



**PENGARUH PERENDAMAN KAWAT NIKEL-TITANIUM TERMAL  
ORTODONTI DALAM MINUMAN TEH KEMASAN TERHADAP  
GAYA DEFLEKSI KAWAT**

**SKRIPSI**

Oleh

**Halimatus Sa'diyah Hasyim**

**NIM 121610101090**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**PENGARUH PERENDAMAN KAWAT NIKEL-TITANIUM TERMAL  
ORTODONTI DALAM MINUMAN TEH KEMASAN TERHADAP  
GAYA DEFLEKSI KAWAT**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Halimatus Sa'diyah Hasyim**

**NIM 121610101090**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat, kemudahan dan keberkahan yang tidak terhingga;
2. Rasulullah SAW yang menjadi panutan di dunia dan di akhirat;
3. Ibu Ida Supriyatin dan Ayah Ali Akbar Hasyim Azhari yang selalu mengirimkan doa, dukungan dan bimbingan selama ini;
4. drg. Leliana Sandra Devi Ade Putri, Sp. Ort. dan drg. Agus Sumono, M.Kes. yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

**MOTTO**

“Apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakkal kepada-Nya”

(Q.S Al Imran ayat 159)\*

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari satu urusan), tetaplah bekerja keras. Dan kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S Al Insyirah ayat 6, 7 dan 8)\*

---

\*) 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 di bawah ini:

Nama : Halimatus Sa'diyah Hasyim

NIM : 121610101090

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium (NiTi) Termal dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 13 April 2016

Yang menyatakan,

Halimatus Sa'diyah Hasyim

NIM 121610101090

**SKRIPSI**

**PENGARUH PERENDAMAN KAWAT NIKEL-TITANIUM TERMAL  
ORTODONTI DALAM MINUMAN TEH KEMASAN TERHADAP GAYA  
DEFLEKSI KAWAT**

Oleh

**Halimatus Sa'diyah Hasyim**

**NIM 121610101090**

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Leliana Sandra Devi AP., Sp. Orto

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium Termal dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 13 April 2016

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

drg. Rudy Joelijanto, M.Biomed  
NIP 197207151998021001

drg. Swasthi Prasetyarini, M. Kes  
NIP 198103212005012003

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

drg. Leliana Sandra Devi A.P., Sp.Ort  
NIP 197208242001122001

drg. Agus Sumono, M.Kes  
NIP 195808041983031003

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember,

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

NIP 196901121996011001

## RINGKASAN

**Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium Termal dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat;** Halimatus Sa'diyah Hasyim; 121610101090; 2016; 51 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Persyaratan kawat yang utama pada perawatan awal ortodonti yaitu memiliki sifat kekakuan yang minimum dan defleksi yang maksimum. Salah satu kawat yang sering digunakan untuk perawatan tahap awal yaitu kawat Nikel-Titanium (NiTi) termal. Dalam penggunaannya di dalam rongga mulut, kawat NiTi termal dapat mengalami pelepasan ion-ion logam penyusunnya karena pengaruh derajat keasaman (pH) saliva. Pelepasan ion logam tersebut dapat menyebabkan kawat mengalami perubahan defleksi. Adanya perubahan defleksi akan berdampak negatif pada perawatan yang dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh minuman teh kemasan terhadap gaya defleksi kawat.

Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *post-test only control group design*. Sampel yang digunakan adalah kawat NiTi termal berjumlah 12 buah dengan panjang 11,6 cm yang dibagi menjadi 3 kelompok. Kelompok kontrol direndam dengan saliva buatan, kelompok perlakuan 1 direndam dengan saliva buatan yang dicampur dengan minuman teh dan kelompok perlakuan 2 direndam dengan saliva buatan yang dicampur minuman teh rasa buah. Perendaman dilakukan selama 10,5 jam pada suhu 37° C di dalam inkubator. Kemudian menguji defleksi kawat dengan metode *Three Point-Bending* menggunakan *Universal Testing Machine*.

Data hasil uji defleksi menunjukkan data yang homogen dan berdistribusi normal pada uji statistik. Kemudian dilanjutkan dengan uji *One Way ANOVA* menunjukkan ada perbedaan yang tidak signifikan antar kelompok. Hal ini terjadi



karena adanya peningkatan konsentrasi ion  $H^+$  pada kondisi asam sehingga reaksi elektrokimia antar ion logam juga meningkat, sedangkan pada minuman teh terdapat kandungan tanin yang merupakan inhibitor alami pelepasan ion logam. Adanya pelepasan ion logam dapat menurunkan gaya defleksi kawat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah minuman teh tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada defleksi kawat ortodonti.



## PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala anugrah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium (NiTi) Termal terhadap Gaya Defleksi Kawat”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas berkat rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. drg. Leliana Sandra Devi, Sp. Orto, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk memberikan bimbingan, saran, motivasi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
3. drg. Agus Sumono, M.kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, meluangkan waktunya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. drg. Rudy Joelijanto, M. Biomed, selaku Dosen Penguji Ketua yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini;
5. drg. Swasthi Prasetyarini, M. Kes, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Kedua orang tuaku tercinta, ibunda Ida Supriyatin dan ayahanda Ali Akbar Hasyim Azhari yang tak kenal lelah mendoakan, memberi dukungan, perhatian, serta kasih sayang yang teramat tulus selama ini;
7. Kedua saudaraku tersayang yang selalu saya rindukan di kota perantauan ini;
8. Teman sepenelitian saya Citra Ayu Mawaddah yang selalu bekerja sama dan saling membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;

9. Sahabat seperjuanganku Varin, Putri, Tika, Pita, Niken, Luluk dan Mbak Nindi yang selalu menemani, menghibur dan memberikan motivasi;
10. Seluruh teman-teman FKG 2012, terimakasih atas solidaritasnya, bantuan, semangat yang diberikan selama ini. Kalian semua luar biasa.
11. Semua pihak yang turut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih untuk bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Jember, 13 April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

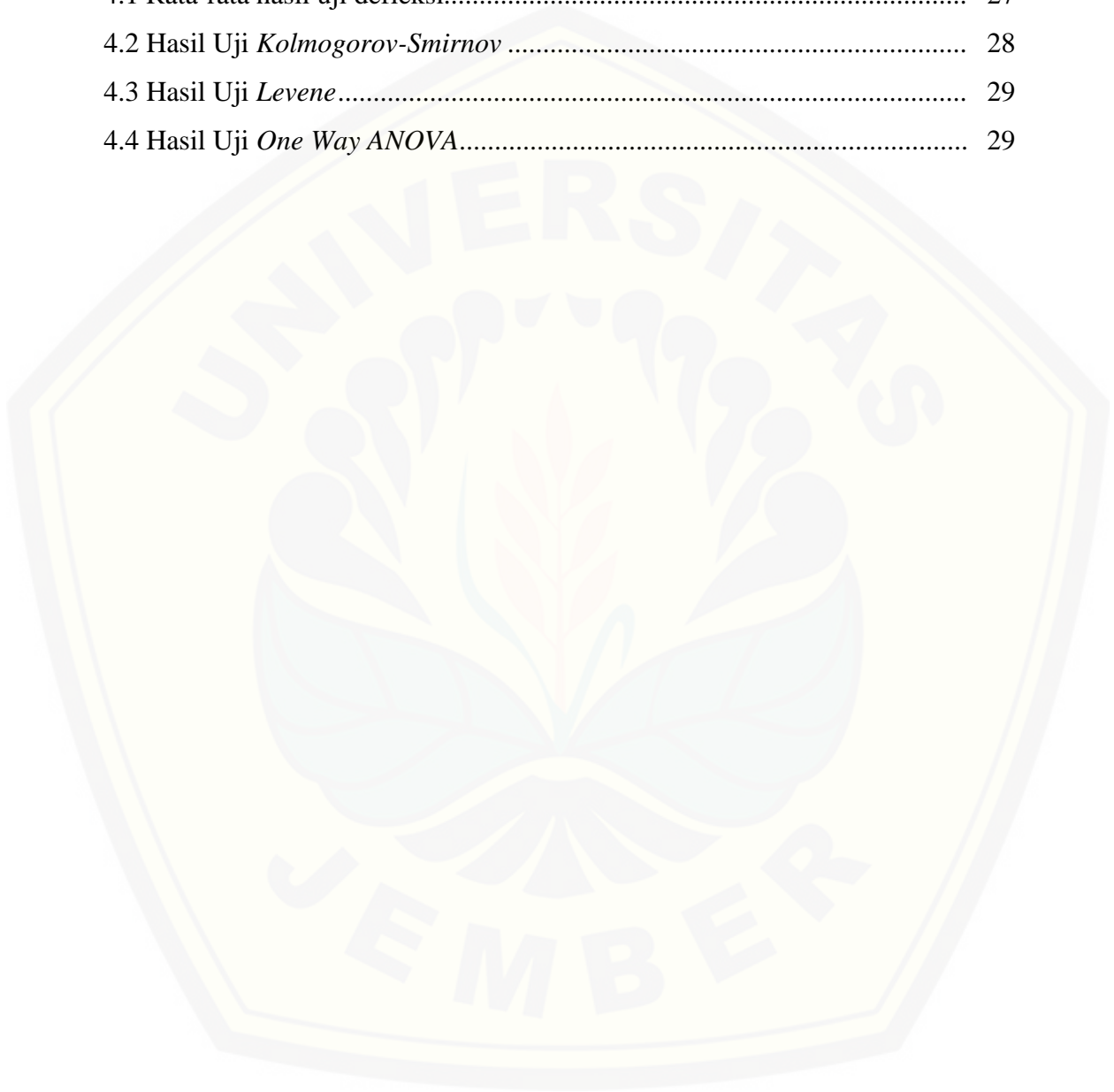
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>PRAKATA</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Kawat Ortodonti</b> .....	5
2.1.1 Bahan Penyusun KawatOrtodonti.....	5
2.1.2 Karakteristik Kawat Ortodonti .....	5
<b>2.2 Kawat Ortodonti Nikel-Titanium Termal</b> .....	7
<b>2.3 Minuman Teh Kemasan</b> .....	10
2.3.1 Tingkat Konsumsi Minuman Teh Kemasan .....	10
2.3.2 Kandungan Minuman Teh.....	11
2.3.3 Sifat Asam Minuman Teh .....	12
<b>2.4 Defleksi</b> .....	13

2.5 Uji <i>Three Point Bending</i> .....	15
2.6 Hipotesis .....	16
2.7 Peta konsep .....	17
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Jenis Penelitian .....	18
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2.1 Tempat Penelitian .....	18
3.2.2 Waktu Penelitian .....	18
3.3 Variabel Penelitian .....	18
3.3.1 Variabel Bebas .....	18
3.3.2 Variabel Terikat .....	18
3.3.3 Variabel Terkendali .....	19
3.4 Definisi Operasional .....	19
3.4.1 Kawat Ortodontik NiTi termal .....	19
3.4.2 Saliva Buatan .....	19
3.4.3 Minuman Teh .....	19
3.4.4 Minuman Teh Rasa Buah .....	19
3.4.5 Defleksi .....	20
3.5 Sampel Penelitian .....	20
3.5.1 Sampel Penelitian .....	20
3.5.2 Pengelompokan Sampel .....	20
3.5.3 Besar Sampel Penelitian .....	20
3.6 Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.6.1 Alat Penelitian .....	21
3.6.2 Bahan Penelitian .....	22
3.7 Prosedur Penelitian .....	22
3.7.1 Persiapan Sampel .....	22
3.7.2 Persiapan Larutan Perendaman .....	22
3.7.3 Perendaman Sampel .....	22

3.7.4 Pengujian Defleksi dengan Metode <i>Three Point Bending</i> .....	23
<b>3.8 Analisis Data</b> .....	25
<b>3.9 Alur Penelitian</b> .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
<b>4.1 Hasil Uji Defleksi</b> .....	27
<b>4.2 Analisa Data</b> .....	28
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	30
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	35
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	35
<b>5.2 Saran</b> .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
<b>LAMPIRAN</b> .....	41

**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
4.1 Rata-rata hasil uji defleksi.....	27
4.2 Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	28
4.3 Hasil Uji <i>Levene</i> .....	29
4.4 Hasil Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	29



DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Kawat Busur Ortodonti .....	7
2.2 Bentuk kristal kawat NiTi .....	9
2.3 Persentase penjualan minuman teh dalam kemasan.....	11
2.4 Minuman teh dan minuman teh rasa buah dalam kemasan.....	13
2.5 Defleksi Vertikal .....	13
2.6 Defleksi Horizontal .....	14
2.7 Defleksi pada prosen aligning dan leveling .....	15
2.8 Macam-macam Uji Lengkung.....	16
2.9 Defleksi pada bahan dengan metode three-point bending.....	16
3.1 Alat Penjepit Modifikasi .....	24
3.2 <i>Universal Testing Machine</i> .....	24
3.3 Grafik <i>Force-Deflection</i> .....	25
4.1 Diagram batang hasil uji defleksi.....	28
4.2 Reaksi tanin dan ion Nikel membentuk lapisan pasif .....	32



**DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran A. Penghitungan Volume Larutan Perendaman .....</b>	<b>41</b>
<b>Lampiran B. Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>42</b>
<b>Lampiran C. Pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>45</b>
<b>Lampiran D. Hasil Penelitian .....</b>	<b>49</b>
<b>Lampiran E. Hasil Analisa Data.....</b>	<b>51</b>

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perawatan ortodonti merupakan perawatan yang bertujuan untuk memperbaiki oklusi dan keadaan gigi yang tidak normal untuk meningkatkan estetika dan fungsi pengunyahan (Bhalajhi, 2006). Secara garis besar alat yang digunakan pada perawatan ortodonti terbagi menjadi 3, yaitu alat lepasan, alat cekat dan alat fungsional. Kegunaan ketiga alat tersebut disesuaikan dengan indikasi masing-masing perawatan.

Alat ortodonti cekat terdiri dari beberapa komponen, yaitu : braket, kawat dan aksesoris (Rahardjo, 2009). Braket berfungsi untuk menyalurkan kekuatan yang dihasilkan oleh kawat dan aksesoris. Sedangkan aksesoris merupakan komponen tambahan pada piranti ortodonti cekat. Kawat ortodonti berfungsi sebagai acuan untuk menggerakkan gigi sesuai dengan desain kawat yang digunakan. Kawat ortodonti merupakan salah satu komponen vital pada piranti ortodonti cekat (Susetyo, 1998).

Kawat ortodonti mempunyai sifat yang berbeda tergantung komposisi bahan penyusunnya. Adanya perbedaan sifat tersebut akan mempengaruhi pemilihan kawat yang digunakan pada proses perawatan. Salah satu sifat kawat ortodontik adalah gaya defleksi. Defleksi pada kawat ortodontik didefinisikan sebagai kemampuan kawat mentransmisikan gaya yang didistribusikan ke area dentoalveolar untuk menggerakkan gigi (Goldberg, 1983). Pada perawatan ortodonti cekat tahap awal defleksi kawat yang digunakan sangat diperhatikan. Hal ini dikarenakan pada tahap perawatan awal ortodonti cekat terjadi proses *aligning* dan *leveling* gigi geligi yang tidak sesuai posisinya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan koreksi awal dari penyimpangan posisi gigi geligi dengan mengurangi ketidaksesuaian posisi gigi dalam bidang horizontal dan vertikal (Williams, 2000).

Pemilihan kawat yang tepat pada perawatan tahap awal (initial stage) ortodonti cekat perlu diperhatikan karena masing-masing kawat mempunyai sifat yang berbeda. Biasanya kawat yang digunakan pada perawatan tahap awal adalah kawat yang menghasilkan gaya yang ringan dan berkelanjutan pada waktu yang lama (Jones, 1990; Miura, 1986). Menurut Williams, dkk (2000) persyaratan kawat yang utama pada perawatan tahap awal memiliki sifat kekakuan yang minimum dan defleksi yang maksimum. Salah satu kawat yang sering digunakan untuk perawatan tahap awal yaitu kawat NiTi (Williams, 2000; Quintao, 2008).

Kawat NiTi mulai digunakan secara luas karena keunggulan sifatnya. Kawat NiTi mempunyai dua sifat yang sangat baik yaitu elastisitas yang tinggi dan *shape memory effect*. *Shape memory effect* merujuk pada kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula setelah diberikan tekanan dalam suhu transisi (*temperature transition range*). Suhu transisi pada kawat NiTi merupakan suhu dimana terjadi perubahan bentuk kristal martensitik ke bentuk austenitik (Bartzela, 2007; Premkumar, 2015).

Seiring dengan berkembangnya penemuan material di bidang ortodonti, mulai dikenalkan generasi baru dari jenis kawat NiTi, yaitu kawat NiTi termal. Perbedaan kawat NiTi termal dengan NiTi konvensional adalah kawat NiTi termal mempunyai suhu transisi yang mendekati suhu tubuh. Selain itu, penambahan logam-logam lain, seperti tembaga dalam komposisi kawat NiTi termal menyebabkan suhu transisi lebih bisa dikontrol secara akurat, menurunkan friksi dan meningkatkan kekuatan kawat (Premkumar, 2015).

Kawat ortodonti yang diaplikasikan di dalam rongga mulut tidak bisa terlepas dari kontak langsung dengan saliva. Adanya saliva dan pengaruh lingkungan rongga mulut menyebabkan kawat ortodontik berpotensi mengalami pelepasan ion logam penyusunnya. Hal ini juga dipengaruhi oleh perubahan suhu, mikroorganisme, enzim rongga mulut dan derajat keasaman (pH) saliva (Huang, 2003).

Derajat keasaman saliva dapat berubah setiap saat. Salah satu hal yang menyebabkan perubahan pH saliva adalah konsumsi makanan dan minuman ringan.

Salah satu jenis minuman ringan yang sering dikonsumsi di Indonesia adalah minuman teh. Menurut hasil riset MARS di lima kota besar di Indonesia (Jakarta, Medan, Surabaya, Bandung, Semarang), menunjukkan bahwa minuman teh dikonsumsi oleh 79% penduduk Indonesia (Nugroho, 2009). Hal ini membuktikan bahwa tingkat pengonsumsi minuman teh di Indonesia relatif tinggi.

Pada dasarnya minuman teh bersifat asam. Sifat asam minuman teh berasal dari kandungan tanin yang merupakan turunan dari asam galat (Kusuma, 2009) dan oksidasi *thearubigindan theaflavin* dalam minuman teh (Budianta, 1999). Minuman teh yang dikemas menjadi minuman siap minum menyebabkan pH minuman teh semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya bahan tambahan seperti asam benzoat yang menyebabkan pH minuman teh semakin asam (Wati dan Guntarti, 2012).

Konsumsi minuman teh yang bersifat asam akan menurunkan pH saliva. Lingkungan rongga mulut yang bersifat asam menyebabkan pelepasan ion-ion logam pada kawat ortodontik. Penelitian Kaneko dkk (2004) pada kawat titanium yang direndam larutan asam fosfat 2% selama 60 menit pada suhu 37<sup>0</sup>C menunjukkan terjadinya pelepasan ion logam yang dapat menurunkan kekuatan tarik kawat titanium. Penelitian lain menunjukkan bahwa penurunan kekuatan tarik pada kawat stainless steel dan titanium juga terjadi setelah kawat tersebut direndam dalam larutan yang mengandung asam fluorida (Walker, 2007). Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pelepasan ion-ion logam mempengaruhi sifat kawat ortodontik.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh perendaman kawat NiTi termal dalam minuman teh terhadap gaya defleksi yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

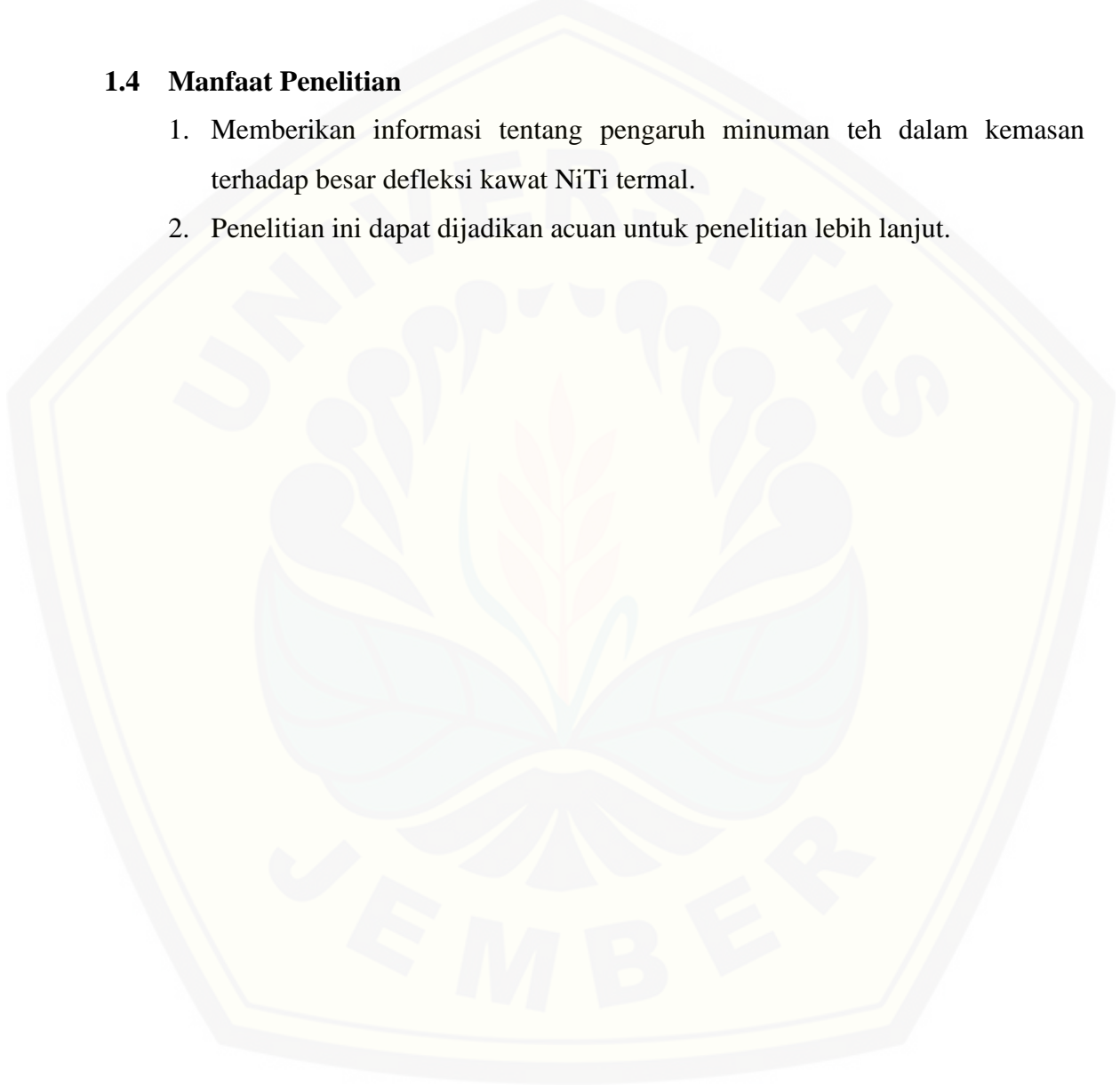
Apakah perendaman kawat NiTi termal dalam minuman teh berpengaruh terhadap besar defleksi yang dihasilkan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh minuman teh dalam kemasan terhadap defleksi kawat NiTi termal.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi tentang pengaruh minuman teh dalam kemasan terhadap besar defleksi kawat NiTi termal.
2. Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kawat Ortodonti (*Orthodontic Archwire*)

Kawat ortodonti merupakan salah satu komponen vital pada piranti ortodonti cekat. Kawat ortodonti berfungsi sebagai acuan untuk menggerakkan gigi sesuai dengan desain kawat yang digunakan (Susetyo, 1998). Idealnya, kawat ortodonti mampu menggerakkan gigi dengan tekanan ringan dan berkelanjutan. Tekanan yang ringan dan berkelanjutan tersebut didesain untuk mengurangi ketidaknyamanan pasien, hialinisasi jaringan dan resorpsi akar (Gurgel, 2001).

#### 2.1.1 Bahan Penyusun Kawat Ortodonti

Beberapa jenis kawat ortodonti berdasarkan jenis alloy penyusunnya adalah stainless steel, kobalt-kromium,, nikel-titanium (NiTi) dan beta-titanium. Masing-masing kawat tersebut mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda (Gurgel, 2001). Kawat stainless steel mulai digunakan pada 1940-an dan cukup populer dalam waktu yang cukup lama karena harganya yang murah, formabilitas sangat baik dan sifat mekanik yang baik, tetapi tingkat kekakuannya relatif tinggi jika dibandingkan dengan material baru. Pada tahun 1950-an ditemukan kawat ortodonti jenis kobalt-kromium (Co-Cr) yang memiliki kekuatan dan formabilitas yang dimodifikasi dengan panas. Beta titanium mempunyai sifat formabilitas yang sama dengan jenis stainless steel dan dapat disolder, tetapi mudah mengalami fraktur. Sedangkan kawat nikel-titanium mulai dikenalkan pada tahun 1960-an dan berkembang sampai sekarang (Gurgel, 2001).

#### 2.1.2 Karakteristik Kawat Ortodonti

Komposisi kawat yang berbeda akan mempengaruhi karakteristik pada masing-masing kawat. Karakteristik kawat ortodonti diantaranya :

a. Kekakuan

Kekakuan kawat ortodonti didefinisikan sebagai besar gaya yang dihasilkan saat proses pemakaian kawat ortodonti. Kawat yang memiliki tingkat kekakuan rendah akan menghasilkan gaya yang kecil dan ringan (O'Brien 2002)

b. Springback

Springback adalah kecenderungan kawat untuk kembali ke bentuk semula meskipun telah mengalami deformasi. (O'Brien, 2002)

c. Formabilitas

Formabilitas merupakan karakteristik kawat yang mudah dibentuk tanpa mengalami fraktur kawat. (O'Brien, 2002).

d. Modulus of Resilience atau Stored Energy

Kemampuan kawat untuk menyalurkan gaya ketika gaya diberikan dan menyimpan gaya ketika pemberian beban dihentikan (O'Brien, 2002)

e. Friksi

Friksi adalah kekuatan kawat untuk menahan gaya dari dua permukaan yang saling bergesekan. Gesekan terjadi antara kawat dan slot braket. Friksi yang besar akan menghasilkan pergerakan gigi yang kecil (O'Brien, 2002).

f. Joinability

Joinability adalah kemampuan kawat untuk digabungkan dengan cara disolder dengan komponen lain, misalnya aksesoris (Phulari, 2011)

g. Biokompatibel

Biokompatibel didefinisikan sebagai toleransi biologis pada material kawat terhadap jaringan rongga mulut, termasuk resistensi terhadap korosi (Phulari,2011)

#### h. Annealing

Annealing adalah kemampuan kawat untuk memanaskan dan mendinginkan dengan tujuan mengurangi kekakuan dan meningkatkan kelenturan (Phulari,2011).



Gambar 2.1 Kawat busur ortodonti

(Sumber: <http://headwayortho.en.made-in-china.com/product/xSpQYKwVZMWe/China-Headway-Rectangular-Thermal-Niti-Arch-Wire-with-CE.html>)

## 2.2 Kawat Ortodonti NiTi Termal

Perkembangan terbaru dari kawat NiTi konvensional yaitu kawat NiTi yang diaktivasi pada suhu tubuh. Kawat ini dikenal dengan sebutan kawat NiTi termal (O'Brien). Kawat NiTi termal merupakan kawat yang tersusun dari beberapa jenis logam, yaitu Nikel (Ni) 55 %, Titanium (Ti) 43-44 % dan Kobalt (Co) 1,6-3 % (Singh, 2007). Terdapat beberapa variasi komposisi kawat NiTi dengan penambahan tembaga dan kromium. Premkumar (2015) menyebutkan komposisi NiTi dengan penambahan tembaga 5,64% dan kromium 0,5%.

Komposisi logam pada kawat NiTi termal memberikan karakteristik pada kawat NiTi termal. Nikel dan Titanium pada kawat memberikan sifat superelastis dan shape



memory effect (Ryhanen, 1997; Huang, 2003). Titanium juga berfungsi membentuk lapisan oksida sehingga melindungi kawat dari korosi (Huang, 2003). Sedangkan penambahan tembaga menyebabkan suhu transisi lebih bisa dikontrol secara akurat, menurunkan friksi dan meningkatkan kekuatan kawat (Premkumar, 2015).

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

- a. Tipe I dengan suhu transisi 15° C, tidak digunakan untuk aplikasi klinis karena tingkat kekuatan yang tinggi.
- b. Tipe II dengan suhu 27°C menghasilkan kekuatan yang berat dan merupakan pilihan terbaik untuk pasien dengan ambang rasa sakit yang sedang hingga tinggi, pasien dengan keadaan periodontal yang sehat dan dimana pergerakan yang cepat dibutuhkan.
- c. Tipe III dengan suhu transisi 35° C, menghasilkan kekuatan yang sedang dan merupakan pilihan terbaik untuk pasien dengan keadaan jaringan periodontal *compromised* disertai ambang rasa sakit yang rendah sampai sedang.
- d. Tipe IV dengan suhu transisi 40°C, baik digunakan sebagai kawat rectangular pada awal perawatan pada pasien yang sensitif terhadap rasa sakit dengan keadaan jaringan periodontal yang *compromised*.

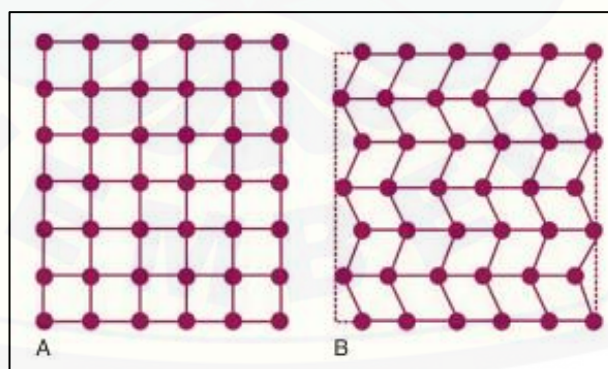
Seiring dengan perkembangan bahan, maka komposisi bahan penyusun kawat dapat bervariasi. Adanya variasi dari komposisi bahan maka akan memberikan suhu transformasi yang berbeda.

Salah satu hal yang membedakan kawat NiTi termal dengan kawat NiTi jenis lain yaitu pada proses pembuatannya. Kawat NiTi termal dibuat dan dibentuk pada suhu jauh di atas suhu transisi dan didinginkan di bawah suhu transisi sehingga mengalami deformasi. Ketika kawat dipanaskan kembali melewati suhu transisi, kawat kembali ke bentuknya semula. Kejadian ini yang disebut dengan *shape memory effect* (Premkumar, 2015).

Kawat NiTi termal mempunyai dua sifat yang sangat baik yaitu elastisitas yang tinggi dan *shape memory effect*. *Shape memory effect* merujuk pada kemampuan

material untuk kembali ke bentuk semula setelah diberikan tekanan. Apabila diaplikasikan tekanan, kawat NiTi dapat bertransformasi dari fase austenit ke fase martensit dalam rentang suhu yang berbeda (Bartzela, 2007). Bentuk martensit terdapat pada suhu rendah dan bentuk austenit pada suhu yang lebih tinggi (Proffit, 2007). Ketika tekanan diaplikasikan pada suhu rendah, kawat berada pada bentuk martensit. Namun saat berada di dalam rongga mulut yang memiliki suhu lebih tinggi, kawat berada pada bentuk austenit (Premkumar, 2015). Bentuk martensit mempunyai sifat lemah dan mudah terjadi kerusakan, namun bentuk austenit bersifat lebih kuat (Stoeckel dan Waram, 1991). Bentuk austenit pada kawat NiTi termal ini yang akan membuat kawat tersebut mempunyai kemampuan untuk menggerakkan gigi (Singh, 2007).

Prosedur mengaplikasikan kawat NiTi termal harus didinginkan terlebih dahulu sebelum diinsersikan. Proses pendinginan ini menggunakan semprotan pendingin atau direndam di dalam es. Proses ini bertujuan untuk membuat kawat berada pada bentuk kristal martensit sehingga kawat lebih fleksibel saat diaplikasikan dan dapat bertransformasi menjadi bentuk austenit saat berada di dalam rongga mulut sehingga dapat mensejajarkan gigi (Premkumar, 2015).



Gambar 2.2 Bentuk kristal kawat NiTi A. Austenit B. Martensit  
(Sumber: Premkumar, 2015)

## 2.3 Minuman Teh Kemasan

Minuman ringan merupakan minuman yang tidak mengandung alkohol dan merupakan minuman olahan dalam bentuk bubuk atau cair yang dikemas dalam kemasan siap untuk dikonsumsi. Minuman ringan mengandung bahan tambahan baik alami maupun sintesis. Minuman ringan terdiri dari dua jenis, yaitu minuman ringan dengan karbonasi dan minuman ringan tanpa karbonasi (non-karbonasi). (Cahyadi, 2009). Minuman teh dalam kemasan termasuk minuman ringan tanpa karbonasi.

### 2.3.1 Tingkat Konsumsi Minuman Teh Kemasan

Menurut hasil riset MARS di lima kota besar di Indonesia (Jakarta, Medan, Surabaya, Bandung, Semarang), menunjukkan bahwa minuman teh dikonsumsi oleh 79% penduduk Indonesia (Nugroho, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat konsumsi minuman teh dalam kemasan di Indonesia cukup tinggi.

Pada penelitian ini minuman teh kemasan yang digunakan adalah Teh Botol Sosro dalam kemasan siap minum. Pemilihan minuman teh dalam kemasan tersebut karena tingkat konsumsinya cukup tinggi. Dari hasil penelitian oleh Selian (2009) pada mahasiswa Fakultas Hukum Universitas Sumatera Utara menunjukkan bahwa tingkat konsumsi Teh Botol Sosro lebih tinggi daripada tingkat konsumsi minuman teh kemasan jenis lainnya. Sedangkan minuman teh kemasan rasa buah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fruit Tea. Fruit Tea merupakan karena diproduksi dari produsen yang sama dengan Teh Botol Sosro dan memiliki tingkat konsumsi yang cukup tinggi pula.

**Penjualan Nasional Minuman Teh Siap Minum  
(dalam persentase {%})**

Perusahaan	Merek Minuman Teh	Jumlah Penjualan
Sinar Sosro	Sosro	77,7
Coca-Cola Botting Indonesia	Fretea	5,1
Sinar Sosro	Friut Tea	2,5
Pepsi-Cola Indobeverages	TeKita	1,7

Gambar 2.3 Persentase penjualan Nasional minuman teh dalam kemasan  
(Suryadi, 2009)

### 2.3.2 Kandungan Minuman Teh

Minuman teh kemasan merupakan minuman ringan dengan bahan baku daun teh yang mengalami proses pengolahan dan pengemasan sehingga menjadi minuman teh yang siap konsumsi. Secara umum kandungan senyawa kimia dalam teh terdiri dari empat kelompok besar yaitu, golongan fenol, golongan bukan fenol, golongan aromatis, dan golongan enzim. Keempat kelompok tersebut memberikan pengaruh baik terhadap kualitas minuman teh apabila pengolahan dilakukan secara tepat.

Salah satu jenis senyawa fenol yang terkandung dalam teh adalah tanin. Tanin merupakan senyawa yang tersusun dari elemen C, H dan O yang membentuk gugus hidroksi yang dapat membentuk ikatan silang yang stabil (Risnasari,2011). Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks, yaitu sebagai pengendap protein dan pengkhelat logam dengan cara membentuk ikatan yang stabil (Manitto, 1995).

Golongan bukan fenol yang terdapat dalam teh diantaranya, karbohidrat, pektin, alkaloid, klorofil, vitamin dan mineral. Senyawa tersebut masing-masing memberikan manfaat terhadap minuman teh (Balittri, 2013).

Senyawa aromatis dalam teh memberikan pengaruh penting terhadap kualitas teh. Senyawa aromatis dalam teh dapat terkandung secara alamiah maupun terbentuk

sebagai hasil reaksi biokimia pada proses pengolahan teh menjadi minuman. Senyawa aromatis teh diantaranya linalool, pphenetanol dan geraniol (Balittri, 2013).

Ada beberapa jenis enzim yang terkandung dalam teh, misalnya polifenol oksidase, amilase, protease, peroksidase dan  $\beta$  glukosidase. Enzim polifenol oksidase mempunyai peranan penting dalam proses pengolahan teh yaitu pada proses oksidasi tanin (Balittri, 2013).

Pada minuman teh kemasan juga terdapat bahan tambahan selain empat kelompok besar yang terkandung dalam teh. Bahan tambahan tersebut ditambahkan dalam minuman teh dengan tujuan tertentu. Bahan tambahan tersebut misalnya bahan pengawet dan bahan perasa. Bahan pengawet misalnya asam benzoat dan bahan perasa misalnya asam askorbat (Wati dan Guntarti, 2012).

### 2.3.3 Sifat Asam Minuman Teh Kemasan

Minuman teh kemasan bersifat asam disebabkan karena proses oksidasi pada minuman teh. Proses oksidasi terjadi pada kandungan thearubigin yang terdapat di dalam teh. Apabila kandungan thearubigin semakin banyak maka minuman teh akan bersifat semakin asam (Budianta, 1999). Selain itu kondisi asam pada minuman teh dalam kemasan juga terjadi karena adanya ruang antara permukaan minuman dengan kemasan. Ruang tersebut akan terisi oksigen selama proses pengemasan. Reaksi oksidasi terjadi antara oksigen dengan senyawa polifenol di dalam teh (Winarno, 1997). Semakin lama teh disimpan maka proses oksidasi juga akan berlangsung lebih lama sehingga pH minuman teh dalam kemasan mengalami penurunan selama proses penyimpanan (Hosea, 2005).



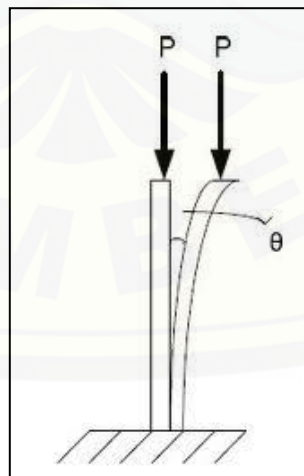
Gambar 2.4 Minuman teh dan minuman teh rasa buah dalam kemasan

## 2.4 Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk pada suatu bahan dalam arah vertikal dan horisontal akibat adanya beban yang diberikan pada bahan tersebut. Defleksi diukur dari permukaan posisi awal ke posisi akhir setelah bahan mengalami deformasi. Defleksi dibedakan menjadi 2 jenis (Munandar, 2011), yaitu :

### a. Defleksi Vertikal

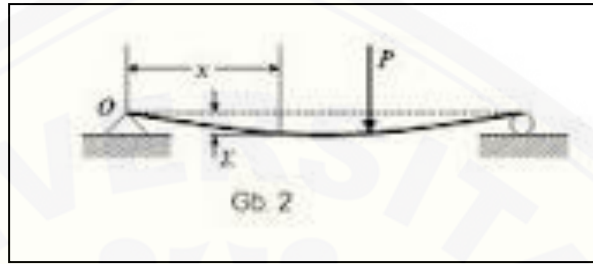
Defleksi vertikal merupakan perubahan bentuk suatu bahan dengan posisi vertikal akibat beban yang diberikan dari arah vertikal.



Gambar 2.5 Defleksi vertikal (Munandar,2011)

b. Defleksi Horizontal

Defleksi horizontal merupakan perubahan bentuk suatu bahan dengan posisi horizontal akibat beban yang diberikan dari arah vertikal.



Gambar 2.6 Defleksi horizontal (Munandar, 2011)

Ada beberapa hal yang berpengaruh terhadap besar kecilnya defleksi, yaitu:

a. Kekakuan bahan

Semakin kaku suatu bahan maka defleksi bahan akan semakin kecil.

b. Gaya yang diberikan

Besarkecilnya gaya yang diberikan pada bahan berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan demikian semakin besar beban yang diberikan pada suatu bahan maka defleksi yang terjadi semakin besar pula.

c. Jenis tumpuan

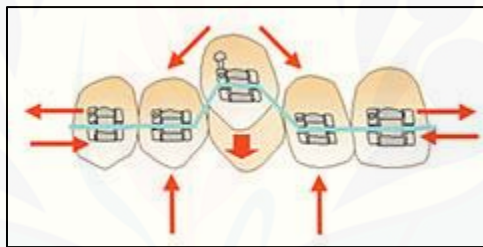
Jenis tumpuan yang berbeda akan menghasilkan defleksi yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena jenis tumpuan memiliki reaksi dan arah gaya yang berbeda. Semakin banyak reaksi dari tumpuan yang melawan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada bahan semakin kecil.

d. Jenis beban yang terjadi pada batang

Bahan yang mengalami pembebanan terdistribusi dan pembebanan pada titik tertentu akan menghasilkan defleksi yang berbeda. Bahan dengan pembebanan terdistribusi akan mengalami defleksi lebih besar daripada pembebanan titik. Hal ini dikarenakan pada pembebanan terdistribusi gaya

yang diberikan akan terdistribusi merata di sepanjang bahan (Hariandja, 1996).

Di bidang kedokteran gigi, defleksi merupakan salah satu sifat dari kawat ortodontik. Defleksi kawat merupakan besarnya jarak kawat akibat gaya yang diberikan pada kawat tersebut. Pada perawatan ortodonti cekat tahap awal, defleksi kawat yang digunakan sangat diperhatikan. Hal ini dikarenakan pada tahap perawatan awal ortodonti cekat terjadi proses *alignment* dan *leveling* gigi geligi yang tidak sesuai posisinya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan koreksi awal dari penyimpangan posisi gigi geligi dengan mengurangi ketidaksesuaian posisi gigi dalam bidang horizontal (Williams, 2000).

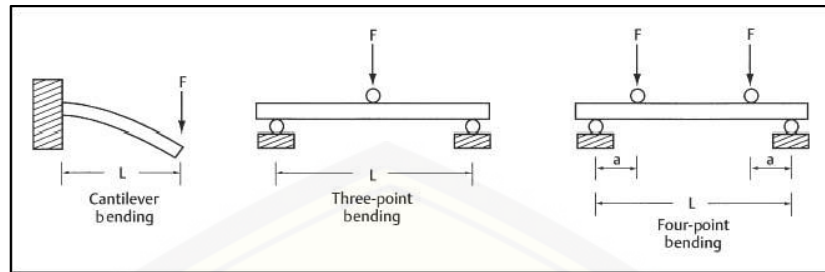


Gambar 2.7 Defleksi pada proses *alignment* dan *leveling*

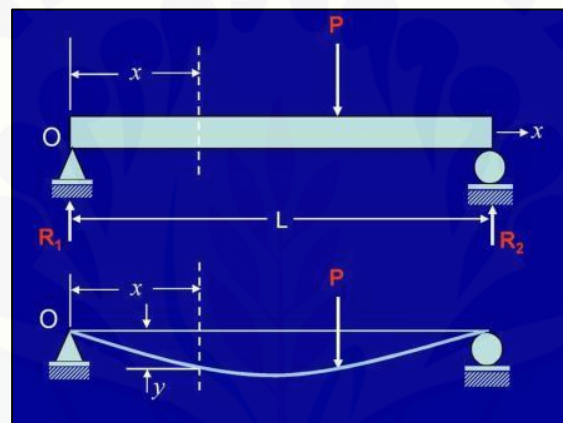
## 2.5 Uji *Three Point Bending*

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu jenis pengujian bahan yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu bahan. Ada tiga jenis uji lengkung, yaitu : *cantilever bending*, *three-point bending* dan *four-point bending*. Uji *three-point bending* relatif sederhana untuk dilakukan di laboratorium (Brantley, 2001). Uji *three-point bending* biasanya digunakan untuk menentukan besar defleksi, mengetahui kekuatan fleksural, kekuatan dan elastisitas bahan (Miravete, 1993; Gambhir, 2004 ).





Gambar 2.8 Macam-macam uji lengkung

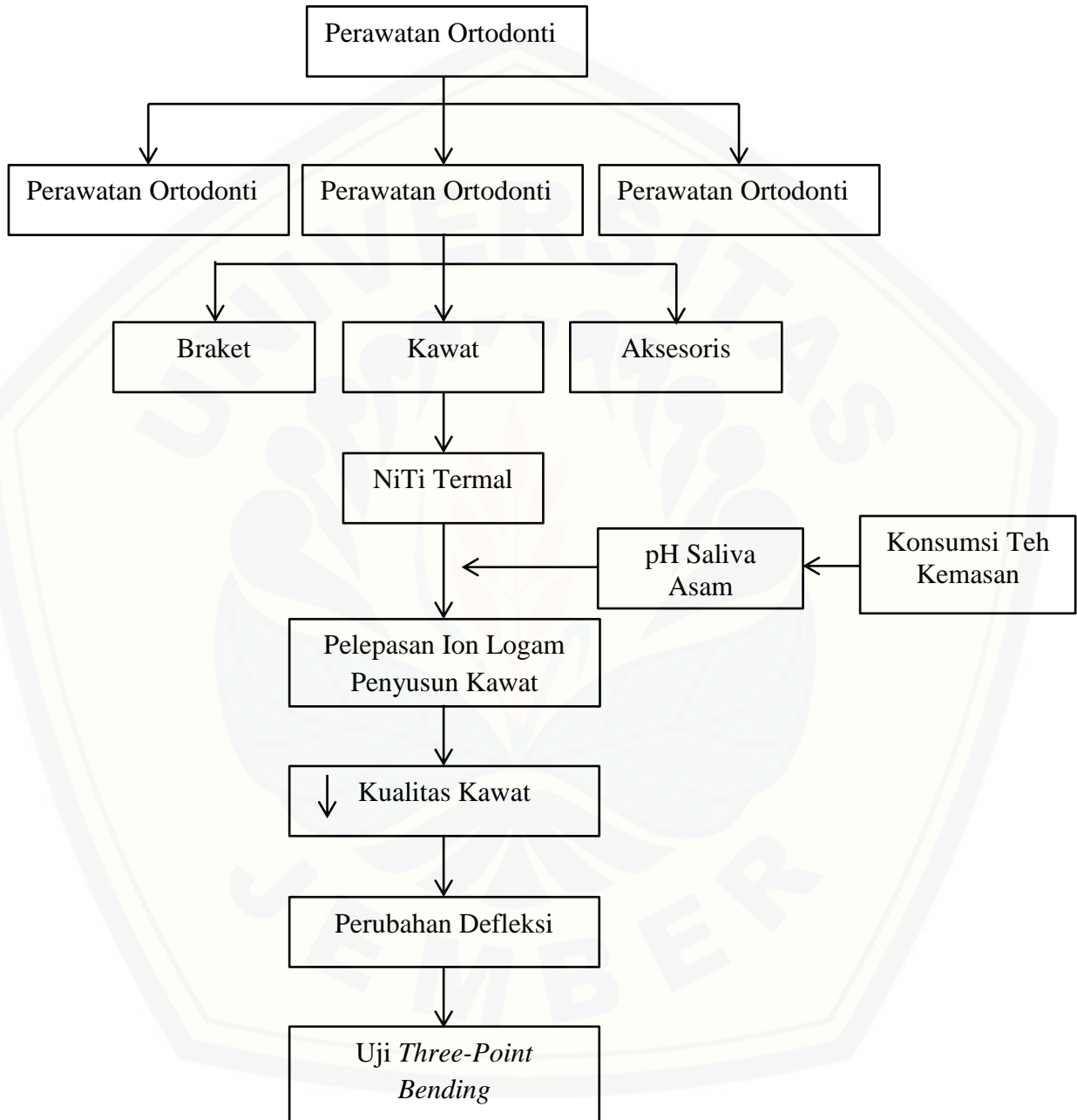


Gambar 2.9 Defleksi pada bahan dengan metode three-point bending

## 2.6 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh pada perendaman kawat nikel-titanium termal dalam minuman teh kemasan terhadap gaya defleksi kawat.

2.7 Peta Konsep



## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian Posttest Only Control Group Design (Notoatmodjo, 2005).

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November.

#### **3.2.2 Waktu penelitian**

Penelitian akandilaksanakan pada bulan Desember 2015

### **3.3 Variabel Penelitian**

#### **3.3.1 Variabel Bebas**

- a. Perendaman dalam minuman teh
- b. Perendaman dalam minuman teh rasa buah

#### **3.3.2 Variabel Terikat**

Besar defleksi pada kawat NiTi termal

### 3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Kawat ortodontik NiTi termal dengan bentuk round ukuran 0,016 inci dengan panjang 11,6 cm.
- b. Saliva buatan dengan pH 7
- c. Minuman teh dengan pH 6,4
- d. Minuman teh rasa buah dengan pH 3,5

## 3.4 Definisi Operasional

### 3.4.1 Kawat Ortodontik NiTi termal

Kawat ortodontik NiTi termal merupakan komponen vital dalam perawatan ortodonti cekat yang terbuat dari campuran logam nikel, titanium, kobalt, tembaga dan kromium dengan ukuran 0,016 inchi dan panjang 11,6 cm.

### 3.4.2 Saliva Buatan

Pada penelitian ini saliva yang digunakan menggunakan komposisi NaCl 36,0 gr; KCl 1,69 gr; CaCl<sub>2</sub> 0,956 gr; NaHCO<sub>3</sub> 0,580 gr dan air destilasi 400 cc (Mareci, 2005) dengan pH 7 volume 29 ml.

### 3.4.3 Minuman Teh

Minuman teh dalam kemasan yang berasal dari produk teh olahan dalam bentuk cair yang dikemas dalam kemasan siap konsumsi dengan pH 6,4 dan volume 29 ml.

### 3.4.4 Minuman Teh Rasa Buah

Minuman teh dalam kemasan yang berasal dari produk teh olahan dalam bentuk cair dengan tambahan bahan perasa buah yang dikemas dalam kemasan siap konsumsi dengan pH 3,5 dan volume 29 ml.

### 3.4.5 Defleksi

Defleksi kawat merupakan besarnya jarak kawat akibat gaya yang diberikan pada kawat tersebut. Besarnya defleksi kawat berbanding lurus dengan elastisitas kawat. Kawat dengan elastisitas tinggi akan menghasilkan defleksi yang tinggi pula. Defleksi yang diukur dalam penelitian ini adalah defleksi secara horisontal.

## 3.5 Sampel Penelitian

### 3.5.1 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan untuk penelitian adalah kawat NiTi termal dengan ukuran 0,016 inchi dan panjang 11,6 cm.

### 3.5.2 Pengelompokan Sampel

Sampel dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yang terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan penjelasan sebagai berikut.

a. Kelompok Kontrol

Kawat NiTi termal direndam dalam saliva buatan pH 7.

b. Kelompok Perlakuan

(1) Kawat NiTi termal direndam dalam minuman teh kemasan pH 6,4.

(2) Kawat NiTi termal direndam dalam minuman teh kemasan rasa buah dengan pH 3,5.

### 3.5.3 Besar Sampel Penelitian

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian dapat diketahui dengan rumus :

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

Keterangan :

$n$  = besar sampel minimal

$Z$  = nilai  $Z$  pada tingkat kesalahan tertentu ; jika  $\alpha = 0,05$ , maka nilai  $Z = 1,96$  (2-tailed) dan  $Z = 1,64$  (1 tailed)

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

$\alpha$  = kesalahan yang masih ditoleransi

$p$  = kepercayaan penelitian (80%)

(Daniel, 2005)

Pada perhitungan besar sampel minimal nilai  $\sigma$  diasumsikan sama dengan nilai  $\alpha$  ( $\sigma = \alpha$ ) karena nilai  $\sigma^2$  jarang diketahui sehingga perlu menduga dalam mencarinya (Steel dan Torrie, 1995). Sehingga didapatkan perhitungan jumlah sampel minimal sebagai berikut :

$$n = \frac{1,96^2 0,05^2}{0,05^2}$$

$$n = 1,96^2$$

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

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.6.1 Alat Penelitian

- a. Gelas ukur (Pyrex, Indonesia)
- b. Tang potong
- c. Penggaris
- d. Petridish
- e. pH meter digital (Hanna Instruments)
- f. Inkubator (Memert, Jerman)
- g. Desikator
- h. Alat modifikasi penjepit kawat
- i. Universal Testing Machine (Shimadzu, Jepang)

### 3.6.2 Bahan Penelitian

- a. Kawat ortodontik NiTi termal dengan ukuran 0,016 inci dan panjang 11,6 cm (3M)
- b. Saliva buatan dengan pH 7.
- c. Minuman teh dalam kemasan (Teh Botol Sosro pH 6,4)
- d. Minuman teh rasa buah dalam kemasan (Fruit Tea pH 3,5)

## 3.7 Prosedur Penelitian

### 3.7.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kawat ortodontik NiTi termal ukuran 0,016 inci dengan panjang 11,6 cm. Panjang kawat yang berdasar pada pengukuran dari midline gigi anterior sampai 1,5 mm dari distal tube molar band permanen yaitu 5,6 cm (Al-Joboury, 2011). Apabila pengukuran dilakukan pada dua sisi kanan dan kiri maka  $5,6 \times 2 = 11,6$  cm.

### 3.7.2 Persiapan Larutan Perendaman

- 1) Menyiapkan saliva buatan, minuman teh dalam kemasan dan minuman teh rasa buah dalam kemasan yang masing-masing dimasukkan ke dalam 4 petridish dengan volume 29 ml. Volume dihitung berdasarkan rumus volume standard ASTM G31-72 yaitu  $V = 0,2 \times$  luas permukaan sampel.
- 2) Mengecek pH masing-masing larutan dengan menggunakan pH meter digital.

### 3.7.3 Perendaman Sampel

Perendaman sampel dikondisikan seperti di dalam rongga mulut. Berdasarkan penelitian Turkun (2003) bahwa diasumsikan orang minum teh membutuhkan waktu sekitar 15 menit per hari. Perendaman dilakukan selama 6 minggu (42

hari) karena waktu tersebut merupakan waktu penggantian kawat ortodontik (Petrov, 2013). Jadi perendaman sampel setara dengan dilakukan perendaman selama 10,5 jam. Perendaman dilakukan di dalam inkubator dengan suhu disesuaikan dengan suhu rongga mulut yaitu  $37^{\circ}$  C. Langkah-langkah perendaman sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan sampel dengan jumlah 12 sampel.
- 2) Menyiapkan larutan yang telah dimasukkan ke dalam petridish.
  - a. Petridish yang berisi saliva buatan diberi label kontrol 1-4. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan selama 10,5 jam.
  - b. Petridish yang berisi minuman teh 29 ml + saliva buatan 29 ml dalam kemasan diberi label perlakuan 1-4. Kemudian sampel direndam didalam larutan tersebut selama 10,5 jam.
  - c. Petridish yang berisi minuman teh rasa buah 29 ml + saliva buatan 29 ml diberi label perlakuan 5-8. Kemudian sampel direndam didalam larutan tersebut selama 10,5 jam.

#### 3.7.4 Pengujian Defleksi

Pengujian defleksi menggunakan metode Three Point Bending dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Kawat NiTi termal yang sudah direndam disimpan di dalam desikator sebelum dilakukan uji defleksi dengan tujuan mengeringkan sampel agar bebas dari larutan perendaman, menjaga kelembaban dan menghindari terjadinya oksidasi. Kawat NiTi termal disimpan di dalam desikator minimal 24 jam sampai kawat siap untuk dilakukan pengujian.
- 2) Kawat NiTi termal diletakkan pada alat penjepit modifikasi.
- 3) Kemudian alat penjepit modifikasi tersebut ditempatkan pada Universal Testing Machine.



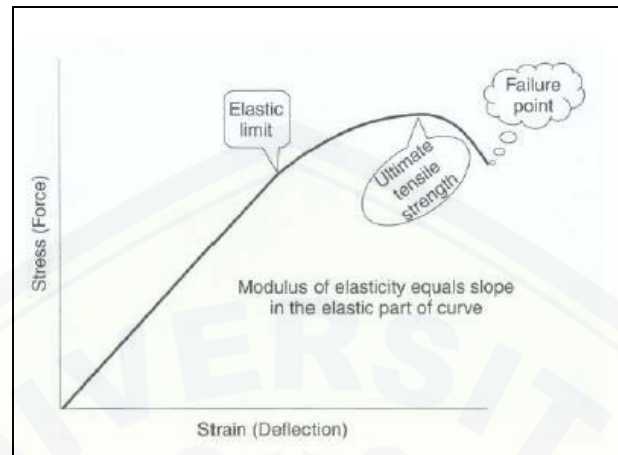
- 4) Tuas penekan pada Universal Testing Machine dibuat berupa titik dengan ukuran sesuai dengan diameter kawat yaitu 0,016 inci. Tuas penekan tersebut akan memberikan beban sampai kawat putus sehingga terlihat hasil pada mesin tersebut.
- 5) Hasil yang terlihat pada mesin berupa grafik *force-deflection*.



Gambar 3.1 Alat modifikasi penjepit kawat



Gambar 3.2 Alat Uji Defleksi *Universal Testing Machine*

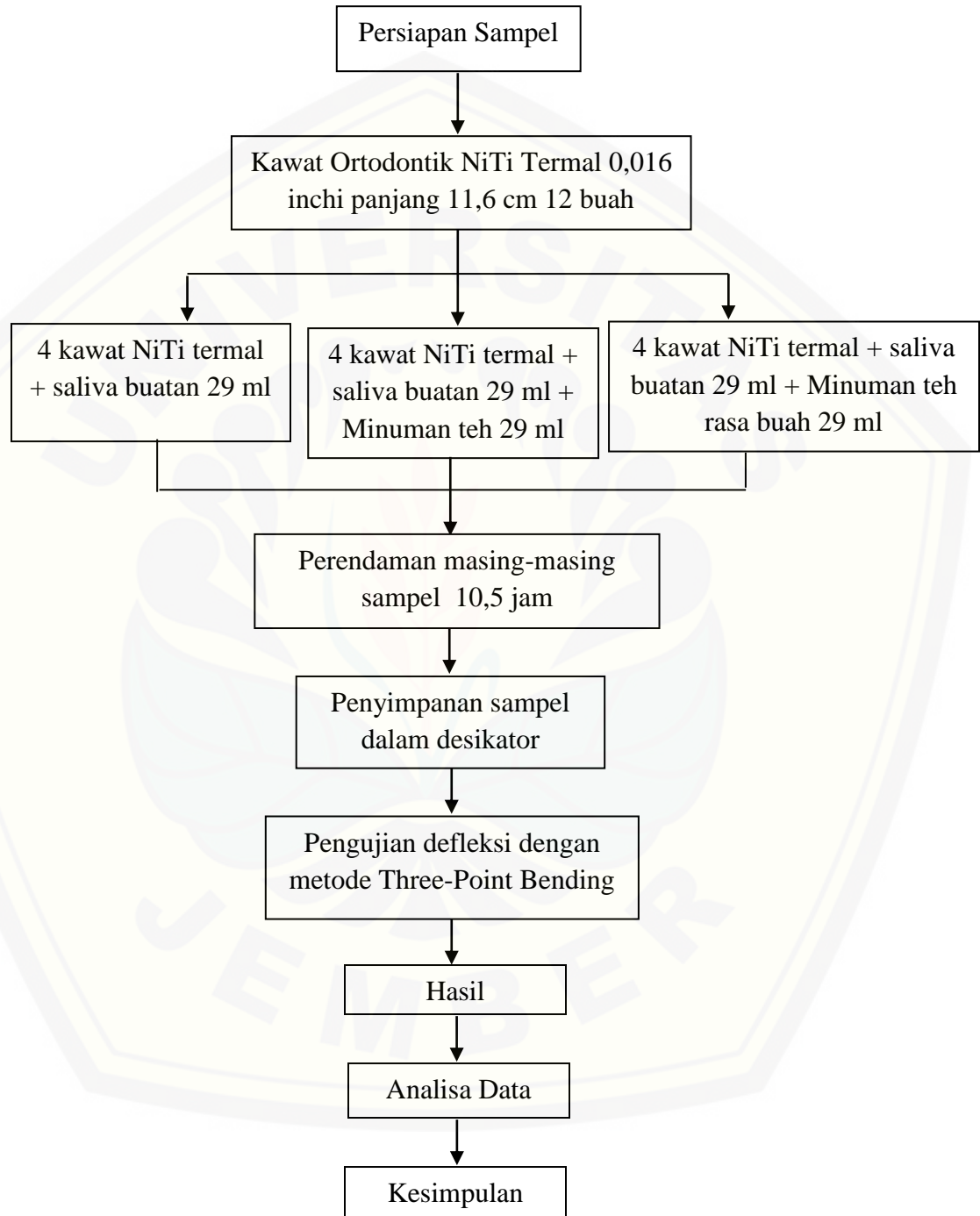


Gambar 3.3 Grafik *Force-Deflection*

### 3.8 Analisa Data

Data yang terkumpul dari uji defleksi dites normalitas dan homogenitasnya. Uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* dan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Apabila data berdistribusi normal dan homogen ( $p > 0,05$ ) maka dilanjutkan dengan uji statistik parametrik *One Way ANOVA*. Namun apabila data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen dilanjutkan dengan uji statistik non parametrik *Kruskal Wallis*.

### 3.9 Alur Penelitian



## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perendaman kawat nikel-titanium termal dalam minuman teh kemasan dan teh kemasan rasa buah tidak mempengaruhi gaya defleksi kawat.

### **5.2 Saran**

- 5.2.1 Perlu dilakukan uji defleksi pada kawat NiTi termal sebelum dilakukan perlakuan untuk mengetahui sifat defleksi awal pada jenis kawat yang digunakan.
- 5.2.2 Perlu dilakukan uji secara mikroskopis setelah perendaman dalam minuman teh untuk mengetahui perubahan fisik dan pada permukaan kawat NiTi termal.
- 5.2.3 Perlu dilakukan penelitian tentang persentase pelepasan ion logam sehingga dapat mempengaruhi gaya defleksi kawat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bartzela, TN. Senn, C. Wichelhaus, A. 2007. *Load-Deflection of Superelastic Nickel-Titanium Wires*. Angle Orthodontist Vol. 77 No. 6
- Bhalajhi SI. 2006. *Orthodontics the Art and Science 3rd ed*. New Delhi, India : Arya Medi Publishing House.
- Bishara, Samir E. 2001. *Textbook of Orthodontics*. Philadelphia: Elsevier
- Brantley WA, Eliades T.2001. Orthodontic material, Thieme Stuttgart, New York
- Budianta, T.D.W. 1999. *Tanin Teh, Dua Sisi Pertimbangan yang Perlu Diperhatikan. Seri Kajian Ilmiah Vol. 9 No. 2*. Surabaya: Fakultas Teknologi Pertanian Unika Widya Mandala.
- Cahyadi, Wisnu, 2009, Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan, 5-60, Bumi Aksara, Jakarta.
- Carter, F. L., A. M. Carlo, and J. B. Stanley. 1978. Termiticidal Components of Wood Extracts : 7- Methyljuglone from Diospyros virginia. Journal Agriculture Food Chemistry. 26(4): 869-873.
- Chaturvedi, Thakur Prasad & Dubey, Ram Sagar. 2012. Corrosion Behavior of Titanium Wires: An in vitro Study. *Indian Journal of Dental Research*. Vol.23(4): 479-483
- Devilliers, Dinh M.T., Mahe E., Krulic D., Larabi N., Fatouros N. Behavior of Titanium in Sulphuric Acid – Application to DSAs. *J.New. Mat. Electrochem System* 2006.9:221-232

- Gambhir, Murari Lal. 2004. *Stability Analysis and Design of Structures*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Goldberg AS, Morton J, Burstone CJ. 1983. The Flexure Modulus of Elasticity of Orthodontic Wires. *J Dent Res*;62:856-858
- Gunawan , Bourdo, Shawn., Saini, Viney., Biris, Alexandru S. dan Viswanathan, Tito. 2011. Novel Microwave-Assisted Synthesis of Nickel/Carbon (Ni/C) Nanocomposite with Tannin as the Carbon Source. *Journal of Wood Chemistry and Technology*. Vol.31: 345–356
- Gurgel, dkk. 2001. *Force-Deflection Properties of Superelastic Nickel-Titanium Archwires*. American Journal of Orthodontofacial Orthop Vol. 120 No.4
- Hariandja, Binsar Indarto, Wahyu Purnomo P, Hobby. 1996. *Mekanika Teknik: Statika dalam Analisis Struktur Berbentuk Rangka*. Jakarta: Erlangga.
- Hosea C. 2005. *Perubahan Sifat Fisikokimia Teh Botol dalam Berbagai Perlakuan Penyimpanan*. Semarang : Lembaga Penelitian Universitas Katolik Soegijapranata.
- Huang HH, dkk. 2003. *Ion Release from NiTi Orthodontic Wires in Artificial Saliva with Various Acidities*. Taiwan : Institute of Dental Materials, Chung Shan Medical University
- Hwang, C.J., Shin, J.S., Cha, J.Y. 2001. *Metal Release from Stimulated Orthodontic Appliance*. Am j. orthodontofacial Orthop.
- Irianty, Rozanna Sri. Komalasari. 2013. *Ekstraksi Daun Gambir Menggunakan Pelarut Metanol-Air Sebagai Inhibitor Korosi*. Jurnal Teknobiologi, IV (1) 2013: 7 – 13. ISSN: 2087-5428

- Jang, HeeJin., Park, ChanJin, dan Kwon, HyukSang. 2005. Photoelectrochemical analysis on the passive film formed on Ni in pH 8.5 buffer solution. *Electrochimica Acta*. Vol. 50: 3503–3508
- Johnsen, R. 2004. “*Corrosion of Carbon Steel in Hydrocarbon Environments*”. Norway. NTNU Institute of Engineering Design and Material
- Jones ML, Staniford H, Chan C. 1990. *Comparison of Superelastic NiTi and Multistranded Stainless steel wires in initial alignment*. J Clin Orthod 1990;24:611–613.
- Kaneko, Kazuyuki dkk. 2004. *Degradation in Performance of Orthodontic wires Caused by Hydrogen Absorption During Short-Term Immersion in 2,0% Acidulated Phosphate Fluoride Solution*. Angle Orthodontist, Vol. 74 No. 4
- Ligtenberg A.J.M, Veerman E.C.I. 2014. *Saliva : Secretion and Function*. Basel (Switzerland) : Karger
- Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. 1986. *The Super-elastic Property of The Japanese NiTi Alloy Ewire for Use in Orthodontics*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 90:1-10
- Munandar, dkk. 2011. Analisis Eksperimental dan Teoritis Lentutan pada Balok dengan Variasi Ketebalan dan Pembebanan. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/446>.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka
- Nugroho, Agung. 2009. *Perencanaan Komunikasi Pemasaran Terpadu Teh Celup Sosro Januari 2010-Desember 2010*. Depok : FISIP UI
- O’Brien WJ. 2002. *Dental Material and Their Selections 3rd ed*. Chicago: Quintessence Publishing Co.

- Petrov, V.G., Terzeiva, S.D., Lazaarova, Mikli, V., Andreeva, L.A., Stoyanova Ivanova, A.K. 2013. *Corrosive Changes and chemical Composition of Thr Orthodontic Archwire Surface during Treatment*. Bulgaria : Bulgarian Chemical Communications Vol. 45 No. 4
- Phulari, Basavaraj S. 2011. *Orthodontics Principles and Practice*. India : Jaypee Brothers Medical Publisher
- Premkumar, Shidar. 2015. *Textbook of Orthodontics*. India : Elsevier
- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. 2007. *Contemporary Orthodontics* 4th ed. Canada: Elsevier
- Quintao, Catia Cardoso Abdo, dkk. 2008. *Force-Deflection Properties of Initial Orthodontic Archwires*. World Journal of Orthodontic
- Rahardjo, Pambudi. 2009. *Ortodonti Dasar*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Rasyid, Nolista Indah, Pudyani, Pinandi Sri, Heryumni, JCP. 2014. *Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Kawat Australia dan Stainless Steel dalam Saliva Buatan*. Dental Journal Vol. 47 No.3 168-172
- Schmaltz G, Arenholt-Bindslev D. 2009. *Biocompatibility of Dental Materials*. Berlin: Springer-Verlag;. p. 224-5.
- Singh, Gurkeerat. 2007. *Textbook of Orthodontics* 2nd ed. New Delhi, India : Jaypee Brothers Medical Publisher
- Susetyo B. 1998. *Praktek Ortodonti Alat Cekat*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Turkun, M. 2003. *Color Changes of Three Veneering Composite Resin after Staining, Bleaching and Polishing Procedure*. University Turkey : Department of Restorative Dentistry and Endodontics



- Walker, Mary P. 2007. *Mechanical Properties and surfaces Characterization of Beta Titanium and Stainless Steel Orthodontic Wire Following Topical Fluoride Treatment*. Angle Orthodontist, Vol. 77 No.2
- Wati, Wahyu Irna. Guntarti, Any. 2012. *Penetapan Kadar asam Benzoat dalam Beberapa Merk Dagang Minuman Ringan secara Spektrofotometri Ultraviolet*. Jurnal Ilmiah Kefarmasian, Vol. 2, No. 2, 111 – 118
- Williams JK, Cook PK, Isaacson KG, Thom AR. 2000. *Alat-Alat Ortodonsi Cekat : Prinsip dan Praktek*. Alih bahasa oleh drg. Budi Susetyo. Jakarta: EGC.
- Winarno, G.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia.

**LAMPIRAN****A. PENGHITUNGAN VOLUME LARUTAN PERENDAMAN**

Volume larutan perendaman yang digunakan menggunakan rumus standar ASTM G31-72 (2004) dengan rumus sebagai berikut :

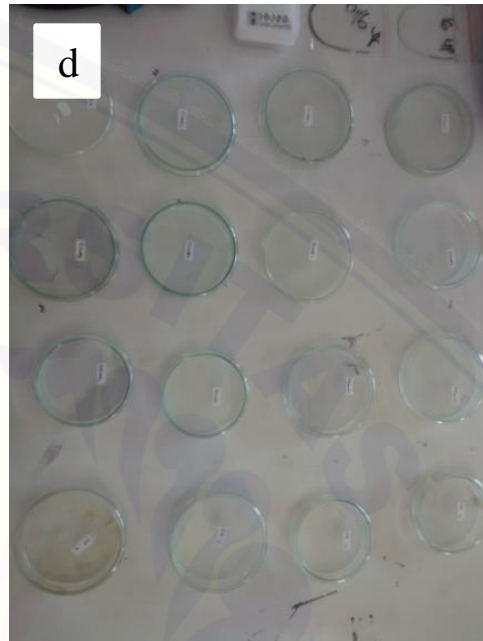
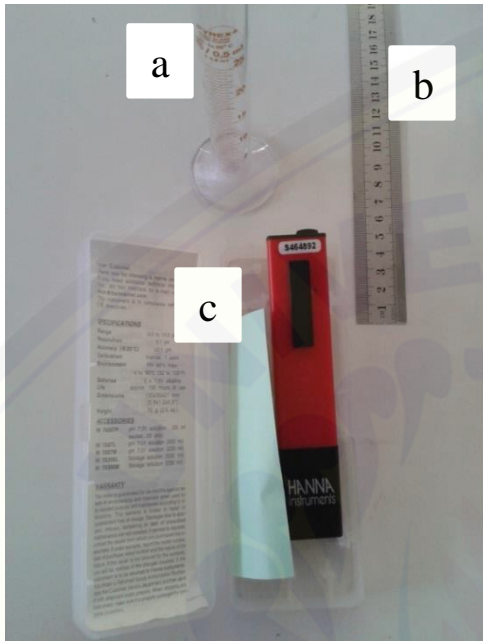
$$V = 0,2 \times \text{luas permukaan sampel}$$

Sampel yang digunakan yaitu kawat NiTi termal berbentuk round dengan diameter 0,016 inci (0,016 inci = 0,406 mm) dan panjang 11,6 cm.

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan sampel} &= 2(\Pi r^2) + 2\Pi r t \\ &= 2(3,14 \times 0,203^2) + (2 \times 3,14 \times 0,203 \times 11,6) \\ &= 0,251 \times 145,69 \\ &= 145,9 \text{ mm}^2 \\ \text{Volume perendaman} &= 0,2 \times 145,9 \\ &= 29,1 \text{ ml} \end{aligned}$$

## B. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

### B.1 Alat Penelitian





Keterangan gambar :

a = Gelas ukur

b = Penggaris

c = pH meter digital Hanna

d = Petridish

e = Desikator

f = *Universal Testing Machine*, Shimadzu Jepang

g = Tang potong

h = Inkubator

B.2 Bahan Penelitian



Keterangan gambar :

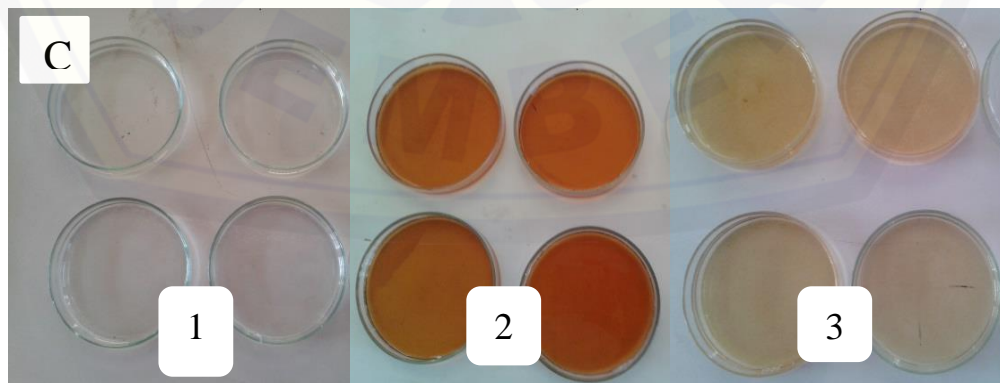
a = Minuman teh rasa buah

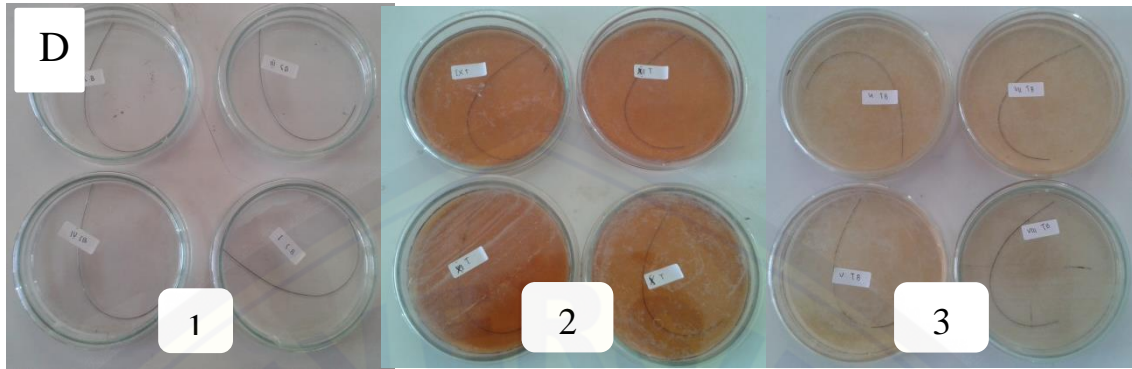
b = Minuman teh

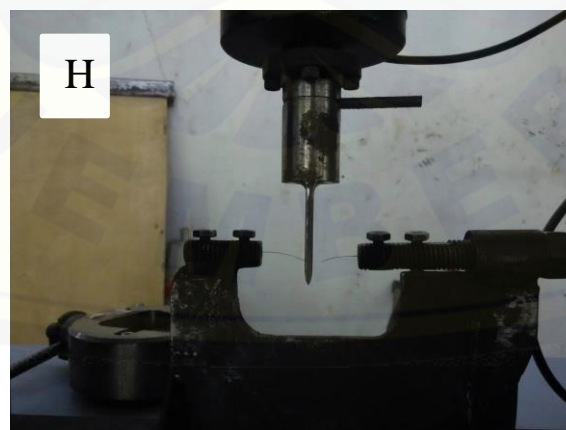
c = Saliva buatan

d = Kawat nikel-titanium termal

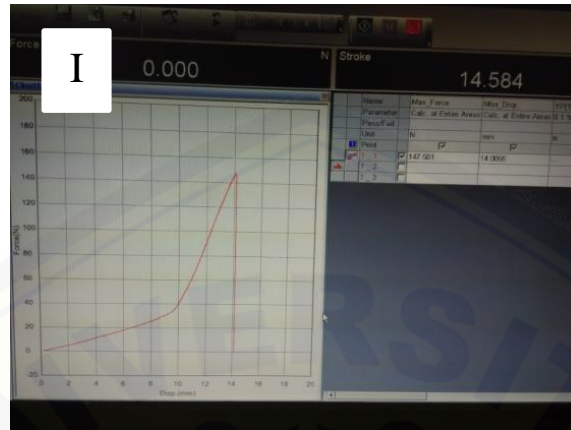
C. PELAKSANAAN PENELITIAN











Keterangan gambar :

- A. Menyiapkan kawat NiTi termal dengan panjang 11,6 cm
- B. Mengukur pH larutan perendaman ( 1 = saliva buatan, 2 = minuman teh, 3 = minuman teh rasa buah).
- C. Menyiapkan larutan perendaman di dalam petridish ( 1 = saliva buatan, 2 = saliva buatan + minuman teh, 3 = saliva buatan + minuman teh rasa buah).
- D. Merendam kawat di dalam larutan perendaman ( 1 = saliva buatan, 2 = saliva buatan + minuman teh, 3 = saliva buatan + minuman teh rasa buah).
- E. Kawat yang telah dimasukkan ke dalam larutan perendaman disimpan di dalam inkubator.
- F. Kawat dipindahkan ke dalam desikator.
- G. Kawat ditempatkan pada alat penjepit.
- H. Melakukan uji *three point bending* sampai kawat putus.
- I. Grafik *force-deflection* pada monitor *Universal Testing Machine*.

**D. HASIL PENELITIAN**

Name	Max_Force	Max_Disp.	Max_Stress	Max_Stroke Strain
Parameter	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Pass/Fail				
Unit	N	mm	N/mm <sup>2</sup>	%
A1	108,41	13,76	186305	1,38666
A2	101,42	13,00	174298	1,30996
A3	108,76	13,83	186907	1,39396
A4	108,58	14,14	186607	1,42496
B1	114,34	14,42	196505	1,4531
B2	106,03	13,76	182216	1,38741
B3	123,40	15,50	212064	1,56213
B4	99,94	12,48	171746	1,25788
C1	109,79	14,32	188680	1,44394
C2	103,47	13,01	177819	1,31097
C3	105,48	13,06	181280	1,31677
C4	109,90	14,06	188868	1,41765

Keterangan:

- A. Kawat yang direndam saliva buatan
- B. Kawat yang direndam saliva buatan + minuman teh
- C. Kawat yang direndam saliva buatan + minuman teh rasa buah

**E. HASIL ANALISA DATA**

E.1 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Hasil_Defleksi
N		12
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	13.7833
	Std. Deviation	.80850
Most Extreme Differences	Absolute	.155
	Positive	.148
	Negative	-.155
Kolmogorov-Smirnov Z		.537
Asymp. Sig. (2-tailed)		.935

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

E.2 Hasil Uji Levene

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil\_Defleksi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.979	2	9	.194

## E.3 Hasil Uji One Way ANOVA

**ANOVA**

Hasil\_Defleksi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.410	2	.205	.272	.768
Within Groups	6.781	9	.753		
Total	7.190	11			

