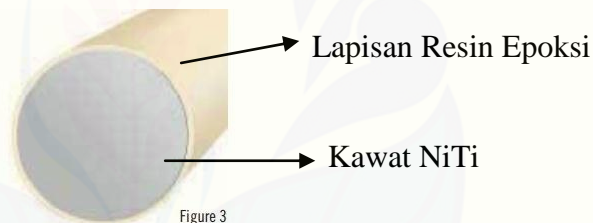
1. Bahan teflon sangat kenyal dan flexible serta unggul dalam ketahanan panas dimana teflon tidak mudah terbakar.
2. Bahan isolator listrik yang baik.
3. Koefisien gesek yang rendah dengan harga relative murah.

### 2.2.2 Kawat ortodontik dengan bahan pelapis resin epoksi

Resin epoksi adalah golongan polimer termoset produk yang dihasilkan oleh reaksi bahan dasar dan pengeras atau, serta bahan pengisi, dapat dipergunakan sebagai material isolasi. Bahan resin epoksi memiliki gugus atom oksigen yang terkait pada dua atom karbon dengan ketebalan sekitar 0,002 inci.

Bahan dasar resin epoksi yang sering banyak digunakan adalah *bisphenol A* dan *epichlorohydrin* sehingga diperoleh rantai epoksi dengan bobot molekul rendah.

Epoksi dapat digunakan sebagai material pelapis pada berbagai macam keadaan lingkungan karena epoksi dapat membentuk jaringan pelindung tiga dimensi (apabila diikat silangkan dengan amina atau poliamida). Meskipun resin epoksi telah banyak digunakan untuk aplikasi pelapisan berbagai macam bahan, tetapi air, oksigen dan ion dapat menembus lapisan ketika ada inisiasi korosi pada permukaan lapisan (Piscitelli, 2011). *Coating epoxy-resin* diaplikasikan pada kawat ortodonti melalui *electrostatic powder coating technique*, yaitu menggunakan bahan dalam bentuk bubuk kemudian disemprotkan pada kawat menggunakan *electrostatic powder coating gun*. Setelah dilakukan penyemprotan, kawat yang telah terlapis di-*curing* agar bahan pelapis ter-*setting* dengan sempurna (Arango *et al.*, 2012).



Gambar 2.3 Kawat Ortodonti dengan bahan pelapis Resin Epoksi  
(Sumber : [www.orthodonticsproductonline.com](http://www.orthodonticsproductonline.com))

Keunggulan dari penggunaan kawat dengan bahan pelapis resin epoksi:

1. memiliki adhesi yang sangat baik, resin ini memiliki berbagai sifat fisik yang baik, seperti ketahanan kimia, isolasi listrik, dan stabilitas dimensi. Resin epoksi secara luas digunakan dalam bahan ortodontik, termasuk dalam penggunaan resin komposit, cetakan, dan *polyurethane aligners* (Elayyan, 2010).
2. Bahan tidak mudah terkelupas dan tidak mudah berubah warna (Kotha *et al.*, 2014).
3. Resin epoksi sering di aplikasikan untuk bahan pelapis baik pada logam, kayu maupun tembok. Karena sifatnya yang dapat menahan



kelembapan yang sangat tinggi, mempunyai daya tahan yang baik dan anti korosi (Piscitelli, 2011).

### 2.2.3 Prosedur Pelapisan Kawat

Persiapan permukaan kawat yang baik sangat di butuhkan untuk berbagai jenis pelapis ini. Lebih dari 60% keberhasilan dari sistem perlindungan menggunakan pelapis (*coating*) ditentukan oleh persiapan permukaannya. Dalam pemilihan pembersihannya tergantung dari logam dasarnya yang akan dilapisi (Chodijah, 2008).

Tujuan tahapan preparasi permukaan adalah :

- Memperbesar luas permukaan benda kerja, sehingga adanya daya lekat (adhesi) pelapis dengan logam dasar menjadi semakin kuat.
- Membentuk faktor mekanik dimana dengan permukaan yang kasar akan bertindak sebagai gigi (mengikat).

Secara garis besar persiapan permukaan di bagi menjadi dua bagian yaitu :

#### a. Cara Mekanik

- Pembersihan secara manual yaitu dengan menggunakan sikat, sendok, pisau, palu, amplas dan sebagainya. Pembersihan seperti ini hanya mampu melepaskan karat yang mudah lepas, pelapis dan kontaminan lain yang daya lekatnya rendah. Biasanya cara ini efektif dilakukan pada benda kerja yang berukuran kecil. Pembersihan dengan tenaga lain (*power tool cleaning*), dengan menggunakan energi listrik atau udara untuk menggerakkan peralatan pembersihan. Meskipun laju pembersihan dengan cara ini lebih cepat tetapi kemampuan kira-kira sama.
- Pembersihan dengan api, menggunakan semburan api yang dihasilkan dari *oxyacetylene* pada permukaan benda kerja. Cara ini tidak baik dilakukan pada benda kerja yang memerlukan ukuran yang presis dan berbentuk datar dan tipis, karena benda tersebut akan mengalami deformasi.

- Pembersihan dengan uap air, digunakan untuk menghilangkan minyak, debu dan lemak pada bagian yang sukar dijangkau dengan metode pembersihan dengan pelarut.
- Pembersihan dengan semprot air, menggunakan tekanan air untuk menghilangkan kontaminan yang tidak terikat kuat seperti pelapis yang terkelupas, lemak, minyak, debu dan lainnya.
- Pembersihan dengan blasting (*Abrasive Blast Cleaning*), dengan cara ini diperlukan tingkat derajat kebersihan yang tinggi. Partikel abrasive akan membentuk dan mengikis permukaan logam, semua kontaminan dan pelapis yang terikat kuat akan lepas dari permukaan logam.

b. Cara Kimia

Pembersihan dilakukan dengan melarutkan semua kontaminan dalam hal ini senyawa oksida-oksida logam, hasil reaksi dengan larutan kimia jenis asam yang dipakai (*pickling*) dan dengan senyawa basa, lemak, minyak yang di ubah menjadi sabun yang larut.

Senyawa-senyawa asam yang sering digunakan antara lain :

1.  $H_2SO_4/H_3PO_4$
2. HCL,  $H_3PO_4$
3.  $H_3PO_4$

Pasivasi diperlukan agar permukaan logam yang dibersihkan tidak mudah terserang korosi untuk beberapa saja. Untuk meningkatkan pasivasi terkadang dilakukan dengan senyawa Zn phosphate atau senyawa kromat.

Pelapisan biasanya dimaksudkan untuk memberikan suatu lapisan padat dan merata sebagai bahan isolator atau penghambat aliran listrik di seluruh permukaan logam.

Pada dasarnya pelapisan dibagi menjadi dua yakni :

a. *Physical Drying*

Proses peringan secara alami ialah pelapis tersebut di produksi dan di kalengkan dalam bentuk satu komponen, yang mana bahan perekat, zat pewarna dan pelarut sudah dicampurkan dalam satu kemasan. Pelapis ini dapat dengan mudah mengering dan membentuk suatu lapisan secara alami setelah penguapan dari zat pelarut.

Pada umumnya sifat dari kering alami adalah :

1. *Reversible* artinya, dapat kembali dalam bentuk semula walaupun dilarutkan kembali oleh pelarut tertentu.
2. *Solvent sensitive* artinya, sangat peka dan tidak tahan terhadap pelarut yang lebih kuat dari pelarutnya sendiri.
3. *Thermoplastic* artinya, pelapis tersebut mudah menjadi lunak atau lentur pada temperatur tertentu.

b. *Chemical Curing*

Proses kering secara kimia terbagi atas :

1. Reaksi dengan Oksida  
Dalam udara terbuka komponen-komponen akan membentuk suatu lapisan, sedang oksigen sebagai penghantarnya (oksidasi).
2. Reaksi antara dua komponen.  
Artinya, pelapis tersebut diproduksi dan dikemas dalam bentuk 2 komponen yang mana bahan perekat, zat pewarna dan pelarut dipisahkan dalam dua kemasan terpisah. Yang disebut *base* dan *curing agent*. Pelapis ini baru dicampurkan bila akan digunakan dan akan membentuk suatu lapisan keras.
3. Reaksi dengan carbon dioxide dalam udara, atau reaksi dalam satu komponen dengan jalan memanaskan dengan panas yang tinggi.

### 2.3 Minuman Ringan Teh

Minuman ringan (*soft drink*) adalah minuman yang tidak mengandung alkohol, merupakan minuman olahan dalam bentuk bubuk atau cair yang

mengandung bahan makanan atau bahan tambahan lainnya baik alami maupun sintetik yang dikemas dalam kemasan siap saji. Minuman ringan terdiri dari dua jenis, yaitu minuman ringan berkarbonasi dan minuman ringan tanpa karbonasi. Minuman ringan Teh termasuk minuman ringan tanpa karbonasi (Indrasari, 2012).

Minuman ringan Teh diperoleh dari seduhan Teh (*Thea sinensi L*) dalam air dan diberikan bahan-bahan tambahan seperti gula, asam, pengawet dan bahan tambahan lainnya. Lalu 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 teh di Indonesia dibagi berdasarkan tiga kategori yaitu teh bubuk, teh celup, dan teh kemasan. Salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri teh dalam kemasan adalah PT Sinar Sosro yang merupakan *market leader* dengan produk teh dalam kemasan. Berdiri sejak tahun 1970 di Jawa Tengah PT Sinar Sosro merupakan perusahaan pertama yang memproduksi minuman teh kemasan dengan merek Teh Botol Sosro dan selanjutnya teh buah-buahan bernama Fruit Tea (Indrasari, 2012).

### 2.3.1 Minuman Ringan Teh Rasa Buah

Minuman ringan Teh rasa buah merupakan minuman Teh yang ditambahkan perasa buah seperti Apel, Jambu, Strawberi, Leci dan rasa lain. Fruit tea merupakan teh rasa buah produk inovasi dari PT Sinar Sosro yang terdiri dari berbagai rasa, yaitu rasa Apel, Jambu, Strawberi, Leci dan rasa lain. Jenis Teh yang digunakan sebagai bahan baku digunakan jenis Teh hitam. Untuk memberi cita rasa buah pada teh dilakukan proses pencampuran sirup gula, konsentrat buah dan *flavour* untuk mendapatkan rasa dan aroma yang diinginkan (Madison, 2007). Berikut tahapan dari pembuatan minuman ringan Teh rasa buah.

### 2.3.2 Derajat Keasaman Minuman Ringan Teh

Nilai pH suatu bahan berhubungan dengan derajat keasaman ataupun kebasaan bahan pangan tersebut. Nilai pH 7 menunjukkan keadaan netral, harga di bawahnya menunjukkan bahwa bahan pangan tersebut bersifat asam, sedangkan nilai di atasnya menunjukkan bahwa bahan pangan tersebut bersifat basa. Keadaan yang bersifat asam mudah dicapai dengan penambahan asam, sedangkan keadaan basa dapat dicapai dengan menambahkan basa. Sejumlah pengaturan keasaman tersebut pada umumnya terdapat delapan jenis asam organik yang lebih sering digunakan untuk memperoleh atau memberikan rasa asam pada bahan pangan, di antaranya adalah asam asetat, asam laktat, asam sitrat, asam fumarat, asam malat, asam suksinat, asam tartrat dan asam fosfat (Cahyadi, 2006).

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). Serta terdapat kandungan bahan polifenol atau Tanin pada Teh yang dengan komposisi 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).

Pengatur keasaman dengan senyawa kimia yang bersifat asam merupakan salah satu bahan tambahan pangan yang sengaja ditambahkan ke dalam pangan dengan berbagai tujuan. Pada minuman ringan Teh kemasan penambahan asidulan bertindak untuk tujuan untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan bertindak sebagai bahan pengawet. Kemudian pH rendah buffer yang dihasilkan mempermudah proses pengolahan. Bahan tersebut bersifat sinergis terhadap antioksidan dalam mencegah ketengikan dan browning (Cahyadi, 2006).

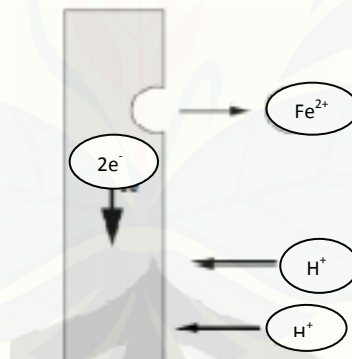
## 2.4 Korosi

Paduan logam Niti mengalami proses korosi melalui reaksi-reaksi elektrokimia. Komponen-komponen logam paduan akan teroksidasi ke dalam bentuk ion sedangkan oksigen yang terlarut akan direduksi menjadi ion-ion hidroksil. Selama proses korosi, laju total reaksi oksidasi dan reaksi reduksi harus sama. Bentuk umum reaksi korosi adalah sebagai berikut :

Reaksi anodik :  $\text{Metal} - e^- \Rightarrow \text{M}^+$  (disebut Kation logam)

Reaksi katodik :  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \Rightarrow 2\text{OH}^-$

Jenis-jenis korosi yang mungkin terjadi pada logam paduan yang digunakan saat ini adalah, korosi crevice, korosi galvanik, korosi batas butir, SCC (*stress corrosion cracking*), korosi fatik, dan korosi pitting. Pitting adalah bentuk berat serangan korosi lokal yang menghasilkan kerusakan meluas dan pelepasan ion-ion logam dalam jumlah besar dan meninggalkan bekas berupa lubang-lubang kecil di permukaan bahan (Jones, 2001).



Gambar 2.4 Reaksi Elektrokimia Pada Proses Korosi

(Sumber : Chodijah, 2008)

### 2.4.1 Korosi dan Pelepasan Ion Logam

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi pada suatu material akibat reaksi dengan lingkungan sekitarnya. Proses korosi melibatkan 2 reaksi simultan yakni oksidasi dan reduksi (redoks). Ketika spesimen logam murni (disebut elektroda) ditempatkan pada medium cairan (disebut elektrolit) yang tidak mengandung ionion spesimen, maka ion logam akan cenderung larut ke dalam

medium dan permukaan logam yang hilang ionnya akan memulai proses redeposisi untuk mempertahankan sifat logam tersebut, transfer ion logam ke medium cairan disebut proses oksidasi (hilangnya elektron) dan redeposisi yang menyebabkan reduksi. Tingkat korosi logam dipengaruhi oleh komposisi material serta reaksi kimia dari cairan tempat logam tersebut dicelupkan atau lingkungan sekitarnya (Eliades *et al.*, 2002).

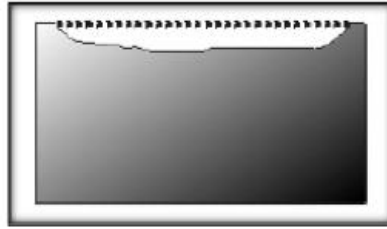
Pada kawat NiTi, titanium dikenal sebagai unsur yang memiliki ketahanan korosi yang baik. Titanium memiliki potensial reduksi yang lebih rendah dibanding Nikel. Sehingga, titanium akan lebih reaktif dibanding NiTi. Pada kawat NiTi Titanium akan membentuk suatu lapisan tipis berupa lapisan titanium oksida (TiO) pada permukaan kawat. Lapisan ini merupakan barier pertahanan kawat NiTi dari serangan korosi. Namun, apabila masih terdapat ion nikel yang terlepas pada rongga mulut menandakan bahwa lapisan pasif titanium oksida mengalami kerusakan (Chaturvedi, 2010). Serta dari proses pembuatan yang berbeda-beda menghasilkan kualitas yang berbeda-beda juga, sehingga akan mempengaruhi tingkat ketahanan korosi. (Lin *et al.*, 2006).

#### 2.4.2 Macam Korosi

Terdapat beberapa jenis proses korosi yang dapat terjadi pada braket logam terkait dengan waktu pemakaian dan lingkungan rongga mulut yang antara lain :

##### 1. Korosi Merata ( *Uniform Attack* )

Pada kondisi normal, braket logam diselubungi lapisan oksida kromium yang mencegah terjadinya penetrasi agen korosi. Akan tetapi, pada beberapa kasus lapisan tersebut rusak akibat ekspos braket terhadap klorida. Umumnya korosi ini terjadi hampir di semua tingkat logam tetapi dalam tingkat yang berbeda dan dapat tidak terdeteksi hingga mengenai sebagian besar logam (House *et al.*, 2008).

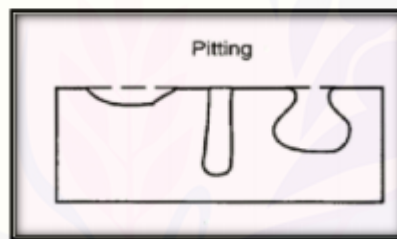


Gambar 2.5 Korosi Merata

(Sumber : [www.corrosionclinic](http://www.corrosionclinic))

## 2. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Pada tingkat mikroskopis, braket ortodonti dapat memiliki banyak pit dan celah. Keadaan tersebut diperkirakan meningkatkan kerentanannya terhadap korosi karena mampu menampung mikroorganisme pembentuk plak. Mikroorganisme menyebabkan penurunan pH lokal dan pengurangan oksigen yang kemudian mempengaruhi proses pasifasi (House *et al.*, 2008).



Gambar 2.6 Korosi Sumuran

(Sumber : [www.corrosionclinic](http://www.corrosionclinic))

## 3. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi ini dapat terjadi pada pesawat lepasan bila kawat atau komponen sekrup ekspansi memasuki akrilik. Diskolorasi kecoklatan dapat timbul di bawah Universitas Sumatera Utara permukaan akrilik yang berkontak dengan logam. Hal ini diperkirakan disebabkan oleh bakteri dan biofilm permukaan antara kawat dan akrilik, sehingga mengakibatkan korosi celah dari logam (House *et al.*, 2008).

## 4. Korosi Galvanik (*Galvanic Corrosion*)

Dalam ortodonti, korosi galvanik dapat timbul bila dua logam yang berbeda disatukan dalam pembuatan braket atau posted archwire. Dalam kasus pesawat lepas, kedua logam juga dapat berperan dalam korosi galvanik, namun situasi tersebut diperparah oleh adanya bagian sambungan yang disolder. Hal ini



karena bagian sambungan solder aktif secara mekanis sehingga menyebabkannya lebih rentan terhadap korosi (House *et al.*, 2008).

#### 5. Korosi Fretting (*Fretting Corrosion*)

Korosi fretting terjadi di area kontak logam yang mengalami beban berkelanjutan. Misalnya pada pertemuan *archwire/slot bracket*. Selama aplikasi beban, kedua logam mengalami proses cold welding dari tekanan pada pertemuan antara keduanya. Aplikasi kontinu tekanan demikian pada pertemuan tersebut akan menyebabkan bagian persambungan mengalami keausan, merusak lapisan oksida permukaan pelindung dan menyebabkan logam menjadi rentan terhadap korosi (House *et al.*, 2008).

#### 2.4.3 Efek Korosi

Produk korosi utama dari kawat NiTi adalah Nikel. Nikel memperoleh perhatian terbesar karena laporan atas potensi mereka untuk menimbulkan efek alergi, toksis atau karsinogenik. Pada umumnya larutan nikel ( $0,05 \mu\text{mol/L}$ ) ditemukan menghambat fagositosis bakteri oleh leukosit polimorfonuklear in vitro. Ion nikel dapat mempengaruhi kemotaksis leukosit melalui perubahan bentuk, sambil menstimulasi neutrofil untuk menjadi asferis dan bergerak lebih lambat, serta menghambat aktifitas kontraktil yang bergantung pada ion kalsium dengan mendepolarisasi membran sel neutrofil. Nikel juga diperlihatkan menghambat kemotaksis pada konsentrasi 2,5 sampai 50 ppm. Konsentrasi nikel dalam kisaran tersebut dilepaskan dari aloi dental dan diperlihatkan mengaktifkan monosit dan sel-sel endotel serta menekan atau mendukung pelepasan molekul adhesi interseluler oleh sel endotel. Yang terakhir ini bergantung pada konsentrasi nikel. Sebagian besar literatur menyatakan bahwa keberadaan nikel beresiko menimbulkan respon inflamasi dalam jaringan lunak. Senyawa nikel dalam bentuk arsenida dan sulfida merupakan karsinogen, alergen dan mutagen yang telah diakui. Nikel dapat menstimulasi hipoa melalui up-regulasi Cap43, suatu gen yang mengatur hipoksia.

Pelepasan ion nikel sebagai salah satu material komposisi penyusun kawat ortodonti akan mengakibatkan menurunnya kualitas mekanik dari kawat. Terjadinya kekasaran permukaan dapat timbul sebagai akibat dari penurunan kualitas akibat pelepasan unsur penyusun kawat. Kekasaran permukaan dapat menambah *sliding friction* kawat terhadap braket. Selain itu degradasi material kawat dapat pula menurunkan kekuatan kawat. Serta Pada tingkat mikroskopis, braket ortodonti dapat memiliki banyak pit dan celah. Keadaan tersebut diperkirakan meningkatkan kerentanannya terhadap korosi karena mampu menampung mikroorganisme pembentuk plak. Mikroorganisme menyebabkan penurunan pH lokal dan pengurangan oksigen yang kemudian mempengaruhi proses pasifasi (House *et al.*, 2008).

## 2.5 Pengaruh Asam terhadap Kawat Orthodonti

Rongga mulut merupakan lingkungan yang sangat ideal untuk terjadinya biodegradasi logam karena temperatur serta kualitas dan pH saliva yang dapat mempengaruhi kestabilan ion logam. Asam yang terdapat pada kandungan minuman ringan teh rasa buah seperti HCl dan Asam Nitrat (Mawarno, 2004) dan untuk memberikan cita rasa khas buah diberikan bahan tambahan lain berupa asam Sitrat dan asam Askorbat dapat mendorong terjadinya pelepasan ion logam.

Terjadinya suatu pelepasan dari unsur-unsur penyusun sebuah materi menandakan bahwa telah terjadinya penurunan kualitas suatu materi atau yang biasa disebut korosi. Korosi merupakan proses destruktif sebuah material oleh karena reaksinya dengan lingkungan. Korosi merupakan kerusakan yang terjadi pada suatu material akibat reaksi dengan lingkungan sekitarnya. (House *et al.*, 2008).

### 2.5.1 Pengaruh Asam pada Permukaan Kawat Niti *Non Coated*

Pada kawat ortodonti Niti *non coated* apabila terpapar asam atau pH yang rendah dapat mempengaruhi morfologi pada permukaan kawat tersebut, baik berupa pembentukan pit maupun goresan-goresan pada permukaan kawat oleh karena adanya pelepasan ion yang menimbulkan dampak serangan korosi (Huang,

2003). *Pitting corrosion* merupakan jenis korosi yang sangat berbahaya karena menyerang permukaan dan penampakan visualnya sangat kecil, awalnya terlihat kecil dipermukaan tetapi semakin membesar pada bagian dalam seperti berporus. Korosi ini terjadi pada beberapa kondisi pada lingkungan dengan pH rendah, temperature moderat, serta konsentrasi klorida yang cukup tinggi. Korosi celah ini dianggap serius karena apabila satu celah telah terbentuk maka ada kecenderungan yang kuat untuk berkembang bahkan pada bagian logam yang belum tersentuh korosi sekalipun (Kardy, 2008).

Korosi akan membuat kekasaran permukaan dapat timbul sebagai akibat dari penurunan kualitas akibat pelepasan unsur penyusun kawat. Kekasaran permukaan dapat menambah *sliding friction* kawat terhadap braket. Selain itu degradasi material kawat dapat pula menurunkan kekuatan kawat. Serta Pada tingkat mikroskopis, kawat NiTi dapat memiliki banyak pit dan celah. Keadaan tersebut diperkirakan meningkatkan kerentanannya terhadap korosi karena mampu menampung mikroorganisme pembentuk plak. Mikroorganisme menyebabkan penurunan pH lokal dan pengurangan oksigen yang kemudian mempengaruhi proses pasifasi. Produk korosi utama dari kawat NiTi adalah Nikel. Nikel memperoleh perhatian terbesar karena laporan atas potensi mereka untuk menimbulkan efek alergi, toksis atau karsinogenik (House *et al.*, 2008)

### 2.5.2 Pengaruh Asam pada Permukaan Kawat Niti *Coated*

Pemukaan kawat ortodonti NiTi *coated* telah dilapisi oleh bahah pelapis resin epoksi dimana dengan penambahan bahan ini bertujuan untuk melindungi kawat Niti tersebut. Karena sifat dari resin epoksi yang dapat menahan kelembapan yang sangat tinggi, mempunyai daya tahan yang baik dan anti korosi (Piscitelli, 2011). Oleh karena itu pengaruh asam atau pH yang rendah akan menyebabkan adanya pelapasan ion namun tidak begitu signifikan dibandingkan dengan kawat *non coated* dan kawat Niti *coated* akan mengalami pengelusan lapisan *coatingnya* sedikit demi sedikit. Tergantung pada lama waktu terpapar serta pengaruh lingkungan dan bahan pelapis yang digunakan (Setiyorini, 2013).

Pengelupasan lapisan *coated* pada kawat NiTi dapat terjadi karena kegagalan gaya adhesi yang dapat dipengaruhi oleh kegansan lingkungan, berjalannya waktu dan ketebalan lapisan. Pengaruh lingkungan oleh larutan asam terhadap kekuatan adhesi sendiri karena adanya peristiwa osmosis yang mendorong larutan asam tersebut masuk dalam lapisan sampai permukaan logam. Permukaan logam yang terpenetrasi oleh larutan asam sendiri yang dapat menyebabkan serangan korosi rentan terjadi. Serangan korosi akan mendorong kerak dan menarik pelapis hingga terlepas dari kawat NiTi tersebut.

## 2.6 Uji SEM

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan sejenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. Analisis SEM digunakan pada perbesaran 1000x untuk menilai karakteristik mikromorfologi dari *archwires* (termasuk porositas dan bentuk retakan) pada benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filamen yang dipanaskan, disebut *electron gun*.

Pada sebuah mikroskop elektron (SEM) terdapat beberapa peralatan utama antara lain:

1. Pistol elektron, biasanya berupa filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron misal tungsten.
2. Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetis karena elektron yang bermuatan negatif dapat dibelokkan oleh medan magnet.
3. Sistem vakum, karena elektron sangat kecil dan ringan maka jika ada molekul udara yang lain elektron yang berjalan menuju sasaran akan terpecah oleh tumbukan sebelum mengenai sasaran sehingga menghilangkan molekul udara menjadi sangat penting.

Sebuah ruang vakum diperlukan untuk preparasi cuplikan. Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan *electron gun* terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberi energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian

dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor *backscatter*. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas di permukaan *Cathode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi Gambar (Kroschwitz, 1990). Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar.

Cuplikan yang akan dianalisis dalam kolom SEM perlu dipersiapkan dahulu, walaupun telah ada jenis SEM yang tidak memerlukan penyepuhan (*coating*) cuplikan. Terdapat tiga tahap persiapan cuplikan, antara lain (Gedde, 1995):

1. Pelet dipotong menggunakan gergaji intan. Seluruh kandungan air, larutan dan semua benda yang dapat menguap apabila divakum, dibersihkan.
2. Cuplikan dikeringkan pada 60°C minimal 1 jam.
3. Cuplikan non logam harus dilapisi dengan emas tipis. Cuplikan logam dapat langsung dimasukkan dalam ruang cuplikan.

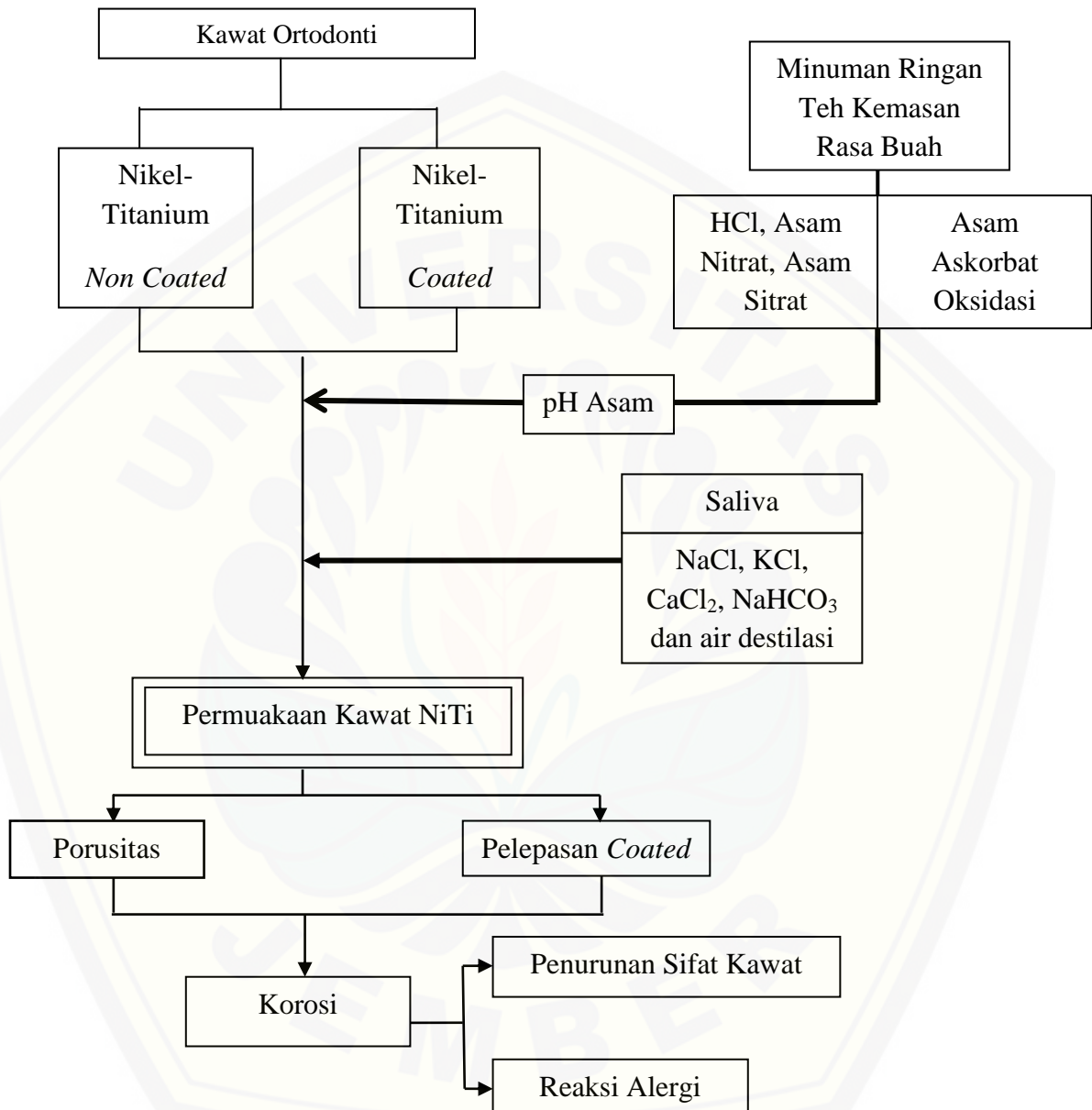
Prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut:

1. Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
2. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
3. Sinar elektron yang terfokus memindai (*scan*) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
4. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).

## 2.7 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah terlihat gambaran pelepasan lapisan coated pada kawat NiTi *coated* dan porusitas pada kawat NiTi *non coated* dari foto SEM setelah di rendam minuman ringan teh kemasan rasa buah.

2.8 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :

➔ : Mempengaruhi

▭ : Yang Di teliti

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah experimental laboratoris serta menggunakan rancangan penelitian tipe *post test only control grup design*, dimana pengujiannya dilakukan setelah adanya perlakuan (Notoadmojo, 2005).

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Laboratorium Biosain Politeknik Jember.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Desember 2016.

### 3.3 Sampel Penelitian

#### 3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel :

- a. Kawat Ortodonti Nikel-Titanium buatan American Orthodontic berbentuk round dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 1 cm.
- b. Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* buatan American Orthodontic berbentuk round dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 1 cm.
- c. Saliva buatan dengan pH 7.
- d. Minuman Teh Kemasan dengan pH 3,8.

#### 3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian

Sampel penelitian digolongkan menjadi 4 kelompok yang terdiri dari 2 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Penjelasan masing- masing kelompok sebagai berikut :

##### a. Kelompok Kontrol 1

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium yang direndam Saliva buatan.

##### b. Kelompok Kontrol 2

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* yang direndam Saliva buatan.

c. Kelompok Perlakuan 1

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium yang direndam Saliva buatan ditambah minuman ringan teh kemasan.

d. Kelompok Perlakuan 2

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* yang direndam Saliva buatan ditambah dengan minuman ringan teh kemasan.

### 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 ( $\alpha$ ) ; jika  $\alpha = 0,05$ , maka nilai  $Z$  adalah  $Z = 1,96$  (2-tailed) dan  $Z = 1,64$  (1-tailed)

$\sigma$  = standart deviasi (SD) penelitian sejenis

$\alpha$  = kesalahan yang masih ditoleransi

Pada rumus besar sampel minimal nilai  $\sigma$  diasumsikan sama dengan nilai  $\alpha$  ( $\sigma = \alpha$ ), karena nilai  $\sigma^2$  jarang diketahui sehingga perlu melakukan dugaan untuk mengetahuinya (Steel dan Torrie, 1995). Dari rumus besar sampel minimal perhitungan yang diperoleh sebagai berikut:

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

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

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

Jadi besar sampel minimal yang diperlukan berdasarkan rumus adalah 4 sampel.



### 3.4 Variabel Penelitian

#### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah minuman ringan teh kemasan rasa buah.

#### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah morfologi dari permukaan kawat NiTi *non coated* dan *coated*.

#### 3.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini antara lain :

- a. Kawat Niti *non coated* dan kawat Niti *coated*
- b. Saliva buatan dengan pH 7
- c. Suhu rendaman 37°C

### 3.5 Definisi Operasional

#### 3.5.1 Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Non Coated*.

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium merupakan kawat yang tidak memiliki tambahan pelindung di bagian luar. Pada penelitian ini di gunakan kawat Ortodonti Nikel-titanium buatan American Orthodontic berbentuk round dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 1cm

#### 3.5.2 Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated*.

Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* merupakan kawat Ortodonti berbahan Nikel-Titanium yang memiliki lapisan dari bahan pelapis resin epoksi pada bagian luarnya sebagai pelindung dan menambah estetika sehingga termasuk pada tipe *aesthetic archwire*. Pada penelitian ini di gunakan kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* buatan American Orthodontic berbentuk round dengan ukuran diameter 0,016 inchi dan panjang 1 cm.

### 3.5.3 Saliva Buatan

Saliva buatan merupakan suatu larutan yang digunakan sebagai suatu medium buffer yang menyerupai kondisi dalam rongga mulut dengan komposisi yaitu NaCl 36,0 gr; KCl 1,69 gr; CaCl<sub>2</sub> 0,956gr; NaHCO<sub>3</sub> 0,850 gr; dan air destilasi 400 cc dengan pH 7 (Mareci *et al.*, 2005).

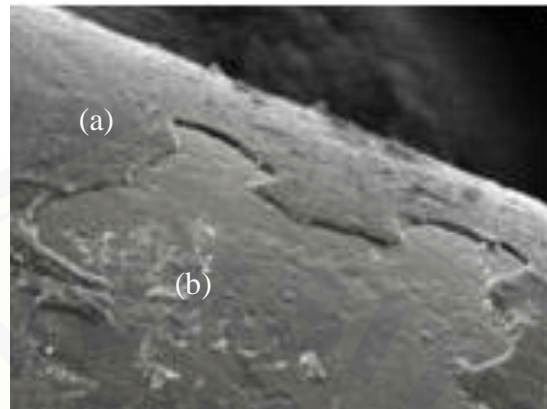
### 3.5.4 Minuman ringan Teh

Minuman ringan teh kemasan rasa buah Apel Fuit Tea yang di produksi oleh PT.Sosro dengan bentuk kemasan botol plastik ukuran 500ml.

### 3.5.5 Gambaran permukaan kawat

Mengamati permukaan kawat NiTi melalui gambaran SEM dengan perbesaran hingga 500x setelah perendaman pada minuman ringan teh kemasan. Perubahan bentuk yang diamati antara lain dari pengelupasan lapisan *coated* pada kawat NiTi *coated* dan porositas pada kawat NiTi *non coated*. Dengan menggunakan 5 lapang pandang dengan objek pengamatan :

- a. Goresan : Adanya garis tidak beraturan, bekas adanya goresan benda tajam ( proses manufaktur).
- b. Guratan : Goresan lebih dalam dengan bentuk searah sumbu kawat NiTi (proses manufaktur).
- c. Porositas : Porositas terlihat dengan adanya gambaran berpori dan terdapat volume ruang kosong di antara material kawat NiTi (Gambar 3.2).
- d. Retakan : Gambaran garis yang terbentuk karena adanya regangan oleh karena adanya akibat pergerakan atau pengangkatan tekanan horizontal dan tekanan vertikal yang menyebabkan lapisan *coated* retak.
- e. Pelepasan *Coated* : Pengelupasan *coated* pada kawat terlihat dengan gambaran terlepasnya bahan yang melapisi kawat gigi yakni resin epoksi sehingga permukaan kawat NiTi terdedah (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Permukaan kawat Niti dengan lapisan *coated* resin epoksi:

a. Lapisan *coated*, b. Kawat NiTi yang terdedah.

(Sumber : Setyorini 2013)



Gambar 3.2 Permukaan kawat NiTi *non coated*, tanda panah menunjukkan permukaan berpori dan tidak teratur

(Sumber : Trepanier, 1997)

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.6.1 Alat Penelitian :

- a. Gelas Ukur
- b. Tang potong
- c. Chip blower
- d. Penggaris

- e. pH meter digital (Hanna Instruments)
- f. Petridish
- g. Carbontip
- h. *Scanning Electron Microscopy*
- i. Pinset
- j. Inkubator
- k. Desikator

### 3.6.2 Bahan :

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Kawat Ortodontik Nikel-Titanium buatan American Orthodontic.
- b. Kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* buatan American Orthodontic.
- c. Minuman Ringan Teh rasa buah Apel (Fruit Tea, PT Sosro, pH 3,8).
- d. Saliva buatan pH 7.

## 3.7 Prosedur Penelitian

### 3.7.1 Persiapan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini adalah Kawat Ortodonti Nikel-Titanium dan kawat Ortodonti Nikel-Titanium *Coated* bentuk round dengan ukuran diameter 0,016 inchi dengan panjang 1 cm. Pemotongan spesimen diambil pada bagian mulai ujung kawat lurus di potong dengan panjang 1cm sebanyak 8 potong dari satu kawat. Dilakukan pemotongan pada masing 2 kawat NiTi *coated* dan *non coated* hingga terkumpul 16 potong kawat sebagai spesimen.

### 3.7.2 Persiapan larutan uji

Penghitungan volume larutan uji menggunakan standar ASTM G31-72 (2004) sebagai berikut :

Vol. Larutan = 0,2 x luas permukaan sampel uji

Sampel berupa kawat Nikel-Titanium round dengan diameter 0,016 inci setara dengan 0,406 mm, sehingga dimensi kawat keseluruhan adalah  $r = 0,203$  mm dan  $t = 11,6$  mm.

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan sampel} &= 2(\Pi r^2) + 2\Pi r t \\ &= 2(3,14 \times 0,203^2) + (2 \times 3,14 \times 0,203 \times 11,6) \\ &= 0,251 \times 145,69 \\ &= 145,9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume minimal} &= 145,9 \times 0,2 \text{ ml} \\ &= 29,1 \text{ ml} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\Pi : 3,14 \text{ atau } \frac{22}{7}$$

$r$  : jari-jari kawat (mm)

$t$  : panjang kawat (mm)

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 rasa buah dan saliva buatan masing-masing dalam 2 gelas ukur. Volume masing-masing larutan sebesar 29 ml.
- 2) Setelah itu mengukur pH masing-masing larutan menggunakan pH meter digital. pH sampel diketahui memiliki pH saliva buatan 7 dan pH minuman ringan Teh rasa buah 3,8.

### 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 :

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

15 menit

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

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

Perendaman sampel dilakukan selama 10,5 jam dalam inkubator dengan temperatur sesuai suhu rongga mulut yaitu 37°C.

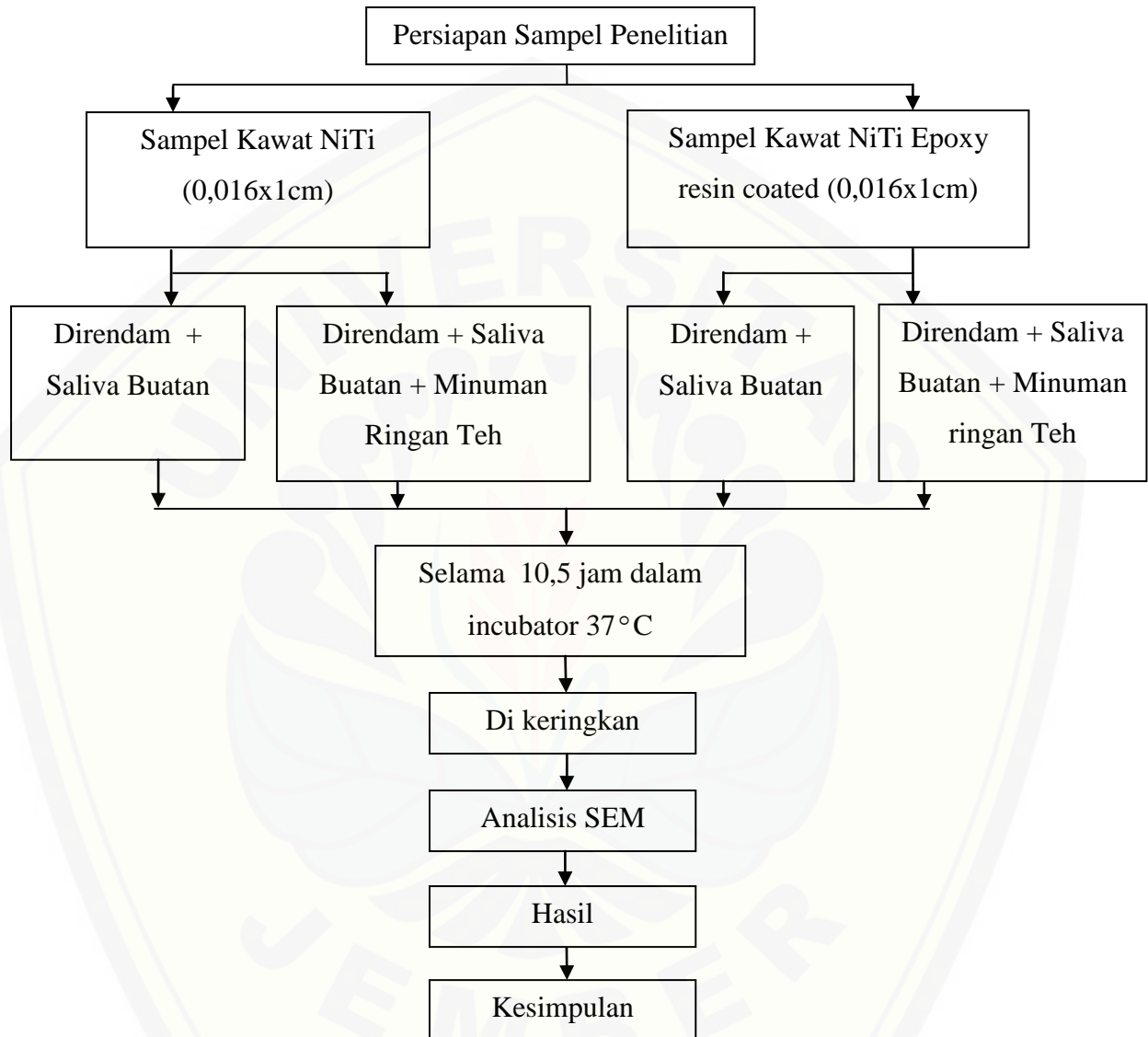
- 1) Menyiapkan sampel sejumlah 16 potong kawat.
- 2) Menyiapkan petridish sebanyak 16 biji sesuai dengan jumlah sampel.
  - a. Petridish I-IV diberi label sebagai kelompok kontrol 1 berisi kawat Niti *non coated* ditambahkan saliva buatan sebanyak 29 ml. Kemudian direndam selama 10,5 jam.
  - b. Petridish V-VIII diberi label sebagai kelompok kontrol 2 berisi kawat Niti *coated* ditambahkan saliva buatan sebanyak 29 ml. Kemudian direndam selama 10,5 jam.
  - c. Petridish IX-XII diberi label sebagai kelompok perlakuan 1 berisi kawat Niti *non coated* ditambahkan saliva sebanyak 29 ml dan minuman ringan Teh rasa buah sebanyak 29 ml. Kemudian di rendam selama 10,5 jam.
  - d. Petridish XIII-XVI diberi label sebagai kelompok perlakuan 2 berisi kawat Niti *coated* ditambahkan saliva sebanyak 29 ml dan minuman ringan Teh rasa buah sebanyak 29 ml. Kemudian direndam selama 10,5 jam.

#### 3.7.4 Pengujian Analisa Gambaran Permukaan Kawat Niti

Setelah sampel direndam dalam larutan uji selama 10,5 jam pada inkubator dengan suhu 37°C kemudian sampel diambil dan di keringkan. Berikut tahapan uji analisa gambaran permukaan kawat NiTi :

- 1) Mempersiapkan alat SEM untuk melihat struktur mikro atau gambaran kawat setelah perendaman.
- 2) Mengambil sampel yang sudah dalam potongan ukuran 1cm dan telah direndam sebelumnya dari larutan perendaman.
- 3) Sampel uji lalu di keringkan pada desikator pada suhu 105-110°C selama 3 jam.
- 4) Setelah pengeringan di pus-pus dengan chip blower hal ini di maksudkan karena pada SEM harus bersifat konduktif agar dapat memantulkan berkas elektron.
- 5) Sampel ditempatkan pada alat SEM direkatkan dengan carbontip.
- 6) Alat bekerja dengan memancarkan cahaya yang diubah menjadi sinyal listrik dimana sinyal tersebut dikirim ke bagian grid tabung sinar katoda sebagai topografi gambar. Gambar dibuat berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut discan dengan sinar elektron. Elektron sekunder atau elektron pantul yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada layar monitor CRT (*cathode ray tube*). Lalu bekas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangan diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar.
- 7) Mengatur perbesaran dalam SEM dapat dikendalikan rentang hingga 6 urutan magnitudo dari sekitar 10 sampai 500.000 kali. Pada perbesaran mulai 500-1000 kali gambaran sudah dapat di amati.
- 8) Freeze-retak, beku-etch atau beku-dan-break merupakan metode untuk menghasilkan kontras topografi tinggi dan resolusi.

### 3.8 Alur Penelitian





## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

- 5.1.1 Pada permukaan kawat NiTi *non coated* di temukan gambaran goresan-goresan, guratan searah sumbu panjang kawat pada perendaman saliva dan di dapat adanya porositas oleh karena serangan korosi pada rendaman dengan ditambahkan minuman ringan kemasan teh rasa buah.
- 5.1.2 Pada kawat NiTi *coated* ditemukan gambaran adanya retakan sampai pengelupasan lapisan *coatednya* pada perendaman dengan saliva dan di tambahkan dengan minuman ringan teh kemasan rasa buah.

### 5.2 Saran

- 5.2.1 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui gambaran kedalaman dari porositas yang terjadi pada kawat NiTi *non coated* setelah terjadi serangan korosi.
- 5.2.2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai adanya penambahan pada bahan *coated* sebagai campuran resin epoksi sebagai pelapis permukaan kawat NiTi agar bahan pelapis lebih tahan terhadap lingkungan asam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anggraeni, Y. 2014. *Laporan praktek kerja profesi apoteker di PT. Sinar Sosro Pabrik Cakung*. Tidak Dipublikasikan. Laporan Praktek Porfesi. Depok. Universitas Indonesia.
- Anusavice, K. J. 2004. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi ed.10*. Terjemahan Budi JA, Prawoko S. Jakarta : EGC
- Amini Fariborz. 2012, *Variations in surface roughness of seven orthodontic arcwire: an SEM-profilometry study*. Korean J Orthod.
- ASTM, I. 2004. *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*, G 31-72
- Brantley, W .A., Eliades, T., 2001. *Orthodontic Materials Scientific and Clinical Aspects* , Thieme, New York pp. 78- 82.
- Cahyadi, S,. 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta. Cetakan Pertama. PT. Bumi Aksara.
- Chaturvedi, T.P and Upadhayay, S.N. *An Overview of Orthodontic Material Degradation in Oral Cavity*. Indian J Dent Res. 2010. Vol. 21(2): 275-284.
- Chodijah, S. 2008. *Efektifitas Penggunaan Pelapis Epoksi terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 didalam Tanah*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Cole, A. S., and Eastoe, J. E., 1997, *Biochemistry and Oral Biology*, Tappon Co. LTD, Tokyo and Singapore, pp .367 - 75.
- Danai SM, Safavi A, Roeinpeikar SM. 2011. *Ion release from orthodontic brackets in 3 mouth washes : an invitro study*. Am J Orthod Dentofasial Orthop Vol. 139 : 730 – 4.
- Elayyan F, Silikas N, Bearn D. 2010. *Mechanical Properties of Coated Superelastic Archwires in Conventional and Self-Ligating Orthodontic Brackets*. American Journal of Orthod Dentofacial Orthop Vol. 137 (2): 213-217.
- Eliades T, Athanasial. 2002. *In vivo aging of orthodontic alloy : implication for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility*. Angle Orthod Vol. 72 : 222 – 37.

- Grimsdottir, M, R., Gjerdet, N, R., Hensten-Pettersen, A. 1992. *Composition and In Vitro Corrosion of Orthodontic Appliances*. Am J Orthod Dentofacial Orthopedics. 101:525-532.
- Harr, Robert R. 1994. *Resensi Ilmu Laboratorium*. Jakarta. Penerbit ECG.
- Hensen-Pattersen, A., Jacobsen, N., and Grimsdottir, M.R., 2001, Allergic Reactions and Safety Concerns, in Brantley, W. A., dan Eliades, T., 2001, *Orthodontic Materials Scientific and Clinical Aspects*, Thieme, New York pp. 288-9.
- Heravi, F., Moayed, M, H., Mokhber N. 2015. *Effect of Fluoride on Nickel-Titanium and Stainless Steel Orthodontic Archwires: An In-Vitro Study*. Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Vol. 12, No. 1.
- 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.
- Huang, H.H., Chiu, Y.H., Lee, T.H., Wu, S.C., Yang, H.W., Su, K.H. 2003. *Ion release from NiTi orthodontic wires in artificial saliva with various acidities*. Biomaterials. 24:3585-92.
- Indrasari Mira A. 2012. *Analisis Presepsi dan Sikap Konsumen terhadap Produk Teh dalam Kemasan Merk Fruit Tea di SMU 3 Bogor*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Juvvadi SR. 2010. *Physical, Mechanical, and Flexural Properties of 3 Orthodontic Wires: An In-Vitro Study*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 138 (5), 623-630.
- Jones Denny A. *Principles and prevention of corosion*. MacMillan Publishing Company. 2001: 4-21.
- Kardy S. 2008. *Corrosion analysis of stainless steel*. Eur J of Scientific Research Vol. 22(4) : 508 – 16.
- Katic Visnja. 2017. *Effect of pH, fluoride and hydrofluoric acid concentration on ion release from NiTi wires with various coatings*. Dental Materials Journal.
- Kotha, Ravichandra Sekhar, Alla, Rama Khrisna, Shammam M., Ravi, Rama Khrisna.2014. *An Overview of orthodontic Wires*. Trends Biomater. Artif. Organs, 28(1), 32-36.

- Kuhta, M., Pavlin, D., Slaj, M., Varga, S., Lapter-Varga, M., and Slaj M., 2009, *Type of Archwire and Level of Acidity: Effects on The Release of Metal Ions from Orthodontic Appliance*, *Angle Orthod*, 79(1): 102-10.
- Kusy R.P.1997. *A Review of Contemporary Archwires: Their Properties And Characteristic*. *Angle Orthodontist* 67: 197-207.
- Lenander-Lumikari, M., dan Loimaranta, V., 2000, *Saliva and Dental Caries*, *Adv Dent Res* 14 : 40-7.
- Madison Jennifer, 2007. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Perencanaan Produksi pada PT. Sinar Sosro*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Michiardi, A., A. Aparicio, J. A. Planell, F.J. Gil. 2007. *Electrochemical behaviour of oxidized NiTi shape memory alloys for biomedical applications*.*Surface & Coatings Technology*201:6484–6488.
- Muhammad Yazdi Ali, 2007, *Studi Korosi Titanium (ASTM B 337 Gr-2) dalam Larutan Artificial Blood Plasma (ABP) pada Kondisi Dinamis dengan Teknik Polarisasi Potensiodinamik dan Exposure*, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, ITS, Surabaya.
- O'Brien, W.J. 2002. *Dental Material and Their Slections (3rd ed)*. Chicago:Quintessence Publishing Co.
- Piscitelli, F. 2010. *Epoxi-Based organic-Inorganic Hybrid Material by Sol-Gel Method: Chemical Tailoring and Multiscale Characterization*. Napol: Universitas Degli Studi Napol: 21-31.
- Prasojo WA., Syukur A., Yuningtyastuti. 2009. *Analisis Partial Discharge pada Material Polimer Resin Epoksi dengan Menggunakan Elektroda Jarum Bidang*. Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Santoro, M., Nicolay, O.F., Cangialosi, T.J. 2001. *Pseudoelasticity and Thermoelasticity of Nickel Titanium Alloys: A Clinically Oriented Review. Part I: Temperature Transitional Ranges*. *American Journal of Orthod Dentofacial Orthop* Vol. 119(3): 587
- Sharmin, E., Ahmad, S., Zafar, F. 2012. *Renewable Resources in Corrosion Resistance. Dr Shih (Ed)*. Croatia: In Tech: 1-2.
- Setiyorini Y., Pintowantoro S., Sumarno. 2013. *Lapisan Bioactive Hydroxyapatite Meningkatkan Biocompatibility dan Menurunkan Keracunan terhadap Pelepasan Ion Ni dari Kawat Gigi NiTi*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.

Trethewey, K.R. dan Chamberlain, J. 1991. *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Penerjemah : Alex Tri Kantojo Widodo. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama

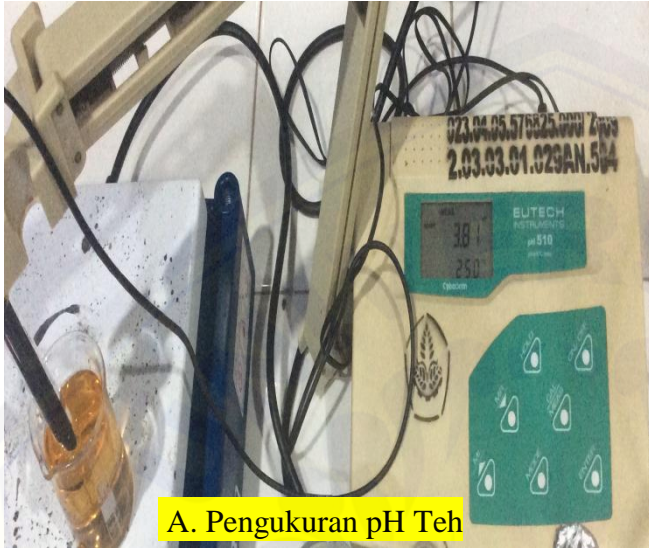
Williams, J.K, Cook, P.K., Isaacson, K.G., Thom, A.R. 2000. *Alat-Alat Ortodonsi Cekat : Prinsip dan Praktek*. Jakarta: EGC.

[www. masterorgabnicchemistry.com/ 2015/02/02/opening-of-epoxides-with-acid/](http://www.masterorgabnicchemistry.com/2015/02/02/opening-of-epoxides-with-acid/) Assesed Des 09, 2016

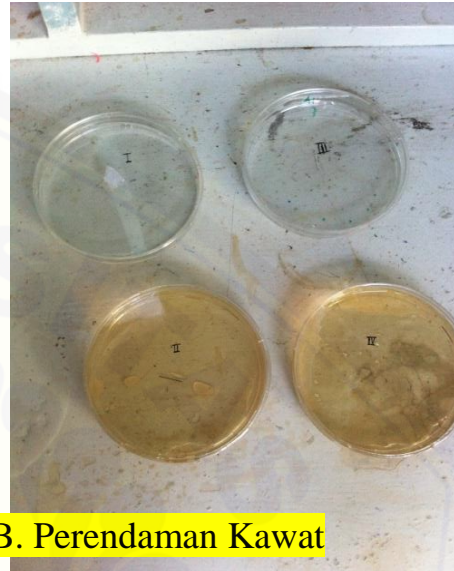
Zaini, H. 2003. *Pengaruh Variasi Inhibitor Asam Askorbat (vitamin C) terhadap Laju Korosi Baja Karbon Medium K-945/EMS-45 dalam Larutan Natrium Klorida*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surakarta. UNS



Lampiran A. Foto Penelitian



A. Pengukuran pH Teh



B. Perendaman Kawat



C. Alat SEM Hitachi TM3030PLUS



D. Penempatan Kawat pada Alat SEM.

Keterangan:

- A. Mengecek pH masing masing larutan
- B. Setelah memotong kawat sesuai ukuran lalu merendam kawat dalam larutan uji yaitu saliva buatan dan campuran saliva buatan dan minuman ringan teh kemasan rasa buah dalam petridisk
- C. Menempatkan rendaman dalam inkubator selama 3,5 jam dengan suhu  $37^{\circ}\text{C}$
- D. Meniriskan kawat dari rendaman, lalu di keringka pada desikator pada selama 3 jam.
- E. Kawat ditempatkan pada alat SEM direkatkan dengan carbontip lalu di tutup.
- F. Alat akan langsung bekerja dengan memancarkan cahaya yang diubah menjadi sinyal listrik dimana sinyal tersebut dikirim ke bagian grid tabung sinar katoda sebagai topografi gambar.