



**EFEK SEDUHAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) TERHADAP  
DERAJAT RESORPSI TULANG ALVEOLAR DAERAH TEKANAN PADA  
GIGI MARMUT (*Cavia cobaya*) YANG DIINDUKSI GAYA MEKANIS  
ORTODONTI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ari Intan Prajitno**

**NIM 151610101105**

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. drg. Herniyati, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes

Dosen Penguji Utama : drg. Leliana Sandra Deviate P., Sp.Ort

Dosen Penguji Anggota : drg. Dwi Merry Christmarini R., M. Kes

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**EFEK SEDUHAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) TERHADAP  
DERAJAT RESORPSI TULANG ALVEOLAR DAERAH TEKANAN  
PADA GIGI MARMUT (*Cavia cobaya*) YANG DIINDUKSI GAYA  
MEKANIS ORTODONTI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
meraih gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

Oleh  
Ari Intan Prajitno  
NIM 151610101105

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim, dengan segenap rasa syukur skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Agama dan tanah airku Indonesia
2. Ibunda saya Ibu Sri Rokhani dan ayahanda saya Bapak Umum Prajitno yang membesarkan saya dan selalu memberi semangat serta doa.
3. Kakak-kakakku Hanum dan Gilang, serta adikku Galih
4. Pahlawan tanpa tanda jasaku sejak TK, SD, SMP, SMA, dan dosen-dosen di Perguruan Tinggi yang telah bersedia mendidik, mengajari dan berbagi ilmu; dan
5. Almamaterku tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

**MOTO**

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS; Al-Insyiroh ayat 6-7)



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ari Intan Prajitno

NIM : 151610101105

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “ **Efek Seduhan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan pada Gigi (*Cavia Cobaya*) yang Diinduksi Gaya Mekani Ortodonti** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 11 Januari 2019

Yang menyatakan,

Ari Intan Prajitno

NIM 151610101105

**SKRIPSI**

**EFEK SEDUHAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) TERHADAP  
DERAJAT RESORPSI TULANG ALVEOLAR DAERAH TEKANAN  
PADA GIGI MARMUT (*Cavia cobaya*) YANG DIINDUKSI GAYA  
MEKANIS ORTODONTI**

Oleh

**Ari Intan Prajitno  
NIM 151610101105**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. drg. Herniyati, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Efek Seduhan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan pada Gigi Marmut (*Cavia cobaya*) yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 30 April 2019

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Penguji Ketua

Penguji Anggota

**drg. Leliana Sandra D.P., Sp.Ort**

NIP 197208242001122001

Pembimbing Utama

**Prof. Dr. drg. Herniyati, M.Kes**

NIP 195909061985032001

**drg. Dwi Merry C.R., M. Kes**

NIP 197712232008122002

Pembimbing Pendamping

**Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes**

NIP 197007052003122001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

**drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros**

NIP 196901121996011001

## RINGKASAN

**Efek Seduhan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan pada Gigi (Cavia cobaya) yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti** Intan Prajitno, 151610101105; 2019; 73 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Maloklusi merupakan hubungan antar rahang atau gigi yang menyimpang dari normal. Maloklusi menjadi masalah kesehatan oral masyarakat Indonesia yang masih tinggi dengan prevalensi tahun 2013 mencapai 80% sehingga butuh perawatan, yaitu dengan perawatan ortodonti. Namun perawatan ini membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 1-2 tahun. Perawatan ortodonti didasarkan pada kemampuan jaringan periodontal untuk melakukan remodeling agar gigi dapat berpindah tempat. Gaya mekanis yang ditimbulkan dari alat ortodonti akan menyebabkan tulang alveolar terbagi menjadi dua daerah, yaitu daerah tulang yang tertekan akibat gaya mekanis ortodonti karena gigi bergerak mendekat, dan daerah tarikan yaitu daerah tulang yang berlawanan dengan arah gaya mekanis ortodonti karena gigi bergerak menjauh. Perubahan yang terjadi yaitu pada daerah tekanan tulang alveolar akan mengalami resorpsi tulang, sedangkan tulang alveolar pada daerah tarikan akan mengalami aposisi atau proses pembentukan tulang. Resorpsi tulang alveolar daerah tekanan akan memberikan ruang untuk gigi berpindah tempat dan aposisi pada tulang alveolar daerah tarikan akan menjaga gigi agar tetap melekat pada soketnya. Proses yang sedemikian rupa membutuhkan waktu yang lama sehingga perlu adanya inovasi untuk memperpendek waktu perawatan yaitu dengan mempercepat pergerakan gigi dalam perawatan ortodonti, salah satunya adalah menggunakan kopi. Kopi menjadi salah satu produk yang konsumsinya meningkat dari tahun ke tahun. Kopi mengandung beberapa komponen kimia, diantaranya yang utama adalah kafein. Kafein dapat meningkatkan osteoklastogenesis sehingga dapat memicu terjadinya resorpsi tulang. Resorpsi tulang alveolar daerah tekanan yang progresif dapat mempercepat pergerakan gigi ortodonti. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek pemberian kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti. Populasi penelitian adalah hewan coba marmut (*Cavia cobaya*) sebanyak 5 ekor untuk setiap kelompok. Kelompok terdiri atas kelompok kontrol yang diberi pemasangan seperangkat alat ortodonti selama 14 hari, kelompok kontrol yang diberi pemasangan seperangkat alat ortodonti selama 21 hari, kelompok perlakuan yang diberi pemasangan seperangkat alat ortodonti dan seduhan kopi selama 14 hari, dan kelompok perlakuan yang diberi pemasangan seperangkat alat ortodonti dan seduhan kopi selama 21 hari. Pada awal penelitian, dilakukan adaptasi hewan coba dengan lingkungan kandang dan makanan. Kemudian dilakukan pemasangan seperangkat alat ortodonti dan pemberian seduhan kopi selama 14 dan 21 hari. Setelah proses perlakuan selesai, hewan coba dieuthanasia dengan menggunakan ketamin dosis letal, kemudian bagian insisivus rahang bawah kanan dipotong dan dilakukan pemrosesan jaringan. Pada pengamatan histologi, daerah servikal gigi marmut tidak terlihat dengan jelas, oleh karena itu puncak tulang alveolar daerah

tarikan diasumsikan sebagai daerah servikal gigi karena puncak tulang alveolar daerah tarikan hanya mengalami resorpsi yang sangat kecil sehingga tersebut dapat diabaikan. Resorpsi tulang alveolar daerah tekanan diukur dari puncak tulang alveolar daerah tarikan ke puncak tulang alveolar daerah tekanan menggunakan garis imajiner, kemudian diperoleh data resorpsi tulang alveolar daerah tekanan. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat peningkatan derajat resorpsi yang signifikan pada kelompok perlakuan. Perlakuan pemberian kopi selama 14 hari ternyata mampu menginisiasi resorpsi tulang alveolar daerah tekanan secara optimal. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa kopi dapat meningkatkan derajat resorpsi pada tulang alveolar gigi marmut daerah tekanan yang diinduksi gaya mekanis ortodonti.



## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, kasih sayang dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efek Seduhan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan pada Gigi Marmut (*Cavia cobaya*) yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember beserta jajarannya;
2. Dr. drg. Hj. Herniyati, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini;
3. drg. Leliana Sandra Deviade P., Sp.Ort, selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Dwi Merry Christmarini R., M. Kes, selaku Dosen Penguji Anggota. Terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini;
4. Ibunda Sri Rokhani dan ayahanda Umum Prajitno. Berjuta ucapan terima kasih rasanya tak cukup mewakili segala hal yang sudah dilakukan. Terima kasih atas setiap tetes keringat, setiap untaian do'a, setiap pengorbanan, didikan, dorongan semangat, dan kasih sayang yang tak terhitung selama ini;
5. Kakak dan adikku, Hanum, Gilang, dan Galih. Terima kasih telah menjadi penyemangat dan penghibur dikala sedih serta selalu ada saat sempit;
6. drg. Hestieyonini Hadnyanawati M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbing saya selama menempuh masa perkuliahan;

7. Sahabat-sahabatku Rizky Putri Agma W, Haifa Azzura Denanta, Iftinan Laili Qodriyah, dan Addina Fatikha Zahra. Terima kasih tiada tara untuk kalian. Atas setiap waktu, kenangan dan kebersamaan selama ini;
8. Orang tua keduaku, Pak Sung dan Bu Sung yang selalu menemani dan ada setiap waktu. Serta sahabat kosan lama Kost Amarin dan Kost Bunda Nabilla Berliana N, Nur Wahyu Novianti, Yosefin Maihanani RS, Arifah Khoirianti, dan Raziqa, terima kasih atas segala cerita, canda tawa, senang susah, air mata dan bahagia yang telah kalian dengar dariku. Terima kasih karena dengan sabar mengerti dan menyayangiku;
9. Teman-teman yang telah berpartisipasi langsung dalam membantu penelitian ini, Rizky Putri Agma W dan Ginanjar Hidayatullah selaku *partnersetia* dalam suka dan duka selama penelitian. Zulfa Amalia Dutapanjalu, Fiolina Fajar F, dan Yonanda Az-Zikra, yang selalu memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini;
10. Sahabat tutorial 9 *Power Rangers* yang meluangkan waktu bersama setiap hari dan saling memberi dukungan satu sama lain, Linda Puspa Wardani, Mia Ayu Ismi Nanda, Sakti Wibawa, Kevin Nathaniel Limanto, Moh. Hilmy Wildan, Bimo Yensya, Haifa Azzura Denanta, Iftinan Laili Q, Rizky Putri Agma W, Imaniar Leonita M, dan Nabilla Berliana Naufalin jangan patah semangat kawan. Serta sahabat - sahabatku Yolanda Eka Putri, Alifia Wanda, Husna Afifah, Rizqa Mahdyna, dan Sofira Nadia. Terima kasih atas kebersamaan dan segala bantuan yang telah diberikan;
11. Sahabat KKN 54 desa Ramban Wetan Suci, Soraya, Rian, Alvin, dan Ilyas yang menemani dan memberikan semangat selalu layaknya keluarga keduaku;
12. *Ngapakers* Addina Fatikha Zahra, Ardhita Meily PD, dan Ika Rizki Muhinda P, yang menemaniku di tanah rantau Jember serta sahabatku *CLOSE-TR*ofik Ayu M, Fatahilah Hudaiby Rafi'i, dan Muroj Maulana Cahyo walau terpisah jarak dan waktu, kalian tetap dihati;
13. Seluruh teman FKG 2015 yang telah mewarnai hari-hari perkuliahan;
14. Teknisi Lab Fisiologi FKG Universitas Jember mas Agus, teknisi Lab Histologi FKG Universitas Jember mbak Wahyu, dan teknisi Lab Zoologi

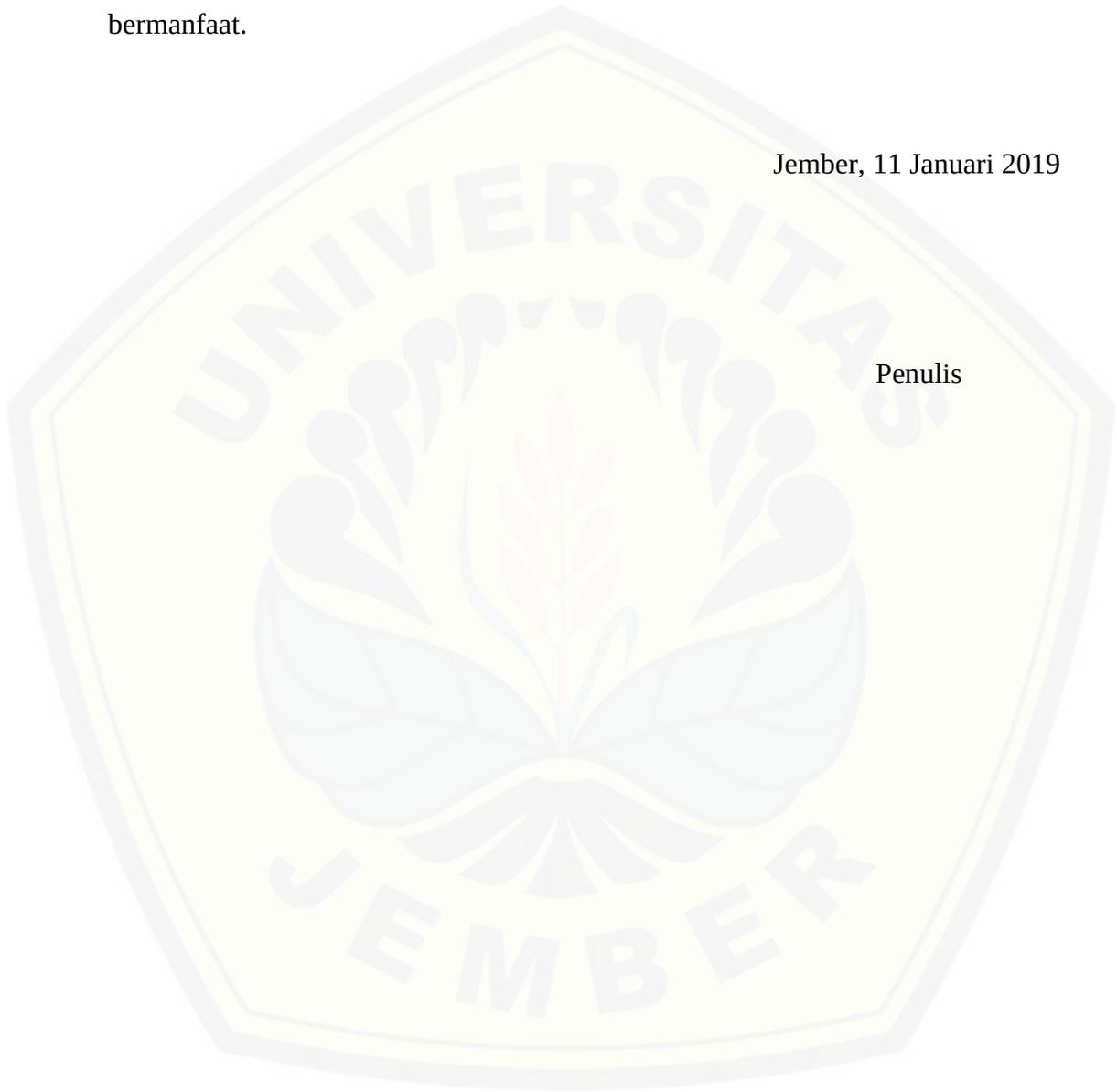
Fakultas MIPA Universitas Jember Ibu Efhy. Terima kasih atas bantuannya selama proses penelitian berlangsung;

15. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

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

Jember, 11 Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>1. 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>2. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Alat Ortodonti</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Pergerakan Gigi Ortodonti</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. Remodeling Tulang Alveolar</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4. Penyerapan Tulang (Resorpsi)</b> .....	<b>9</b>
<b>2.5. Cara Mengamati Resorpsi Tulang Alveolar</b> .....	<b>10</b>
<b>2.6. Kopi</b> .....	<b>12</b>
<b>2.7. Kafein</b> .....	<b>15</b>
<b>2.8. Pengaruh Kafein terhadap Resorpsi Tulang</b> .....	<b>16</b>
<b>2.9. Kerangka Konsep Penelitian</b> .....	<b>18</b>
2.9.1 Bagan Kerangka Konsep.....	18
2.9.2 Penjelasan Kerangka Konsep.....	19
<b>2.10 Hipotesis</b> .....	<b>19</b>

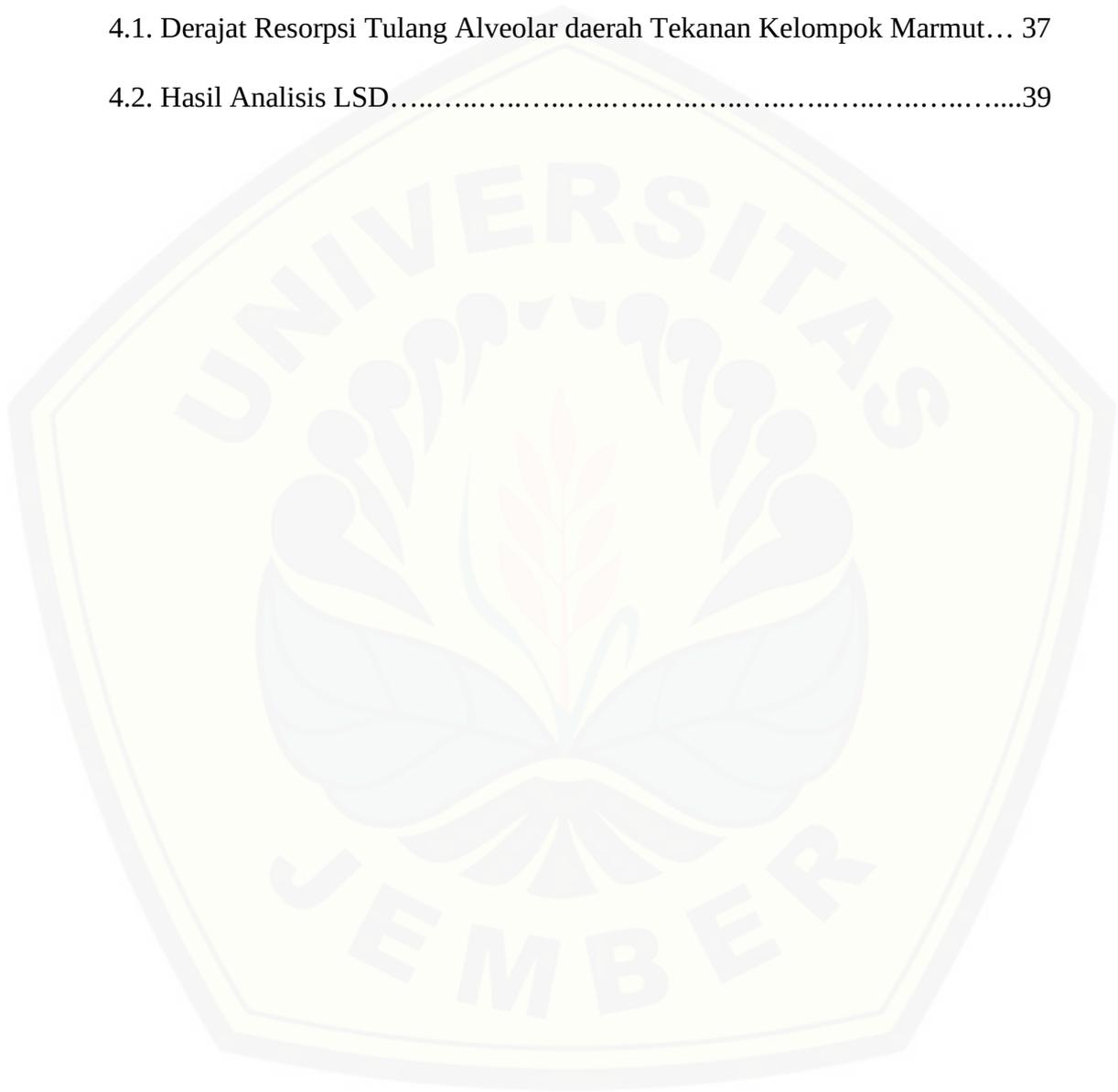
<b>3. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Jenis Penelitian.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Rancangan Penelitian.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4. Populasi dan Sampel Penelitian .....</b>	<b>20</b>
3.4.1. Populasi Penelitian .....	20
3.4.2. Sampel Penelitian .....	21
<b>3.5. Identifikasi Variabel Penelitian.....</b>	<b>22</b>
3.5.1. Variabel Bebas.....	22
3.5.2. Variabel Terikat.....	22
3.5.3. Variabel Terkendali.....	23
<b>3.6. Definisi Operasional.....</b>	<b>23</b>
3.6.1. Seduhan Kopi.....	23
3.6.2. Gaya Mekanis Ortodonti.....	23
3.6.3. Derajat Resorpsi.....	23
<b>3.7. Bahan dan Alat Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.7.1. Bahan Penelitian.....	24
3.7.2. Alat Penelitian.....	25
<b>3.8. Prosedur Penelitian.....</b>	<b>25</b>
3.8.1 Persiapan <i>Ethical Clearance</i> .....	25
3.8.2 Persiapan Hewan Coba.....	26
3.8.3 Pembagian Kelompok Perlakuan.....	26
3.8.4 Persiapan Seduhan Kopi.....	26
3.8.5 Cara Kerja Penelitian .....	27
<b>3.9. Analisis Data.....</b>	<b>33</b>
<b>3.10. Alur Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>4. BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>40</b>
<b>5. BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>44</b>

**DAFTAR PUSTAKA .....45**  
**LAMPIRAN .....49**



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.7. Kandungan Kimia pada Kopi.....	14
4.1. Derajat Resorpsi Tulang Alveolar daerah Tekanan Kelompok Marmut... 37	37
4.2. Hasil Analisis LSD.....	39



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. <i>Ethical Clearance</i> .....	49
B. Surat Ijin Penelitian.....	50
C. Pembuatan Seduhan Kopi.....	52
D. Tabel Konversi Dosis.....	53
E. Perhitungan Konversi Dosis .....	53
F. Tahap Pengamatan dan Pengukuran.....	54
G. Gambaran Histologis Kelompok Marmut .....	57
H. Hasil Pengukuran Resorpsi Tulang.....	61
I. Analisis SPSS.....	62
J. Bahan dan Alat Penelitian.....	64

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Maloklusi menjadi salah satu masalah kesehatan gigi dan mulut masyarakat Indonesia yang masih tinggi. Maloklusi merupakan ketidaksesuaian hubungan antar rahang atau gigi yang menyimpang dari normal dan mempunyai derajat yang berbeda dari rendah ke tinggi (Laguhi, 2014). Berdasarkan RISKESDAS Nasional tahun 2013 prevalensi maloklusi mencapai 80%. Maloklusi menjadi masalah oral dan mengganggu mastikasi sehingga dibutuhkan perawatan ortodonti. Akan tetapi proses pergerakan gigi ortodonti membutuhkan durasi perawatan yang cukup lama yaitu sekitar 1-2 tahun (Yi, 2012).

Alat ortodonti adalah alat untuk menimbulkan gaya mekanik ke periodontium, agar gigi bergerak sesuai dengan yang dikehendaki. Terdapat proses biologis antara kekuatan mekanik dengan Bergeraknya gigi. Perawatan ortodontik aktif pada dasarnya adalah adanya kemampuan jaringan periodontium untuk mengadakan remodeling. Aktifasi sel yang melakukan remodeling menyebabkan gigi berpindah tempat, sedangkan kekuatan mekanik adalah rangsangan yang mengaktifkan sel tersebut (Ardhana, 2010).

Pergerakan gigi ortodonti didasarkan atas suatu prinsip bahwa bila tekanan diberikan cukup lama maka akan terjadi remodeling pada jaringan pendukung gigi termasuk ligamen periodontal dan tulang alveolar (Adilah *et al*/2010). Perubahan yang terjadi yaitu melibatkan daerah tekanan tulang alveolar mengalami resorpsi tulang, sedangkan tulang alveolar yang berdekatan dengan daerah tarikan akan mengalami osteogenesis atau proses pembentukan tulang. Resorpsi tulang melibatkan aktifitas dan diferensiasi sel osteoklas (Xie *et al.*, 2008). Proses pergerakan gigi yang sedemikian rupa membutuhkan waktu yang lama sehingga diperlukan inovasi untuk meningkatkan resorpsi tulang daerah tekanan yang diharapkan dapat mempercepat pergerakan gigi dalam perawatan ortodonti.

Kopi menjadi salah satu produk yang konsumsinya meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia (AEKI) tahun 2014, tercatat dalam periode tahun 2008 – 2012 meningkat sebesar 9,1% atau rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya 2,3% (AEKI, 2014). Salah satu

komponen utama kopi adalah kafein. Kafein pada kopi memiliki efek farmakologis dan respon seluler terhadap metabolisme tulang, yaitu dengan meningkatkan osteoklastogenesis sehingga dapat memicu terjadinya resorpsi tulang (Yi, 2012). Selain itu, studi *invivo* pada hewan menunjukkan bahwa kafein menyebabkan osteoblas meningkatkan ekspresi RANKL yang selanjutnya berperan dalam osteoklastogenesis sehingga kafein mampu mengurangi *bone mineral density* (BMD) pada tikus (Liu, 2011). Penelitian pada tikus yang diberi gaya mekanis ortodonti menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah osteoklas dan resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada hari ke 14 dengan pemberian kafein dosis rendah yaitu 2,5mg/gBB pada tikus (Peng, 2011).

Proses resorpsi daerah tekanan, dan aposisi tulang daerah tarikan yang progresif dapat mempercepat perawatan ortodonti karena dengan adanya resorpsi tulang, gigi menjadi dapat bergerak sesuai dengan gaya ortodonti dan proses aposisi tulang daerah tarikan akan mempertahankan posisi gigi agar tetap melekat (Alawiyah, 2012). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti pengaruh pemberian kopi robusta terhadap resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efek pemberian kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek pemberian kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

### A. Manfaat Teoritis

- 1) Dapat memberikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan bagi masyarakat mengenai peran kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya mekanis ortodonti.
- 2) Sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya untuk mengetahui pengaruh pemberian kopi robusta terhadap pergerakan gigi ortodonti.

### B. Manfaat Klinis

Dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai efek kopi robusta terhadap resorpsi tulang alveolar daerah tekanan sehingga dapat meningkatkan pergerakan gigi ortodonti dan memperpendek perawatan ortodonti.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alat Ortodonti

Perawatan ortodonti merupakan suatu perawatan dalam kedokteran gigi yang berperan untuk mengatasi maloklusi. Tujuan perawatan ortodonti adalah untuk mendapatkan fungsi pengunyahan dan berbicara, kesehatan, stabilitas, dan estetik dentofasial yang optimal. Perawatan meliputi perbaikan susunan gigi dan relasi antar rahang (Yi, 2012). Alat ortodonti adalah seperangkat piranti yang digunakan dalam perawatan ortodonti. Alat ortodonti akan memberikan gaya mekanis pada gigi dan jaringan periodontal sehingga gigi dapat bergerak sesuai dengan yang dikehendaki. Gaya mekanis tersebut akan menggerakkan gigi ke posisinya yang baru karena kemampuannya untuk mengaktifkan respon seluler didalam periodontium secara lokal (Ardhana, 2010).

Alat ortodonti yang digunakan dalam merawat maloklusi dapat dibedakan menjadi (1) Alat Lepas, dapat berupa: Alat Aktif, Alat Fungsional, atau Alat *Aligner/Trainer/Clearpart/Invisalign*. (2) Alat Cekat, dapat berupa: *Partial braces, Full Braces (systemized)* cekat *non braces (Non systemized appliances)*, Cekat-Lepas (*remofixed*), Alat Cekat dibantu dengan bedah ortognatik atau Alat cekat dibantu dengan pemasangan *microimplant* (Ardhana, 2010). Braket yang digunakan dalam perawatan ortodonti umumnya terbuat dari alloy yang berbahan dasar besi, chromium, molybdenum, nikel, dan beberapa variasi menggunakan polimer dan keramik (Russel, 2005).

Alat cekat *full braces* kini menjadi piranti perawatan yang sangat digemari oleh pasien sehingga banyak para dokter gigi umum bahkan para tukang gigi mencoba menggunakan alat ini dalam melakukan perawatan pasien tanpa di bekali ilmu dan keterampilan yang memadai. Kolegium Ortodonsia Indonesia menetapkan alat cekat *full braces* ditetapkan sebagai piranti perawatan yang bersifat spesialistik karena perawatan ini bersifat komprehensif dan merawat maloklusi secara menyeluruh. Perlu pengetahuan secara mendalam tentang braket yang akan dipakai, sistem kerja kekuatan, biomekanika, penjangkaran, dan tahapan perawatan masing - masing teknik perawatan karena kesalahan perawatan dapat menimbulkan kerusakan gigi yang sulit diperbaiki. Selain itu perlu

penguasaan skill dan pengalaman kerja klinik agar dapat menghasilkan perawatan yang memuaskan (Ardhana, 2010).

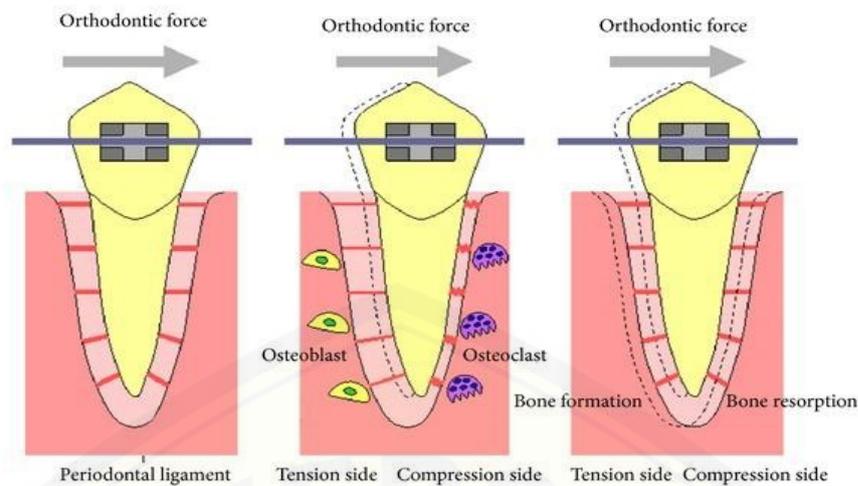
Tekanan yang ditimbulkan oleh alat ortodonti dapat menyebabkan resorpsi. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan trombosis vaskuler dan kematian membran periodontal. Tekanan yang terlampau besar mengakibatkan perubahan kearah regresi, hilangnya serabut periodontium dan degenerasi hyalin, yang disebut dengan *undermining resorptions*. Resorpsi ini akan tidak terjadi secara langsung pada permukaan tulang, akan tetapi terjadi mulai dari *bone marrow* (substansia spongiosa). Besar tekanan yang dianjurkan tidak boleh lebih dari besar tekanan darah kapiler yaitu 20 - 26 gram/cm<sup>2</sup> agar tidak menyumbat aliran darah dalam menggerakkan gigi (Ardhana, 2010).

## 2.2 Pergerakan Gigi Ortodonti

Berdasarkan biomekanik pergerakan gigi, ketika sebuah alat ortodonti diaplikasikan pada gigi maka alat ortodonti tersebut akan memberikan gaya mekanis pada gigi yang kemudian diteruskan ke akar, ligamen periodontal dan tulang alveolus. Gaya yang diterima terus-menerus akan menyebabkan gigi bergerak searah dengan arah gaya mekanis yang diberikan. Teori peristiwa pergerakan gigi telah dijelaskan oleh beberapa ortodontis, dapat dibagi menjadi:

### A. Pressure Tension Theory

Penelitian Sandstedt (1904), Oppenheim (1911), dan Schwarz (1932) menyatakan bahwa gigi bergerak dengan menghasilkan daerah tekanan dan daerah tarikan. Daerah tekanan, yaitu daerah tulang yang tertekan akibat gaya mekanis ortodonti karena gigi bergerak mendekat, dan daerah tarikan yaitu daerah tulang yang berlawanan dengan arah gaya mekanis ortodonti karena gigi bergerak menjauh. Hal ini menunjukkan urutan kejadian dimana tulang alveolar yang berada pada daerah tekanan akan mengalami resorpsi, sedangkan tulang alveolar pada daerah tarikan berhubungan dengan osteogenesis atau proses pembentukan tulang (Amin, 2016). Kedua proses ini disebut dengan remodeling tulang (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Skema diagram remodeling tulang pada pergerakan gigi ortodonti (Kitaura, 2014).

Saat alat ortodonti aktif, gaya mekanis ortodonti akan diteruskan ke jaringan periodontal dan akan memberikan tekanan pada membran periodontal dan tulang alveolar daerah tekanan sehingga akan memicu terjadinya resorpsi pada tulang alveolar daerah tekanan. Resorpsi tulang alveolar daerah tekanan akan memberikan ruang untuk gigi berpindah tempat dan aposisi pada tulang alveolar daerah tarikan akan menjaga gigi agar tetap melekat. Resorpsi akan melibatkan peran osteoklas dan proses aposisi akan melibatkan osteoblas. Sel-sel tersebut umumnya berasal dari membran periodontal dan pembuluh darah (Ardhana, 2010). Pergerakan gigi ortodonti merupakan kombinasi dari resorpsi dan aposisi tulang pada sisi tekanan dan tarikan yang keduanya akan memberikan pengaruh berupa respon seluler sehingga pergerakan gigi dapat terjadi (Kusumadewy, 2012).

Tekanan yang terlalu besar akan menyebabkan pembuluh darah tersumbat dan menyebabkan sel-sel dalam membran periodontal tidak mendapat energi dan mungkin dapat memicu kematian sel-sel tersebut. Maka dari itu, tekanan yang ditimbulkan oleh alat ortodonti tidak boleh terlalu besar karena dapat membuat pembuluh darah menjadi buntu. Gigi akan bergerak segera setelah gaya mekanis mengenai gigi baik oleh karena penekanan pada membran periodontal maupun karena elastisitas tulang yang akan membengkok sedikit oleh tekanan. Tahap selanjutnya adalah periode diam dimana gigi akan bergerak karena adanya

resorpsi tulang alveolar (Ardhana, 2010). Proses pergerakan gigi ortodonti membutuhkan durasi perawatan ortodonti yang cukup lama yaitu sekitar 1-2 tahun (Yi, 2012).

### *B. Blood Flow Theory*

Teori ini juga dikenal sebagai *fluid dynamic theory* yang diperkenalkan oleh Bien pada tahun 1966. Teori ini mengaitkan peristiwa pergerakan gigi dengan keadaan ligamen periodontal. Ligamen periodontal terletak diantara permukaan akar gigi dan tulang alveolar. Ligamen periodontal terdiri dari sistem cairan yang terbuat dari cairan interstitial, elemen selular, pembuluh darah, dan perlekatan substansi dasar berisi serat-serat periodontal. *Fluid dynamic theory* menjelaskan bahwa pergerakan gigi dapat terjadi karena adanya perubahan cairan yang dinamis di dalam ligamen periodontal. Aplikasi gaya mekanis ortodonti yang diterima oleh jaringan periodontal akan menyebabkan terjadinya pergerakan cairan yang menyerupai mekanisme hidrolis dan *shock absorber* gaya mekanis yang diterima oleh ligamen periodontal akan menimbulkan tekanan hidrodinamik yang unik. Tekanan akan diteruskan ke kanalikuli dinding tulang alveolar dan akan menarik osteoklas untuk memulai resorpsi tulang alveolar daerah tekanan. Sebaliknya pada daerah tarikan, cairan kanalikuli berkurang sehingga akan merangsang terjadinya apoptosis oleh osteosit pada tulang alveolar daerah tarikan (Amin, 2016).

### *C. Bone Bending or Piezoelectric Theory*

Bone bending pada tulang alveolar pertamakali dikemukakan oleh Farrar (1988). Alat ortodonti aktif akan menghasilkan potensial listrik yang disebut dengan piezoelektrik. Aliran listrik itu diduga akan memberi muatan kepada suatu makromolekul untuk berinteraksi dengan suatu reseptor pada dinding sel, sehingga sel yang berperan dalam proses remodeling akan bereaksi (Gambar 2.2) (Ardhana, 2010).

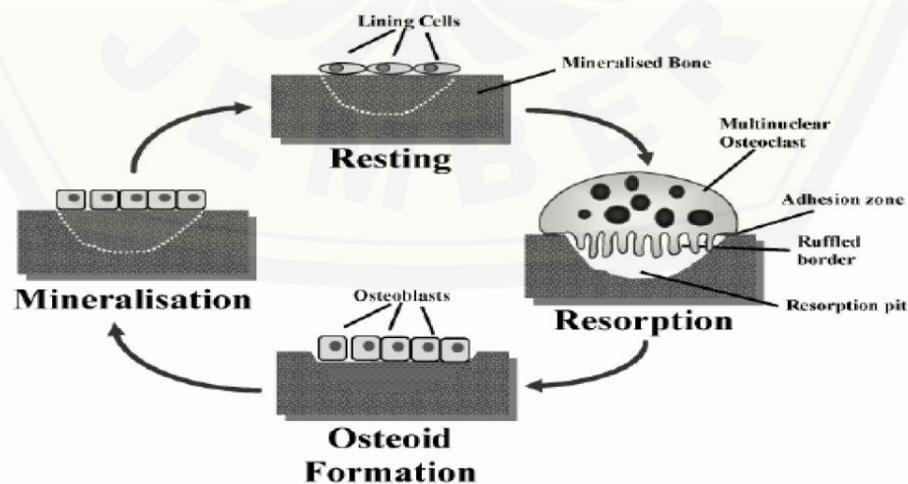


Gambar 2.2 Fenomena biologis gerakan gigi (Ardhana, 2010)

Piezoelektrik sering ditemukan pada material kristalin. Sumber srtuktur kristal terdapat pada mineral tulang, kolagen, hidroksi apatit, serta batas antara kolagen hidroksiapatit dan mukopolisakarida pada substansi dasar. Pada saat gigi diberi tekanan, tulang alveolar di sekitarnya akan mengalami tekukan. Daerah yang cekung diasosiasikan dengan arus negatif dan menyebabkan deposisi tulang sedangkan daerah yang cembung diasosiasikan dengan arus positif dan menyebabkan resorpsi tulang. Mekanisme pasti mengenai piezoelektrik terhadap remodeling tulang sampai saat ini masih belum jelas (Amin, 2016).

### 2.3 Remodeling Tulang Alveolar

Tulang adalah jaringan aktif yang secara metabolik mengalami remodeling melalui dua proses, yaitu pembentukan (formasi) dan penyerapan (resorpsi) tulang (Gambar 2.3). Proses ini bergantung pada aktivitas osteoblas, osteoklas, dan osteosit. Osteoblas berperan aktif dalam proses formasi, osteoklas berperan dalam proses resorpsi (Seibel, 2005).



Gambar 2.3 Formasi dan resorpsi dalam remodeling tulang (Seibel, 2005)

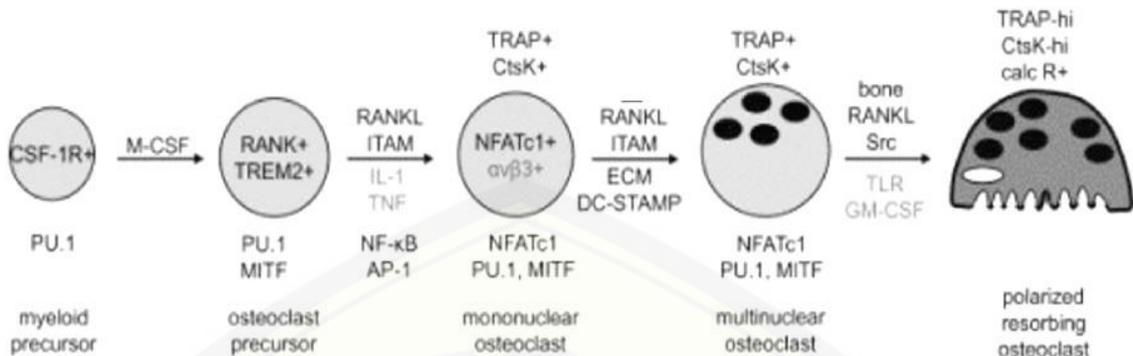
Proses remodeling mengontrol pembentukan kembali atau penggantian tulang selama pertumbuhan tulang, proses penyembuhan patah tulang, dan kerusakan mikro yang terjadi selama aktivitas. Remodeling juga merupakan respon fungsional akibat beban mekanis. Dalam remodeling tulang terjadi proses resorpsi tulang dan pembentukan tulang yang berlangsung secara terkoordinasi dan seimbang (Kini dan Nandesh, 2012):

## 2.4 Penyerapan Tulang (Resorpsi)

Resorpsi tulang merupakan proses morfologi yang kompleks dimana terjadi erosi atau pengurangan pada permukaan tulang oleh sel raksasa *multinucleated* (osteoklas). Faktor lokal dan sistemik mengatur ketinggian dan kepadatan tulang secara seimbang sehingga terjadi pembentukan dan resorpsi tulang. Saat terjadi resorpsi, maka ketinggian tulang, kepadatan tulang, ataupun keduanya menjadi berkurang (Carranza, 2002). Resorpsi tulang alveolar juga dapat dimulai melalui aktivasi mediator inflamasi. Mediator inflamasi akan menstimulasi pembentukan sel osteoklas baru dari sel prekursor atau meningkatkan kemampuan resorpsi sel (Klaus dkk, 1989). Resorpsi tulang yang dimediasi oleh osteoklas hanya memakan waktu sekitar 2- 4 minggu selama setiap siklus remodeling (Rucci, 2008).

Osteoklas adalah sel berinti banyak yang berfungsi dalam penyerapan tulang. Sel-sel ini membebaskan kalsium pada tulang untuk mempertahankan konsentrasi kalsium serum normal. Osteoklas berasal dari *haematopoietik stem cells* telah melalui proses osteoklastogenesis. Pada osteoklastogenesis (Gambar 2.4), sel prekursor akan terstimulasi *macrophage colony-stimulating factor* (M-CSF) sehingga mengubah sel prekursor myeloid menjadi prekursor osteoklas yang akan mengekspresikan RANK (*Receptor activator of NF- $\kappa$ B*) dan reseptor TREM2 (*Triggering receptor expressed by myeloid cells-2*) stimulasi RANK ligand (RANKL) serta aktivasi ITAM (*Immunoreceptor tyrosine-based activation motif*) prekursor osteoklas akan berdiferensiasi lebih lanjut menjadi osteoklas mononuklear dan akan menginduksi aktivasi NFATc1 (*Nuclear factor of activated T cells, cytoplasmic 1*) dan ekspresi beberapa gen seperti *TNF-receptor associated protein* (TRAP), *cathepsin K* (CtsK) dan  $\alpha\beta 3$ . Sel osteoklas

mononuklear kemudian mengalami fusi menjadi sel osteoklas multinuklear dan menjalankan fungsi sebagai sel yang aktif meresorpsi (Niroshani *et al.*2012).

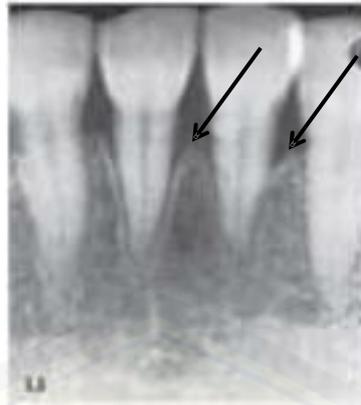


Gambar 2.4 Skema Proses Osteoklastogenesis (Niroshani *et al.*2012)

Resorpsi tulang ini adalah tahap pertama dari siklus remodeling. Pada saat resorpsi terjadi, matriks kolagen akan dicerna oleh enzim proteolitik yang disintesis oleh osteoklas matur (Niroshani *et al.*, 2012). Enzim yang diproduksi oleh osteoklas yaitu (TRAP), cathepsin K, dan kolagenase yang berperan mendegradasi matriks tulang, serta enzim *carbonicanhydrase* yang dapat menurunkan pH untuk melarutkan matriks tulang (Patricia dan Michael, 2006).

## 2.5 Cara Mengamati Resorpsi Tulang Alveolar

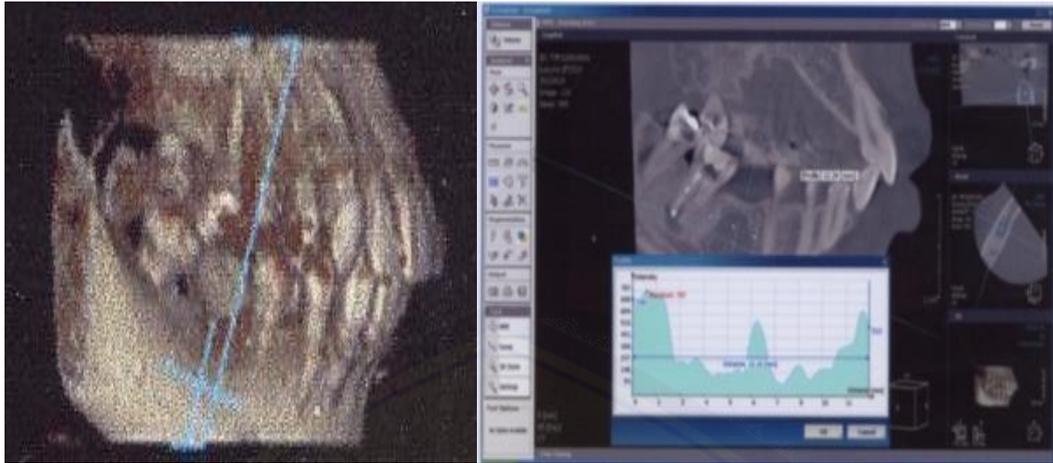
Derajat kehilangan tulang (resorpsi) tidak selalu berhubungan dengan kedalaman poket periodontal, keparahan ulserasi pada dinding poket, dan ada atau tidaknya pus (Carranza, 2002). Oleh karena itu tidak dapat didiagnosa dengan pemeriksaan visual atau inspeksi saja, tetapi juga membutuhkan tes diagnostik yang spesifik seperti pemeriksaan kedalaman poket atau radiografi (John, 2000). Pada pemeriksaan radiografi, kehilangan tulang alveolar ditunjukkan dengan gambaran radiolusen disekitar tulang alveolar (Carrote, 2004) (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Hasil pemeriksaan radiografi pada tulang alveolar yang mengalami resorpsi. Resorpsi tulang alveolar ditunjukkan dengan panah (Saputri, 2018).

Puncak tulang alveolar normalnya berada pada 1-1,5 mm ke arah apikal dari *cemento-enamel junction* (CEJ), sehingga tulang alveolar dapat dikatakan mengalami resorpsi atau kehilangan tulang apabila puncak tulang alveolar berada pada lebih dari batas normal tersebut. Pada gigi posterior, tinggi puncak alveolar sejajar dengan garis yang menghubungkan CEJ yang berdekatan (Whaites, 2002). Pola resorpsi tulang alveolar pada gambaran radiografik yaitu irregular atau kasar seperti digigit tikus (*moth-eaten*) untuk lebih memastikan dapat dilakukan pengambilan gambar radiografi dari sudut horizontal yang berbeda (Mosby, 1997).

Saat ini telah berkembang teknologi radiografi tiga dimensi beresolusi tinggi, yaitu dengan menggunakan alat *Cone Beam Computed Tomography 3-Dimension* (CBCT 3D). Alat tersebut menghasilkan pencitraan secara tiga dimensi yang menampilkan daerah aksial, koronal, dan sagital, serta dapat mengukur densitas tulang (Yajima, 2006). CBCT 3D menyediakan fitur pengukuran panjang, derajat kemiringan, panjang lengkung rahang, derajat densitas tulang, dan sebagainya. Kelebihan CBCT 3D dibandingkan dengan radiografi yang telah ada sebelumnya yaitu dapat mengukur tebal tulang yang tersisa secara akurat dan detail dalam menampilkan jaringan keras (Araki, 2004).



Gambar 2.6 Gambaran tiga dimensi daerah edentulus gigi 46 (Pramanik, 2015).

Kekurangan radiografi CBCT3D yaitu gambaran jaringan lunak, struktur otot, ligamen, posisi dari diskus dan perlekatannya, serta meniskus tidak tergambar secara detail. Selain itu, penggunaan alat ronsen termasuk CBCT 3D oleh dokter gigi dan dokter gigi spesialis masih rendah (Goaz, 2003).

Pengamatan tulang alveolar juga dapat dilakukan menggunakan pemeriksaan histologis. Tahap persiapan pemeriksaan histologis meliputi pengambilan jaringan pada bagian di rongga mulut dan menanamnya dalam preparat dan diberi zat pewarna, sehingga dengan cara demikian dapat dilihat berbagai macam komponen seluler dari tulang. Salah satu macam pewarnaan dalam pemeriksaan histologi yaitu pewarnaan dengan *Hematoxylen Eosin* (HE). HE merupakan suatu metode pewarnaan yang banyak digunakan dalam pewarnaan histologi, sehingga diperlukan dalam diagnosis medis dan penelitian. Setelah diwarnai, komponen seluler pada tulang menjadi lebih mudah terlihat (Mills, 2007).

## 2.6 Kopi

Kopi menjadi salah satu produk yang konsumsinya meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia (AEKI) tahun 2014, tercatat dalam periode tahun 2008 – 2012 meningkat sebesar 9,1% atau rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya 2,3% (AEKI, 2014).

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea sp.*) menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Tracheobionta  
Super Divisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Sub Kelas : Asteridae  
Ordo : Rubiales  
Famili : Rubiaceae  
Genus : Coffea  
Spesies : *Coffea sp.* (*Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica*, *Coffea excelsa*) (Rahardjo, 2012).

Terdapat 4 jenis kopi, yakni kopi arabika (*Coffea arabica*), kopi robusta (*Coffea canephora*), kopi liberika (*Coffea liberica*), kopi excelsa (*Coffea excelsa*) (Afriliana, 2018). Dua spesies kopi yang sering dibudidayakan dan memberikan nilai ekonomis yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Jenis kopi arabika memiliki cita rasa yang tinggi dan kadar kafein yang lebih rendah dari kopi robusta (Tabel 2.6) sehingga harganya lebih mahal. Kualitas rasa kopi robusta dibawah kopi arabika namun kopi robusta lebih tahan terhadap penyakit karat daun, sehingga luas area perkebunan dan produksi kopi robusta lebih besar daripada kopi arabika (Rahardjo, 2012).

Tabel 2.7 Kandungan kimia yang terdapat pada kopi arabika dan robusta (Farah, 2012)

Komponen	Konsentrasi (g/100g)		Konsentrasi (g/100g)	
	Green <i>Coffea</i>	Roasted <i>Coffea</i>	Green <i>Coffea</i>	Roasted <i>Coffea</i>
	<i>arabica</i>	<i>Arabica</i>	<i>canephora</i>	<i>canephora</i>
Sukrosa	6.0-9.0	4.2-tr	0.9-4.0	1.6-tr
Gula Pereduksi	0.1	0.3	0.4	0.3
Polisakarida	34-44	31-33	48-55	37
Lignin	3.0	3.0	3.0	3.0
Pectin	2.0	2.0	2.0	2.0
Protein	10.0-11.0	7.5-10	10.0-11.0	7.5-1.0
Asam Amino Bebas	0.5	Tidak terdeteksi	0.8-1.0	Tidak terdeteksi
Kafein	0.9-1.3	1.1-1.3	1.5-2.5	2.4-2.5
Trigonelline	0.6-2.0	1.2-0.2	0.6-0.7	0.7-0.3

Konsumsi kopi dapat memberikan pengaruh terhadap tubuh. Kopi dapat bermanfaat sebagai antioksidan. Kandungan antioksidan pada kopi lebih banyak daripada teh dan coklat. Kopi juga dapat merangsang kinerja otak dan kanker. Selain memiliki kelebihan, kopi juga memiliki kekurangan yaitu mengandung kafein dan asam organik yang tinggi. Kandungan kafein pada biji kopi berbeda-beda tergantung pada jenis kopinya dan kondisi geografis dimana biji kopi tersebut ditanam. Kandungan kafein dan asam yang berlebih dapat berdampak negatif bagi kesehatan. Pada beberapa orang mempunyai lambung yang sensitif, sehingga kopi bisa menyebabkan sakit perut (Farida, 2013).

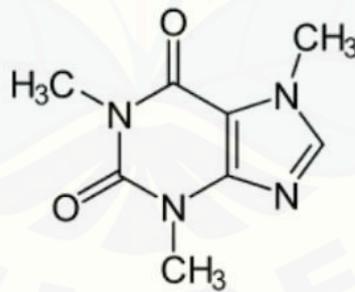
Kopi mengandung komponen kimia seperti kafein, asam klorogenat, trigonelin, karbohidrat, lemak, asam amino, asam organik, aroma volatile dan mineral (Hidgon, 2006). Golongan asam pada kopi akan mempengaruhi mutu dan memberikan aroma serta cita rasa yang khas. Asam yang dominan adalah asam klorogenat, baik pada biji kopi maupun pada kopi yang telah disangrai. Selama

penyangaian sebagian besar asam klorogenat menjadi asam kafeat dan asam kuintat (Yusianto, 2014).

## 2.7 Kafein

Kafein (1,3,7-trimethyl xanthine) (Gambar 2.7), telah banyak diteliti sebagai bahan yang mempunyai efek farmakologis pada tubuh manusia. Kafein merupakan salah satu senyawa kimia yang terkandung dalam kopi (Tabel 2.6). Kafein dalam kondisi murni berupa serbuk putih berbentuk kristal prisma hexagonal, dan merupakan senyawa tidak berbau. Kafein tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma kopi, dan hanya memberikan rasa pahit sekitar 10-30% dari seduhan kopi (Hastuti, 2018).

Kafein pada kopi robusta lebih besar daripada kafein pada kopi arabika, baik pada biji kopi yang masih hijau maupun biji kopi yang telah disangrai (Farah, 2012). Kopi Arabika mengandung kafein 0,4 – 2,4% dari total berat kering sedangkan kopi Robusta mengandung kafein 1 – 2% dan asam organik 10,4%. Kandungan standar kafein dalam secangkir kopi seduh yaitu 0,9 – 1,6% pada kopi Arabika, 1,4 – 2,9% pada kopi Robusta, dan 1,7% pada campuran kopi Arabika dan kopi Robusta dengan perbandingan 3 : 2 (Farida, 2013).



Gambar 2.8 Struktur molekul kafein (Afriliana, 2018)

Berdasarkan *Food Drug Administration* (FDA) yang diacu dalam Liska (2004) dosis kafein yang diizinkan yaitu 100-200 mg/hari. Minum kopi dengan jumlah sedang tidak mengganggu kesehatan atau bayi dalam kehamilan dan dianjurkan untuk mengonsumsi kafein tidak lebih dari 300 mg per hari atau lebih kurang setara dengan 3 cangkir kopi (Hastuti, 2018). Absorpsi kafein dari aliran darah sangat cepat dan mencapai 99% pada manusia yaitu sekitar 45 menit setelah

diingesti. Penyerapannya tidak sempurna apabila dikonsumsi sebagai kopi dengan 90% kandungan kafein dalam secangkir kopi akan diabsorpsi dalam waktu 20 menit setelah diminum. Kafein yang diabsorpsi kemudian akan didistribusikan ke seluruh tubuh (Afriliana, 2018).

Konsumsi kafein berlebih dapat menyebabkan warna gigi berubah, bau mulut, meningkatkan stress dan tekanan darah jika banyak mengonsumsi di pagi hari, insomnia, serangan jantung, stroke, kemandulan pada pria, gangguan pencernaan, kecanduan dan bahkan penuaan dini. Kafein juga merupakan salah satu penyebab utama sakit kepala. Perempuan yang minum dua cangkir kopi atau lebih per hari dapat meningkatkan resiko terkena pengeroposan tulang (osteoporosis) (Hastuti, 2018).

## **2.8 Pengaruh Kafein terhadap Resorpsi Tulang**

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsumsi minuman yang mengandung kafein, salah satu komponen utama dalam kopi, berkaitan dengan kerja sistem saraf pusat, kerja otot jantung, meningkatkan output ekskresi urin, dan relaksasi otot polos (Indah, 2011). Selain itu, kafein juga mempengaruhi penurunan kepadatan massa tulang, meningkatnya resiko fraktur pada tulang, osteoporosis, dan penyakit periodontal (Tsuang, 2006). Penelitian yang dilakukan oleh Wink yang diacu dalam Liu (2011) mengatakan bahwa tikus yang masih berusia muda dan aktif tumbuh yang diberi perlakuan kafein mengalami pertumbuhan tulang yang lambat.

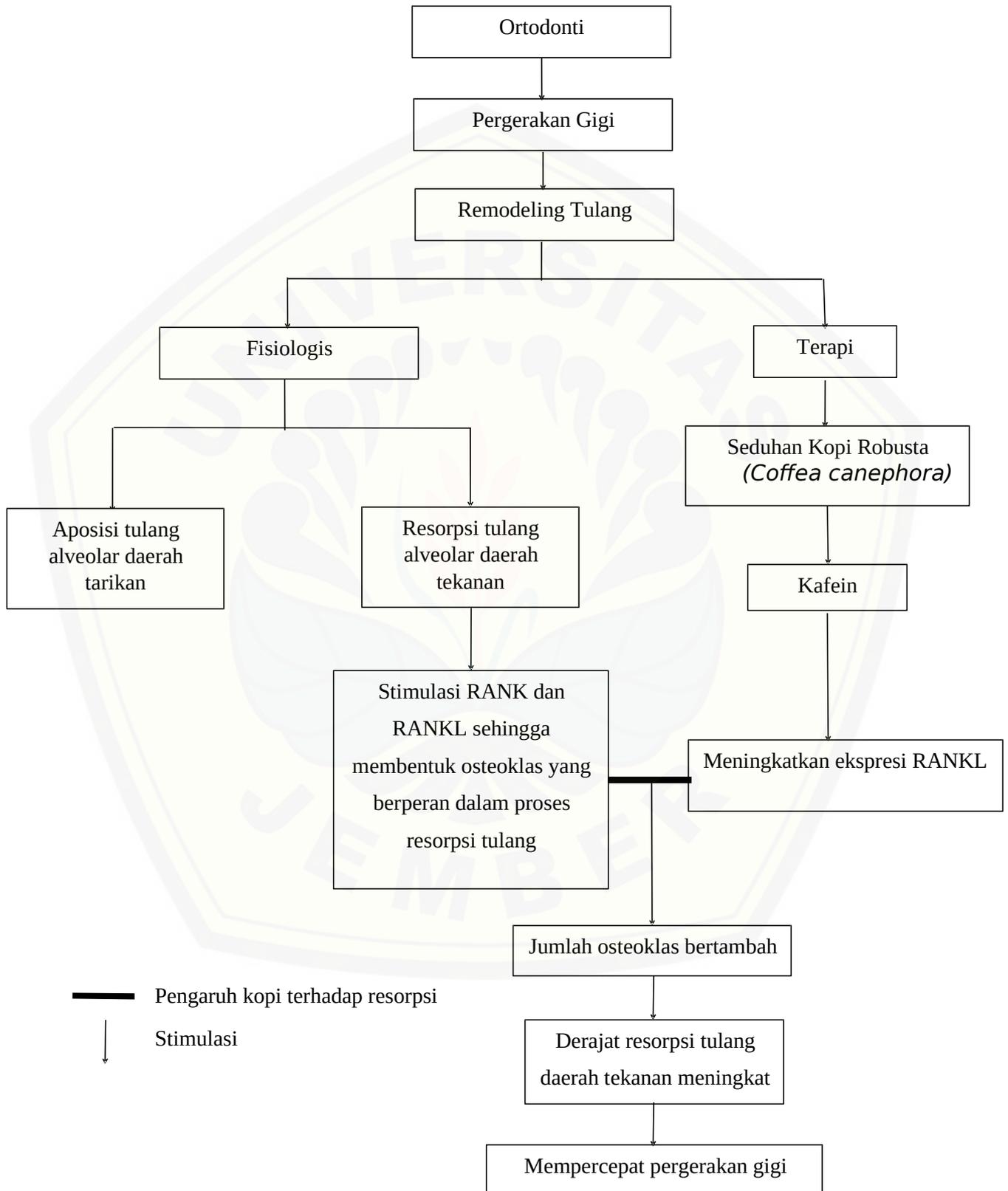
Berkaitan dengan metabolisme pada tulang, Kafein mampu mengikat reseptor adenosin, memodulasi reseptor lain seperti glukokortikoid, insulin, estrogen, androgen, vitamin D, cannabinoid, glutamat dan reseptor adrenergik, yang diekspresikan oleh osteoblas dan sel osteoprogenitor yang mempunyai peran penting dalam diferensiasi sel osteoblas yang menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah RANKL sehingga proses osteoklastogenesis juga meningkat (Costa, 2011). Vitamin D diketahui dapat merangsang ekspresi RANKL pada sel seperti osteoblas dan sel stroma sumsum tulang. RANKL selanjutnya akan berikatan dengan RANK pada prekursor osteoklas dan memicu diferensiasi prekursor osteoklas menjadi osteoklas aktif (Wang, 2014).

Berdasarkan penelitian terdahulu, terbukti bahwa kafein meningkatkan ekspresi RANKL, produksi M-CSF, COX-2, dan PGE2 sehingga menginisiasi meningkatnya derajat resorpsi. Selain itu, kafein juga dapat meningkatkan diferensiasi osteoklas pada *bone marrow hemopoietic stem cell* dan menurunkan *Bone Mineral Density* (BMD). Kafein bekerja menurunkan pembentukan osteoblas dengan cara menekan ekspresi osteoprotegerin (OPG) sehingga akan meningkatkan osteoklastogenesis dan penyerapan tulang. Rasio RANKL dan OPG sangat berpengaruh terhadap metabolisme tulang. Jika jumlah RANKL lebih besar dari OPG maka akan terjadi resorpsi tulang (Liu, 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Herniyati juga menyebutkan bahwa terjadi peningkatan jumlah RANKL dan osteoklas pada kelompok tikus yang diberi perlakuan pemasangan seperangkat alat ortodonti dan diberi kafein sebanyak 1,37mg/100gBB (setara dengan jumlah kafein dalam 1 cangkir kopi orang dewasa) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya diberi perlakuan pemasangan alat ortodonti. Selain itu, penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa kafein meningkatkan jumlah osteoklas lebih banyak pada tulang alveolar daerah tekanan daripada tulang alveolar di daerah tarikan (Herniyati, 2016).

## 2.9 Kerangka Konseptual Penelitian

### 2.9.1 Bagan Kerangka Konsep



Gambar 2.9 Kerangka Konsep

### 2.9.2 Penjelasan Kerangka Konsep

Perawatan ortodonti menyebabkan gigi bergerak sesuai dengan gaya mekanik yang dihasilkan oleh alat ortodonti. Pergerakan gigi ortodonti didasarkan atas suatu prinsip bahwa apabila tekanan diberikan cukup lama maka akan terjadi remodeling tulang dan jaringan periodontal sehingga tulang akan terbagi menjadi daerah tekanan, yaitu daerah tulang yang tertekan akibat gaya mekanik ortodonti dan daerah tarikan, yaitu daerah tulang yang berlawanan dengan arah gaya mekanik ortodonti. Tulang daerah tekanan akan mengalami resorpsi melalui pembentukan osteoklas, diikuti dengan aposisi atau pembentukan tulang kembali pada daerah tarikan, sehingga gigi dapat berpindah tempat. Namun, pergerakan gigi ortodonti yang sedemikian rupa membutuhkan waktu yang lama sehingga perlu inovasi untuk mempercepat pergerakan gigi yaitu dengan menggunakan ekstrak kopi robusta (*Coffea canephora*)

Salah satu komponen utama yang terkandung dalam kopi adalah kafein. Kopi robusta terbukti mengandung kafein yang lebih banyak dibandingkan jenis kopi lain. Pada metabolisme tulang, kafein dapat menyebabkan peningkatan jumlah RANKL sehingga kafein dapat berperan dalam osteoklastogenesis dengan meningkatkan jumlah osteoklas. Jumlah osteoklas yang bertambah akan memicu terjadinya peningkatan derajat resorpsi pada tulang alveolar daerah tekanan gigi yang dikenai gaya ortodonti sehingga diharapkan dapat mempercepat proses pergerakan gigi dalam perawatan ortodonti.

### 2.10 Hipotesis

Berdasarkan uraian diatas, diduga kopi robusta dapat meningkatkan derajat resorpsi tulang daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi ortodonti

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental laboratoris (Notoatmojo, 2002).

### 3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *The PostTestOnly Control Group Design*, yaitu rancangan penelitian yang memungkinkan peneliti mengukur pengaruh perlakuan (intervensi) pada kelompok eksperimen dengan cara membandingkan dengan kelompok kontrol (Notoatmojo, 2002).

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 – November 2018.

Penelitian ini dilaksanakan di :

- a. Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, untuk keseluruhan proses perlakuan hewan coba dan pengambilan jaringan penelitian.
- b. Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, untuk proses pembuatan preparat histologi dan pemeriksaan
- c. Laboratorium Zoologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember untuk pembacaan preparat jaringan.

### 3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam suatu penelitian merupakan kumpulan individu atau obyek yang menggambarkan sifat - sifat umum. Dalam penelitian ini populasi penelitiannya adalah hewan coba marmut dengan ketentuan:

- a. Marmut spesies *Cavia cobaya*
- b. Kondisi fisik sehat
- c. Berat badan 500 gram

d. Umur 3-4 bulan

### 3.4.2 Sampel Penelitian

#### a. Kriteria Sampel Penelitian

Pemilihan sampel penelitian dengan menggunakan *Purposive Sampling* atau *Judgmental Sampling* merupakan cara penarikan sampel yang dilakukan dengan memilih subjek berdasarkan kriteria spesifik yang ditetapkan peneliti (Arikunto, 2010). Adapun kriteria sampel, antara lain:

##### 1. Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah spesies marmut yang digunakan dalam penelitian marmut *Cavia cobaya* jenis kelamin jantan, kondisi fisik sehat, berat badan 500 gram, umur 3-4 bulan.

##### 2. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi adalah tikus yang mati selama penelitian.

##### 3. Drop out

Hewan coba dinyatakan *drop out* apabila marmut mati selama penelitian dan spesimen tidak dapat diamati.

#### b. Besar Sampel Penelitian

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 4 ekor marmut tiap kelompok. Adapun besar sampel didapat dari perhitungan rumus sebagai berikut (Daniel, 2005) :

$$n = \frac{Z^2 \times \sigma^2}{d^2}$$

Keterangan :

n : jumlah sampel minimum

$\sigma$  : standar deviasi sampel

d : kesalahan yang masih dapat ditoleransi, diasumsikan  $d = \sigma$

Z: konstanta pada tingkat kesalahan tertentu, jika  $\alpha = 0,05$  maka  $Z=1,96$

Perhitungan :

$$n = \frac{Z^2 \times \sigma^2}{d^2}, \text{ diasumsikan } d = \sigma, \text{ maka } n = Z^2$$

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

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

sampel penelitian yang berjumlah 4 tersebut, ditambahkan dengan faktor koreksi dengan rumus sebagai berikut ( Usman dan Akbar, 2008) :

$$N = \frac{n}{(1-f)}$$

Keterangan :

N : besar sampel setelah dikoreksi

n : jumlah sampel minimum

f : perkiraan terjadinya *drop out* pada sampel sebesar 20% (0,20)

maka didapatkan hasil :

$$N = \frac{4}{(1-0,2)}$$

$$= \frac{4}{0,8}$$

$$= 5$$

Berdasarkan rumus di atas, sampel yang digunakan sebanyak 5 ekor pada masing – masing kelompok sehingga jumlah sampel yang digunakan sebanyak 20 ekor yang terbagi dalam 4 kelompok.

### 3.5 Identifikasi Variabel Penelitian

#### 3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah seduhan kopi.

#### 3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah derajat resorpsi tulang alveolar.

### 3.5.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

- a. Jenis makanan hewan coba
- b. Berat badan hewan coba
- c. Kriteria hewan coba
- d. Alat Ortodonti dan cara pemasangan
- e. Prosedur penelitian
- f. Dosis kopi

## 3.6 Definisi Operasional

### 3.6.1 Seduhan Kopi

Seduhan kopi merupakan hasil pelarutan bubuk kopi kering dari kopi robusta (*Freeze Dried Ekstrak*) sebanyak 87,5 mg/hari dengan aquades 3 ml kemudian diaduk rata dan diberikan kepada hewan coba perlakuan dengan menggunakan sondase lambung. Waktu pemberian seduhan kopi kering bubuk ini adalah setiap hari selama 14 dan 21 hari.

### 3.6.2 Gaya Mekanis Ortodonti

Gaya mekanis yang diberikan pada gigi melalui alat ortodonti dengan kekuatan yang diberikan sebesar 5,25 gram = 0,00525 N. Kekuatan tersebut diperoleh dengan cara memasang alat ortodonti pada gigi yang dan mengkompres *open coilspring* dari 5 mm menjadi 3 mm (Bourke *et al.*, 2010).

### 3.6.3 Derajat Resorpsi

Derajat resorpsi menunjukkan tingkat keparahan resorpsi yang dinilai berdasarkan kedalaman resorpsi tulang daerah tekanan. Resorpsi dilihat pada sediaan tulang alveolar marmut (*Cavia cobaya*) pasca pemberian gaya mekanis ortodonti dengan pewarnaan *Haematoksilin-Eosin* perbesaran mikroskop 4x. Pengukuran dilakukan dari puncak tulang alveolar daerah tarikan ditarik garis imajiner ke puncak tulang alveolar daerah tekanan sehingga didapatkan besar derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan.

### 3.7 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.7.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- a. Hewan coba yaitu marmut (*Cavia cobaya*)<sup>1)</sup>tan
- b. Seduhan kopi kering bubuk dari biji kopi robusta (PTPN X Jember, Indonesia)
- c. Ketamin (*Ilium, Australia*)
- d. *Aquadest (WIDA, Indonesia)*
- e. *Buffered Neutral Formalin* (Millipore, Germany)
- f. Asam Formiat 10% (*Ultradent, Germany*)
- g. Alkohol 70%, 80% 90%, 95%, 96%, 100% (*Kimia Farma, Indonesia*)
- h. *Xylol (Millipore, Germany)*
- i. *Meyer egg albumin (Medsupplypartners, USA)*
- j. *Paraffin solid (Histoplast, USA)*
- k. *Haematoksin Eosin (Millipore, Germany)*
- l. *Entellan/Canada Balsam (Millipore, Germany)*
- m. Label (*Self Adhesive Labels Indonesia*)
- n. Kertas saring (*Whatman, England*)
- o. Pakan standar untuk hewan coba (*Turbol Indonesia*)
- p. Air mineral (*Aqua Indonesia*)
- q. *Aquadest steril (Aqua Bidest Steril, Indonesia)*
- r. *Glass Ionomer type IX (Fuji, Japan)*
- s. Braket (*Ortho-technology, Australia*)
- t. *Matriks bar (Ortho-technology, Australia)*
- u. *Elastomeric O-ring (Ortho-technology, Australia)*
- v. *Nickel-titanium open coil springs*, diameter 0,03 inch (*Ortho-technology, Australia*)
- w. Kawat ligator (*Ortho-technology, Australia*)
- x. *Wire tipe nickel-titanium, round* dengan diameter 0,016 inch (*Ortho-technology*)

### 3.7.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Kandang pemeliharaan hewan coba (*Lion Star, Indonesia*)
- b. Tempat makan dan minum hewan coba (*Lion Star Indonesia*)
- c. *Welding machine*
- d. Tabung spittoon (*Lion Star Indonesia*)
- e. Timbangan digital (*Lucky Indonesia*)
- f. *Syringe (Pro-Ject, Indonesia)*
- g. Gelas ukur (*Pyrex, Japan*)
- h. *Beaker glass (Pyrex, Japan)*
- i. *Blade Scalpel (Dentica, USA)*
- j. *Scalpel (Dentica, USA)*
- k. Alat potong tulang/*knable*ang (*Yamaco, Japan*)
- l. Pinset anatomi (*Dentica, USA*)
- m. Botol untuk dekalsifikasi (*Lion Star Indonesia*)
- n. Mikrotom (*Roundfir, China*)
- o. *Waterbat (Roundfir, China)*
- p. *Paraffin dispenser (Roundfir, China)*
- q. *Base mould (Vision, Indonesia)*
- r. *Cold plate (Lytron, USA)*
- s. *Slide warmer (Tissue-tek, Japan)*
- t. Mikroskop Binokuler (*Olympus photo slide BX51, Cam DP71 12 mpx*)
- u. Kamera Optilab® (*Advance Plus Edition*)
- v. Oven (*Memmert, Germany*)
- w. *Object glass and Deck glass (Sail Brand, China)*
- x. Sarung tangan dan masker (*Sensi Glove, Indonesia*)

## 3.8 Prosedur Penelitian

### 3.8.1 Persiapan *Ethical Clearance*

Keterangan kelaikan etik penelitian yang diproses agar peneliti dapat melakukan penelitian dengan serangkaian kegiatan pada hewan coba. Keterangan kelaikan etik penelitian ini dikeluarkan oleh Komisi Etik

Penelitian Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan Nomor : 1150/H25.1.11/KE/2017

### 3.8.2 Persiapan Hewan Coba

Hewan coba dilakukan aklimatisasi selama satu minggu sebelum diberikan perlakuan untuk proses adaptasi dengan tempat tinggal dan makanan. Marmut diberi makanan berupa pakan standart merek turbo serta air minum aquades. Sebelum dilakukan perlakuan tiap marmut ditimbang berat badannya dan diamati kesehatannya meliputi gerakan, berat badan, pola makan dan minum. Berat badan hewan coba ditimbang dengan menggunakan timbangan digital sampai memenuhi 500 gram per ekor. Hal ini bertujuan untuk memperoleh keseragaman dalam melakukan penelitian selain itu marmut dengan berat badan tersebut lebih kuat dan tidak mudah sakit apabila diberikan perlakuan seperti aplikasi gaya mekanis ortodonti.

### 3.8.3 Pembagian Kelompok Perlakuan

Hewan coba yang sudah diadaptasikan akan dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu:

- a. Kelompok A (5 ekor) merupakan kelompok kontrol yang diberi induksi alat mekanis berupa pemasangan alat ortodonti selama 14 hari.
- b. Kelompok B (5 ekor) merupakan kelompok kontrol yang diberi induksi gaya mekanis berupa pemasangan alat ortodonti selama 21 hari.
- c. Kelompok C (5 ekor) merupakan kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis berupa pemasangan alat ortodonti dan seduhan kopi robusta selama 14 hari.
- d. Kelompok D (5 ekor) merupakan kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis berupa pemasangan alat ortodonti dan seduhan kopi robusta selama 21 hari.

### 3.8.4 Persiapan Seduhan Kopi

Bahan seduhan kopi diperoleh dari kopi bubuk robusta yang diproduksi oleh PTPN X Jember. Dosis seduhan kopi pada manusia adalah 1 sendok makan kopi bubuk sebesar 10 gram dilarutkan dalam 150 ml air/1 cangkir.

Selanjutnya seduhan kopi dibuat menjadi seduhan kopi kering (*Freeze Dried Ekstraqt*) Tahapan pembuatan (*Freeze Dried Ekstraqt*) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

- a. Melarutkan 10 gram bubuk kopi dalam 150 ml aquades panas/mendidih,
- b. Mengaduk larutan hingga homogen,
- c. Menyaring larutan dengan kertas saring,
- d. Mengeringkan filtrat dengan menggunakan *freeze dryer*
- e. Menimbang berat ekstrak kering yang didapatkan dari proses pengeringan dan diperoleh berat sebesar 2,27 g.
- f. Kopi yang diberikan pada satu hewan coba sebanyak 87,5 mg/hari yang kemudian dilarutkan dalam 3 ml aquades steril.

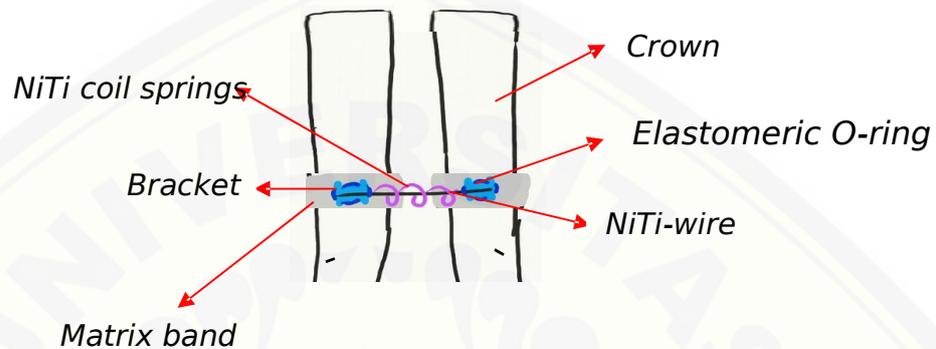
### 3.8.5 Cara Kerja Penelitian

#### 1. Persiapan dan Pemasangan Alat Ortodonti

Braket ortodonti untuk hewan coba marmut (*Cavia cobaya*)<sup>1</sup> dibuat dengan *full technique bracket* atau *matriks band* ukuran lebar 2,5 mm dipotong selanjutnya braket diwelding menggunakan *welding machine* di tengah – tengah matriks band kemudian dilingkarkan dengan diameter  $\pm 3\text{mm}$  (sesuai dengan gigi marmut) dan diwelding kembali pada 2 titik. Welding berfungsi merekatkan antara satu permukaan matriks dengan permukaan matriks lain, atau merekatkan matriks dengan braket.

Pemasangan alat ortodonti dilakukan menggunakan anestesi. Marmut diletakkan pada meja untuk melakukan pemasangan braket ortodonti. Sebelumnya insisal gigi antagonis dari marmut dipotong 2 mm, agar saat oklusi gigi antagonis tidak berkontak dengan braket sehingga braket tidak mudah lepas. Braket ortodonti yang telah di welding kemudian diinsersikan ke gigi insisif kanan dan kiri RB marmut, jika telah sesuai dilakukan fiksasi menggunakan *glass ionomer* tipe I. Selanjutnya, *nickel-titanum (NiTi) wire* diameter 0,016 inch tipe *round* dipotong 1 cm setelah itu dimasukkan ke slot bracket dan diligasi pada satu sisi

menggunakan *elastomeric O-ring* kemudian *nickel-titanium (NiTi) open coil springs* diameter 0,03 inch diinsesikan pada wire. Setelah itu dikompres 60% (52,5 gram) diligasi pada sisi satunya. Lalu sisa wire dipotong selanjutnya sisi distal gigi marmut diberi semen agar tidak melukai jaringan lunak di sekitarnya dan dipasang *elastomeric O-ring* pada gigi yang kedua.



Gambar 3.1 Alat ortodonti di antara insisal dan CEJ gigi insisivus marmut.

## 2. Pemberian Seduhan Kopi Robusta

Seduhan kopi kering bubuk yang telah disiapkan sesuai penghitungan dosis, diletakkan pada tabung spitton yang telah diberi label nomor sampel hewan coba, berat badan hewan coba, dan dosis. Satu persatu seduhan kopi kering bubuk dilarutkan dengan 3 ml aquades dan diaduk rata. Selanjutnya diberikan kepada kelompok marmut perlakuan dengan cara sondase pada lambung menggunakan sonde lambung marmut supaya penyerapan kopi dalam tubuh lebih optimal. Sondase seduhan kopi pada marmut dilakukan setiap hari pada sore hari selama 14 dan 21 hari.

## 3. Pengambilan Jaringan Gigi beserta Jaringan Periodontal

Hewan coba dari semua kelompok dieuthanasia pada hari ke 15 untuk kelompok A dan C, dan pada hari ke 22 untuk kelompok B dan D dengan cara dibius dengan menggunakan ketamin dengan dosis 45 mg/kgBB marmut (Mannes, 2005). Pengambilan jaringan dilakukan dengan menggunakan *knable* tang dan *scalpel* pada bagian anterior rahang bawah. Jaringan yang diambil untuk penelitian harus segar

artinya, jaringan diambil secepat mungkin setelah hewan coba dieuthanasia (Gambar 3.2) (Muntiha, 2001).



Gambar 3.2 Pengambilan jaringan gigi beserta jaringan periodontal

#### 4. Pembuatan Preparat Jaringan

##### a. Perendaman Jaringan dengan Larutan Buffered Neutral Formalin (BNF) 10%

Jaringan yang sudah terambil, dilakukan fiksasi dengan menggunakan larutan BNF 10% untuk mengawetkan jaringan agar terhindar dari pencernaan jaringan oleh enzim-enzim (otolisis) atau bakteri dan untuk melindungi struktur fisik sel dan mempertahankan morfologi sel seperti semula. Bahan pengawet yang digunakan adalah larutan formalin 10% (Muntiha, 2001). Fiksasi jaringan dilakukan selama minimal 24 jam (Santoso, 2006).

##### b. Perendaman dalam Larutan Dekalsifikasi

Setelah jaringan direndam dalam larutan BNF 10%, selanjutnya dilakukan proses dekalsifikasi dengan tujuan untuk menghilangkan garam-garam kalsium dari jaringan tulang sehingga tulang menjadi lunak, dan memudahkan proses pemotongan. Dekalsifikasi hanya bisa dilakukan apabila jaringan difiksasi dengan sempurna. Dekalsifikasi dilakukan dengan memakai larutan asam formiat 10% selama 7 hari. Setelah proses dekalsifikasi selesai ditandai bahwa jaringan sudah lunak dan siap untuk proses selanjutnya yaitu proses pembuatan preparat. Jaringan

dibersihkan pada air mengalir selama 1,5 jam dengan tujuan untuk menghilangkan larutan dekalsifikasi yang tersisa (Muntiha, 2001).

#### c. Proses Pembuatan Preparat Histologi

Setelah proses dekalsifikasi dilakukan, maka dilakukan pemrosesan jaringan yang berfungsi untuk mempersiapkan jaringan sebelum dilakukan penyayatan dengan menggunakan mikrotom. Tahapan pemrosesan jaringan adalah sebagai berikut :

##### 1) Dehidrasi

Dehidrasi merupakan penarikan air dari dalam jaringan dengan menggunakan alkohol konsentrasi rendah ke tinggi/bertingkat (Syafriadi, 2008). Tahapan dehidrasi dilakukan dengan memasukkan jaringan ke dalam larutan alkohol 70% selama 2 jam, alkohol 80% selama 2 jam, alkohol 95% selama 2 jam, selanjutnya jaringan dimasukkan ke dalam 3 wadah berisi alkohol 96% masing-masing selama 2 jam (Anondo, 2015).

##### 2) *Clearing*

*Clearing* merupakan proses penjernihan jaringan menggunakan bahan-bahan *clearing* yaitu *xylol* (Syafriadi, 2008). Tahapan *clearing* dilakukan dengan memasukkan jaringan ke dalam *xylol* yang berisi dalam 3 wadah masing masing selama 1 jam, 1 jam dan 2 jam (Anondo, 2015).

##### 3) Impregnasi

Impregnasi merupakan proses infiltrasi bahan *embedding* dalam jaringan (Syafriadi, 2008). Caranya yaitu jaringan dibungkus dengan kertas saring yang sudah diberi label untuk menghindari kekeliruan identitas sampel. Kemudian dimasukkan ke dalam bahan *embedding* yaitu *paraffin solid* 60°C selama 2 jam dan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali (Anondo, 2015).

##### 4) *Embedding*

*Embedding* merupakan proses penanaman jaringan ke dalam suatu bahan *embedding*. Tahapan *embedding* dilakukan dengan cara menyiapkan *base mould* dan kaset pada suhu 60°C, tekan kran

*paraffin* dispenser pada *base mould* sampai volumenya cukup, masukkan spesimen jaringan ke dasar *base mould* dengan menggunakan pinset, letakkan kaset diatas *base mould* yang sudah terisi spesimen jaringan, letakkan *base mould* yang sudah terisi pada *cold plate* tunggu 2-4 menit dan *base mould* akan berbunyi “klik” kemudian letakkan kaset dengan *base mould* dan blok *paraffin* siap untuk dilakukan penyayatan (Anondo, 2015).

5) Pemotongan Jaringan menggunakan Microtom

Blok *paraffin* yang sudah mengandung spesimen jaringan, kemudian dipotong dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 5  $\mu\text{m}$  dari koronal ke arah apikal melewati sumbu gigi sehingga akan terlihat potongan mesial-distal. Potongan tersebut diletakkan secara hati-hati di atas permukaan air dalam *waterbath* bersuhu 46°C, pada kesempatan ini, bentuk irisan dirapikan kemudian diletakkan di atas objek *glass* yang telah diolesi *meyer egg albumin* objek *glass* dimasukkan pada *slide warmer* bersuhu 47°C sampai siap untuk diwarnai (Anondo, 2015).

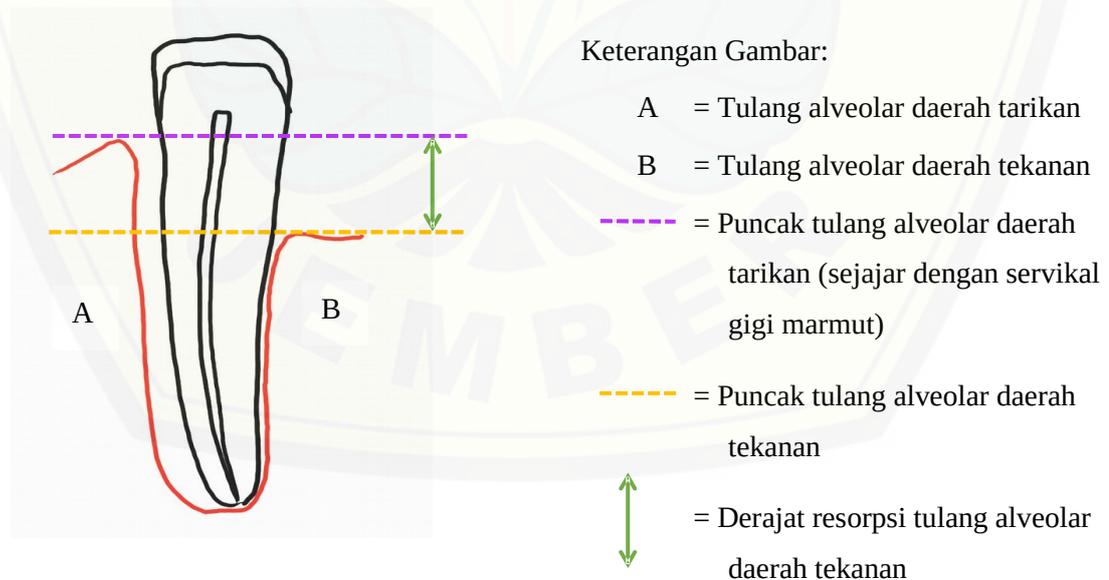
6) Pengecatan *Haematoksin Eosin (HE)*

Sediaan dilakukan deparafinisasi dengan menggunakan larutan *clearing* yaitu sediaan dimasukkan ke dalam *xylol* dalam 3 wadah masing-masing selama 3 menit untuk menghilangkan parafin. Kemudian dilakukan rehidrasi yaitu sediaan dimasukkan ke dalam alkohol bertingkat (100%, 90%, 70%) masing-masing selama 3 menit dan kemudian dicuci dengan air mengalir selama 1 menit. *Object glass* direndam ke dalam larutan *Haematoksin* selama 6-7 menit dan bilas dengan air mengalir selama 1 menit. Selanjutnya *object glass* dimasukkan dalam larutan *Eosin* selama 1-5 menit dan dibilas dengan air mengalir 1 menit. Irisan jaringan dilakukan dehidrasi dengan alkohol bertingkat 70%, 95%, dan 100%, selanjutnya dikeringkan. Proses *clearing* pada jaringan dengan cara direndam dalam *xylol* tiga kali dalam wadah yang berbeda masing-masing selama 3 menit. Preparat diangkat satu

persatu dari *xylo* dalam keadaan basah kemudian diberi satu tetes entellan (*Canada balsam*) dan selanjutnya ditutup dengan kaca penutup (*deck glass*) (Anondo, 2015).

### 5. Pengamatan

Pengamatan preparat histologis dilakukan dengan stereomikroskop dengan perbesaran 4x untuk melihat tulang alveolar pada daerah tekanan, gigi, sampai tulang alveolar daerah tarikan. Hasil pengamatan kemudian difoto menggunakan kamera *Optilab*. Kemudian hasil foto diberi titik-titik dan garis bantu pada masing-masing puncak alveolar crest. Pengukuran resorpsi dilakukan dengan menarik garis antara ujung puncak alveolar crest daerah tekanan ke ujung puncak alveolar crest daerah tarikan dan dicari selisih tingginya menggunakan aplikasi *Image Raster 3.0*. Pengukuran dilakukan dengan tujuan membandingkan resorpsi tulang alveolar antara kelompok kontrol dan perlakuan. Gambaran pada kelompok kontrol digunakan sebagai indikator menentukan ada tidaknya peningkatan derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada kelompok perlakuan.



Gambar 3.3 Pengukuran derajat resorpsi tulang alveolar

#### 6. Tahap Penggunaan aplikasi Image Raster 3.0

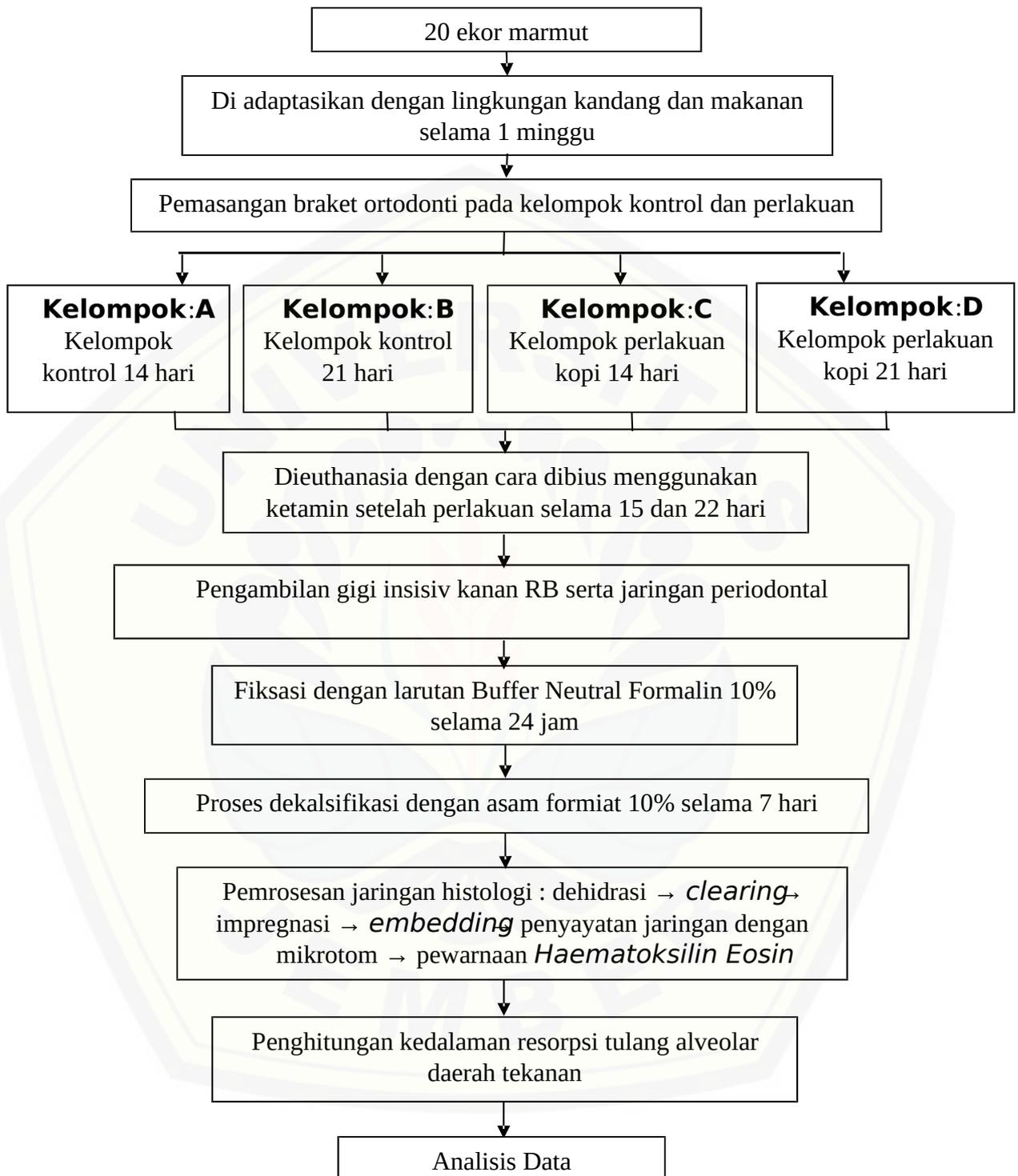
Tahap pengukuran resorpsi tulang alveolar menggunakan aplikasi *Image Raster 3.0* adalah sebagai berikut:

- a. Preparat difoto dengan kamera *Optilab* Foto-foto tersebut kemudian disimpan.
- b. Memberi titik-titik dan garis bantu pada puncak alveolar crest daerah tekanan dan alveolar crest daerah tarikan menggunakan program *Paint 3D*
- c. Membuka program *Image Raster 3.0*.
- d. Buka file foto yang sudah disimpan dengan memilih menu *File* lalu klik *Open Image*
- e. Setting kalibrasi pada aturan *default* dengan mengklik OK saat kotak dialog kalibrasi *default* muncul.
- f. Atur profil gambar yang digunakan agar sesuai dengan perbesaran pada stereomikroskop, yaitu perbesaran 4x.
- g. Klik ikon *Measure* dan tarik garis vertikal antara puncak alveolar crest daerah tarikan ke puncak alveolar crest daerah tekanan. Garis vertikal harus tegak lurus dengan garis bantu yang sudah dibuat. Pada kolom sebelah kanan akan muncul panjang pengukuran resorpsinya.

### 3.9 Analisis Data

Data hasil penelitian ini akan diuji normalitasnya menggunakan uji *SaphiroWilk* dan diuji homogenitasnya dengan uji *Levene* dengan nilai signifikansi 95% ( $p \geq 0,05$ ). Jika data berdistribusi normal dan homogen maka dapat dilanjutkan uji statistik parametrik yaitu uji *One-way Anova* yang merupakan uji parametrik lebih dari 2 sampel bebas untuk menganalisa rata – rata hasil penelitian. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan dilanjutkan dengan uji beda lanjut (*pos hoc test*) yaitu *Least Significant Difference (LSD)* untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan antar kelompok perlakuan. Jika ada salah satu syarat uji parametrik tidak terpenuhi maka dilakukan uji statistik non-parametrik yaitu *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* (Notoatmojo, 2002).

### 3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Alur Penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa seduhan kopi robusta dapat meningkatkan derajat resorpsi pada tulang alveolar gigi marmut daerah tekanan yang diinduksi gaya mekanis ortodonti.

### 5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu dikembangkan dari penelitian ini, antara lain :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan dosis kopi yang lebih bervariasi agar dapat mengetahui potensi kopi dalam mempengaruhi proses pergerakan gigi, mempercepat waktu perawatan ortodonti dan siap diaplikasikan pada penggunaan klinis.
2. Perlu adanya ketelitian yang tinggi dalam proses pembuatan preparat sampel dan prosedur yang baik pada waktu pemrosesan dan pemotongan jaringan sehingga semua komponen yang akan dilakukan pemeriksaan secara mikroskopik dapat terlihat dengan jelas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adilah, *et al.* 2010. Proses Fisiologi Pergerakan Gigi Orthodonti. *Orthodontic Dental Journal*,(1): 8-13.
- AEKI dalam website <http://www.aeki-aice.org/> diakses tanggal 20 November 2018.
- Afriliana, Asmak. 2018. Teknologi Pengolahan Kopi Terkini. Deepublish
- Alawiyah T, Sianita PP. Retensi dalam perawatan ortodonti. *JITEKGI*, 2012;9(2):29- 35.
- Amin, Muhammad Nurul dkk. 2016. Aspek Biologis Pergerakan Gigi secara Ortodonsi. *Stomatognatic (J. K. G Unej)* Vol. 13 No.1 2016: 22--27
- Anondo, I.K. 2015. *Teknik Praktis untuk Jaringan Biotek* CV Dharma Sandi.
- Araki. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRayTM): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofacial Radiology* 2004; 33: 51-9
- Ardhana W. Materi kuliah ortodonsia II. *Biomekanika Ortodonti*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada 2010. H. 1-7.
- Aya, Yajima. Cone beam CT (CB Throne) applied to dentomaxillofacial region. *Bull Tokyo Dent Coll* 2006
- Bourke, Allyson et al. Force characteristics of nickel-titanium open coil springs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010. Vol 138 Number 2
- Costa MA, Barbosa A, Neto E et al. On the role of subtype selective adenosine receptor agonists during proliferation and osteogenic differentiation of human primary bone marrow stromal cells. *J Cell Physiol*. 2011;226:1353-66.
- Farah, Adriana. *Coffee :Emerging Health Effects and Disease Prevention, Edition* John Willey & Sons, Inc and Institute of Food Technologists (USA) : Wiley- Blackwell Publising Ltd; 2012.

- Farida, Ana, E. Ristanti, dan A.C. Kumoro. 2013. Penurunan Kadar Kafein dan Asam Total pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Teknologi Fermentasi Anaerob Fakultatif dengan Mikroba Nopkor MZ-15. Teknik Kimia dan Industri Universitas Diponegoro Semarang. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol.2 No.3
- Goaz PW, White SC. Oral radiology: principles and interpretation. 7th Ed. St. Louis: Mosby Company; 2003. p. 276-80
- Guyton and Hall. 2012. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* in Bahasa: dr. Irawati Setiawan, et al/Jakarta : EGC
- Hastuti, Dewi Septiningtyas. 2018. Kandungan Kafein pada Kopi dan Pengaruh terhadap Tubuh. Kimia FIA Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Herniyati. 2016. Pengaruh Kafein Terhadap Ekspresi RANKL dan Jumlah Osteoklas pada Pergerakan Gigi Ortodonti. Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Jurnal Kedokteran Gigi Vol. 10 No. 1.
- Hidgon, J.V., Frei B. Coffee and Health : a Review of Recent Human Research. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr* ; 46 :101-123
- Indah, T.P. 2011. *Hubungan Mengonsumsi Kopi dengan Kadar Kalsium pada Urin*. Skripsi. Semarang : Universitas Muhammadiyah
- Kini U. dan Nandeesh, B.N. 2012. Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism. *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging* 2, pp 29-57
- Kitaura H, Kimura K, Ishida M, Sugisawa H, Kohara H, Yoshimatsu M, Yamamoto TT. Effect of cytokines on osteoclast formation and bone resorption during mechanical force loading of the periodontal membrane. *The Scientific World Journal* 2014. h.1-7.
- Kusumadewy W. Perbandingan kadar interleukin 1 $\beta$  (1L-1 $\beta$ ) dalam cairan crevikular gingiva anterior mandibular pasien pada tahap awal perawatan ortodonsia menggunakan Braket self-ligating pasif dengan braket konvensional pre-adjusted MBT. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia 2012. H. 33.

Laguhi VA, Anindita PS, Gunawan PN. Gambaran maloklusi dengan menggunakan HMAR pada pasien di rumah sakit gigi dan mulut Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal e-Gigi (eG)* 2014;2(2);1-7.

Lane NE. Bone turnover markers : definitions and clinical use today. International Bone Densitometry Workshop, 2012.

Liu, Shing Hwa., et al. 2011. Caffeine Enhances Osteoclast Differentiation from Bone Marrow Haematopoietic Cells and Reduces Bone Mineral Density in Growing Rats. *Orthopaedic Research Society*. Published by Wiley Periodicals, Inc.

Mills SE. 2007. *Histology for Pathology*. 9th Edition. Philadelphia: lippincott Williams & Wilkins. Page 81-88.

Muntiha, M. 2001. Teknik Pembuatan Histopatologi dari Jaringan Hewan dengan Pewarnaan Hematoksilin dan Eosin (HE). *Temu Teknis Fungsional non Peneliti*

Niroshani S. S., Neil Alles, Kazuhiro Aoki, Keiichi Ohya. 2012. Osteoclast formation and differentiation: An overview. *J Med Dent Sci* 59: 65-74.

Notoatmojo, S. 2002. *Metodologi Penelitian* (Edisi Revisi). Jakarta: PT Rineka Pustaka.

Peng S, and Chun HY. 2011. Effect of caffeine on alveolar bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats. *Journal of Tongji University (Medical Science)*.

Pramanik, Farina dan Ria N. Firman. 2015. Interpretasi cone beam computed tomography 3-dimension dalam pemasangan implan dental di Rumah Sakit Gigi Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran. *Jurnal Dentofasial* Vol. 14 No. 1 Februari 2015: 50-54

Pudyani P.S. 2007. Peran Jaringan Tulang Dalam Menunjang Keberhasilan Perawatan Kelainan Dentofasial Secara Ortodontik. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar* FK. UGM. p. 10

- Rahardjo, Pudji. 2012. KOPI: Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya Group
- Rucci N. 2008. Molecular biology of bone remodelling. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 5(1): 49-56.
- Russell JS. Aesthetic orthodontic brackets. *J Orthod*. 2005; 32:146–163.
- Santoso, H. B. 2006. Struktur Mikroskopis Kartilago Epifisialis Tibia Fetus Mencit (*Mus musculus L.*) dari Induk dengan Perlakuan Kafein. *Bek.Penel. Hayati*12: 69-74
- Syafriadi, M. 2008. *PetunjukPraktikum Patologi Anatomi Degenerasi dan Radang* Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- Seibel MJ. Biochemical markers of bone turnover part I : biochemistry and variability. *Clin Biochem Rev* 2005; 26: 97-122.
- Tsuang Yang-Hwei, Jui-Sheng Sun, Li-Ting Chen, Samuel Chung- Kai Sun and San-Chi Chen. 2006. Direct effects of caffeine on osteoblastic cells metabolism: the possible causal effect of caffeine on the formation of osteoporosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*
- Wang Y, Zhu J, and DeLuca HF. Identification of the vitamin D receptor in osteoblasts and chondrocytes but not osteoclasts in mouse bone. *J Bone Miner Res*. 2014;29:685-92.
- Xie, R., Kuljpers-Jagtman, A. M., Maltha, J. C. 2008. *Osteoclasts Differentiation During Experimental Tooth Movement by a Short-term Force Application: an Immunohistochemical Study in Rats* *Odontologica Scandinavica*, 66:314-320.
- Yi, Jianru., *et al.* 2012. Driking Coffee May Accelerates Orthodontic Tooth Movement Through Enhancing Osteoclastogenesis. *International Association for Dental Reasearch* 3(2): 72-76.
- Yusianto., Dwi N. Mutu Fisik dan Citarasa Kopi Arabika yang Disimpan Buahnya Sebelum di-*Pulping*. *Pelita Perkebunan*; 30(2) : 137-158

**LAMPIRAN****A. Ethical Clearance Penelitian**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

**KOMISI ETIK PENELITIAN**

Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Telp/Fax (0331) 337877 Jember 68121 – Email :  
fk\_unej@telkom.net

**KETERANGAN PERSETUJUAN ETIK**

*ETHICAL APPROVA*

Nomor : 1150 /H25.1.11/KE/2017

Komisi Etik, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul :

*The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University. With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :*

**ANALISIS SELULER DAN MOLEKULER PROSES REMODELING TULANG ALVEOLAR DAN LIGAMEN PERIODONTAL PADA PERGERAKAN GIGI ORTODONTI SETELAH PEMBERIAN EKSTRAK KOPI ROBUSTA**

Nama Peneliti Utama : Dr. drg. Herniyati, M.Kes.  
*Name of the principal investigator*

NIDN : 0006095915

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  
*Name of institution*

Dan telah menyetujui protokol tersebut diatas.  
*And approved the above mentioned proposal.*

Jember, 24 Agustus 2010.  
Ketua Komisi Etik Penelitian

dr. Rini Riyanti, Sp.PK

## B. Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎(0331) 333536, Fak. 331991

Nomor : 4289/UN25.8.TL/2018  
Perihal : Ijin Penelitian

09 NOV 2018

Kepada Yth  
Kepala Bagian Laboratorium Biomedik  
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  
Di  
Jember

Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan ijin guna membuat ekstrak bagi mahasiswa kami dibawah ini :

- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Nama                    | : Ari Intan Praiitno   |
| 2  | NIM                     | : 151610101105   |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2017/2018  |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember  |
| 5  | Alamat                  | : Jl. Mastrip 2 No. 29C Jember   |
| 6  | Judul Penelitian        | : Efek Seduhan Kopi Robusta ( <i>Coffea canephora</i> ) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan pada Gigi Marmut ( <i>Cavia cobaya</i> ) Jantan yang Diinduksi Gaya Ortodonti |
| 7  | Lokasi Penelitian       | : Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember   |
| 8  | Data/alat yang dipinjam | : Kandang marmut, timbangan  |
| 9  | Waktu                   | : Agustus 2018 s/d Selesai   |
| 10 | Tujuan Penelitian       | : Menganalisa efek pemberian kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti.   |
| 11 | Dosen Pembimbing        | : 1. Dr. drg. Herniyati, M.Kes<br>2. Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes   |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



an. Dekan  
Wakil Dekan I,  
**Dr. drg. IDA Susilawati, M.Kes**  
NIP. 196109031986022001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎(0331) 333536, Fak. 331991

Nomor : 404/UN25.8.TL/2018  
Perihal : Ijin Penelitian

16 OCT 2018

Kepada Yth  
Kepala Laboratorium Zoologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember  
Di  
Jember

Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan ijin penelitian bagi mahasiswa kami dibawah ini :

- |    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| 1  | Nama                    | : Ari Intan Prajitno  |
| 2  | NIM                     | : 151610101105  |
| 3  | Semester/Tahun          | : 2017/2018   |
| 4  | Fakultas                | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember   |
| 5  | Alamat                  | : Jl. Mastrip 2 No. 29C Jember  |
| 6  | Judul Penelitian        | : Efek Seduhan Kopi Robusta ( <i>Coffea canephora</i> ) terhadap Derajat Resorpsi Tulang Alveolar Daerah Tekanan Pada Gigi Marmut ( <i>Cavia Cobaya</i> ) yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti |
| 7  | Lokasi Penelitian       | : Laboratorium Zoologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember   |
| 8  | Data/alat yang dipinjam | : Stereo Microscope dan Optilab Camera  |
| 9  | Waktu                   | : Oktober 2018 s/d Selesai  |
| 10 | Tujuan Penelitian       | : Menganalisis efek pemberian kopi robusta terhadap derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya mekanis ortodonti.                                     |
| 11 | Dosen Pembimbing        | : 1. Dr. drg. Hj. Herniyati, M.Kes<br>2. Dr. drg. Sri Hernawati, M.Kes  |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

an, Dekan  
Wakil Dekan I,  
  
**Dr. drg. IDA Susilawati, M.Kes**  
NIP. 196109031986022001

### C. Pembuatan Seduhan Kopi

Bahan seduhan kopi diperoleh dari kopi bubuk robusta yang diproduksi oleh PTPN X Jember. Dosis seduhan kopi pada manusia adalah 1 sendok makan kopi bubuk sebesar 10 gram dilarutkan dalam 150 ml air/1 cangkir. Selanjutnya seduhan kopi dibuat menjadi seduhan kopi kering (*Freeze Dried Ekstrakt*). Tahapan pembuatan (*Freeze Dried Ekstrakt*) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

- g. Melarutkan 10 gram bubuk kopi dalam 150 ml aquades panas/mendidih,
- h. Mengaduk larutan hingga homogen,
- i. Menyaring larutan dengan kertas saring,
- j. Mengeringkan filtrat dengan menggunakan *freeze dryer*
- k. Menimbang berat ekstrak kering yang didapatkan dari proses pengeringan dan diperoleh berat sebesar 2,27 g.

Kopi yang diberikan pada satu hewan coba sebanyak 87,5 mg/hari yang kemudian dilarutkan dalam 3 ml aquades steril.

#### D. Tabel Konversi Dosis (Tabel Laurence-Bacharach)

Menurut Friezka (2014) luas permukaan hewan coba untuk konversi dosis dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1.1 Perbandingan luas permukaan hewan coba untuk konversi dosis

Dicari	Mencit 20 g	Tikus 200 g	Marmut 400 g	Kelinci 1,5 kg	Kera 4 kg	Anjing 12 kg	Manusia 70 kg
Mencit (20 g)	1	7	12,29	27,7	64,1	124,2	387,9
Tikus (200 g)	14	1	1,74	3,3	9,2	17,8	56
Marmut (400 g)	0,08	0,57	1	2,25	5,2	10,2	31,5
Kelinci (1,5 kg)	0,04	0,25	0,44	1	2,4	4,5	14,2
Kera (4 kg)	0,016	0,11	0,19	0,42	1	1,9	6,1
Anjing (12 kg)	0,008	0,06	0,1	0,22	0,52	1	3,1
Manusia (70,0 kg)	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,16	0,32	1

#### E. Perhitungan Konversi Dosis

Dosis seduhan kopi pada manusia adalah 1 sendok makan kopi bubuk sebesar 10 gram dilarutkan dengan 150 ml air/ 1 cangkir. Selanjutnya seduhan kopi dibuat menjadi seduhan kopi kering atau *Freeze Dried Extract* didapatkan berat sebesar 2,27 gram.

Perhitungan konversi dosis:

Nilai konstanta konversi dosis dari manusia (70 kg) ke marmut (400 gram) adalah 0,031 sehingga

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis pada marmut} &= \text{berat seduhan kopi kering} \times 0,031 \\
 &= 2,27 \text{ gram} \times 0,031 \\
 &= 0,07037 \text{ gram/ 400 gram BB marmut} \\
 &= 0,07 \text{ gr/400gr BB}
 \end{aligned}$$

Jika berat badan marmut adalah 500 gram, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis pada marmut 500 gr} &= \frac{500}{400} \times 0,07 \text{ gr} \\
 &= 0,0875 \text{ gr} \\
 &= 87,5 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Jadi, kopi yang diberikan pada satu hewan coba sebanyak 87,5 mg per hari.

## **F. Tahap Pengamatan dan Cara Pengukuran Resorpsi Alveolar daerah Tekanan**

Pengamatan preparat histologis dilakukan dengan stereomikroskop dengan perbesaran 4x untuk melihat tulang alveolar pada daerah tekanan, gigi, sampai tulang alveolar daerah tarikan. Hasil pengamatan kemudian difoto menggunakan kamera *Optilab*.

Pengukuran resorpsi dilakukan dengan menarik garis antara ujung puncak alveolar crest daerah tekanan ke ujung puncak alveolar crest daerah tarikan dan dicari selisih tingginya menggunakan aplikasi *Image Raster 3.0*

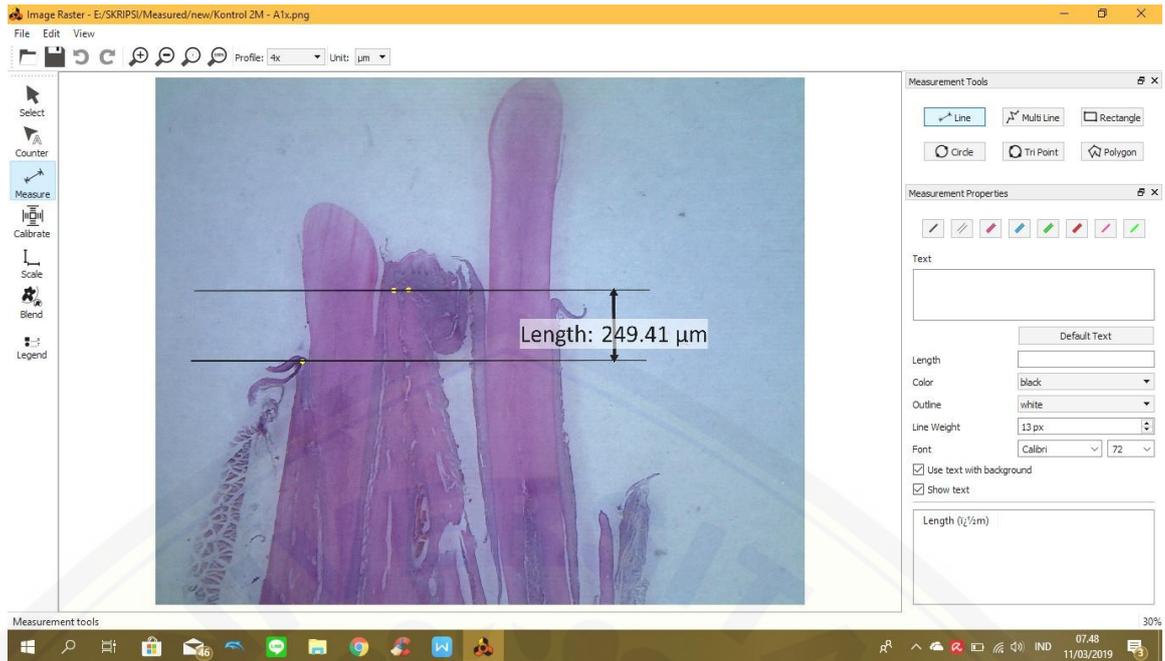
Tahap pengukuran resorpsi tulang alveolar adalah sebagai berikut:

- a) Preparat difoto dengan kamera *Optilab* Foto-foto tersebut kemudian disimpan.
- b) Memberi titik-titik dan garis bantu pada puncak alveolar crest daerah tekanan dan alveolar crest daerah tarikan menggunakan program *Paint3D* (Gambar 1.2).



Gambar 1.2 Foto Preparat Histologi yang telah difoto dan diberi tanda menggunakan *Paint 3D*

- c) Membuka program *Image Raster 3.0*.
- d) Buka file foto yang sudah disimpan dengan memilih menu *File* lalu klik *Open Image*
- e) Setting kalibrasi pada aturan *default* dengan mengklik OK saat kotak dialog kalibrasi *default* muncul.
- f) Atur profil gambar yang digunakan agar sesuai dengan perbesaran pada stereomikroskop, yaitu perbesaran 4x.

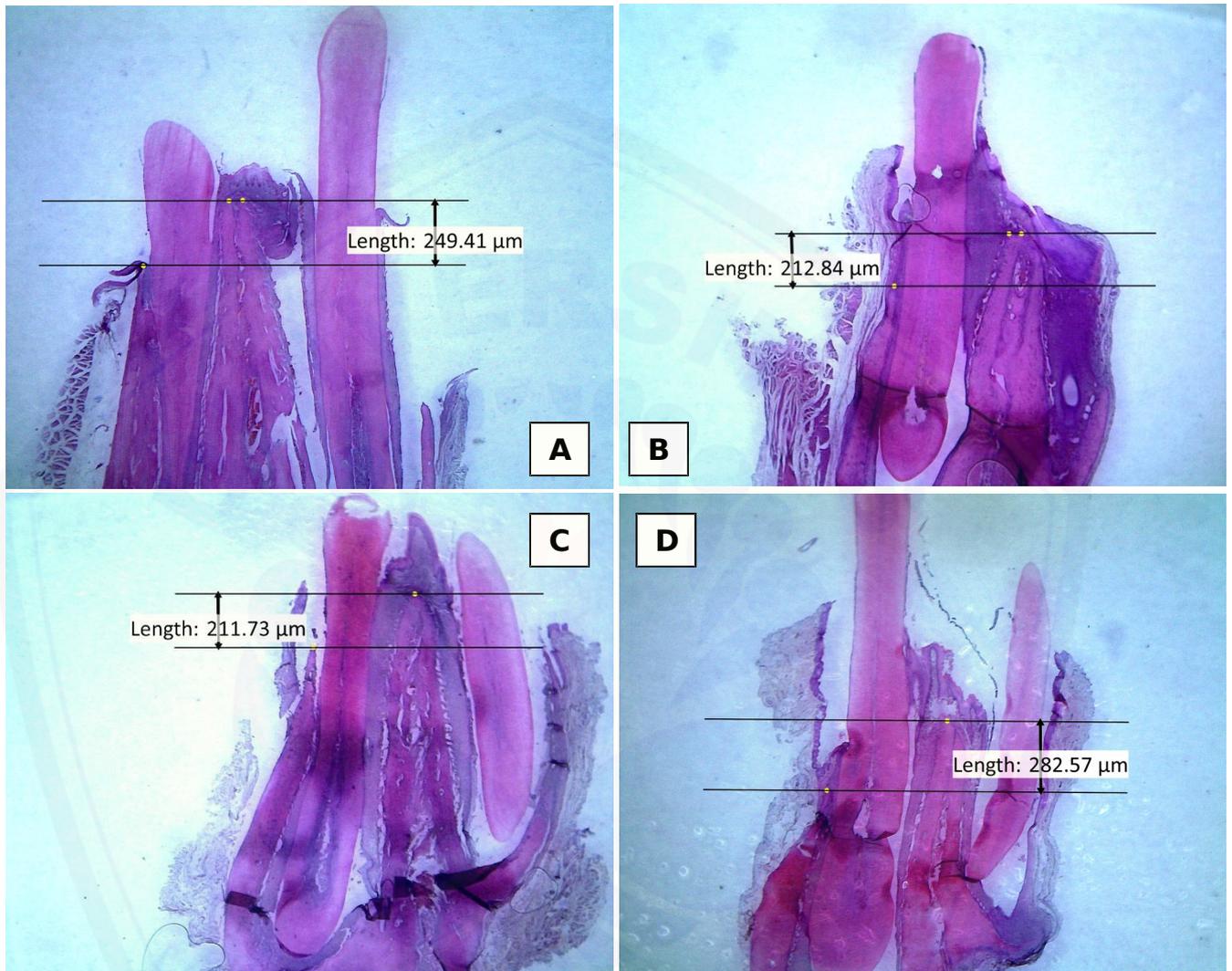


Gambar 1.3 Pengukuran Foto Preparat Histologi menggunakan *Image Raster 3.0*

- g) Klik ikon *Measure* dan tarik garis vertikal antara puncak alveolar crest daerah tarikan ke puncak alveolar crest daerah tekanan. Garis vertikal harus tegak lurus dengan garis bantu yang sudah dibuat. Setelah ditarik garis maka akan muncul panjang pengukuran resorpsinya (Gambar 1.3).

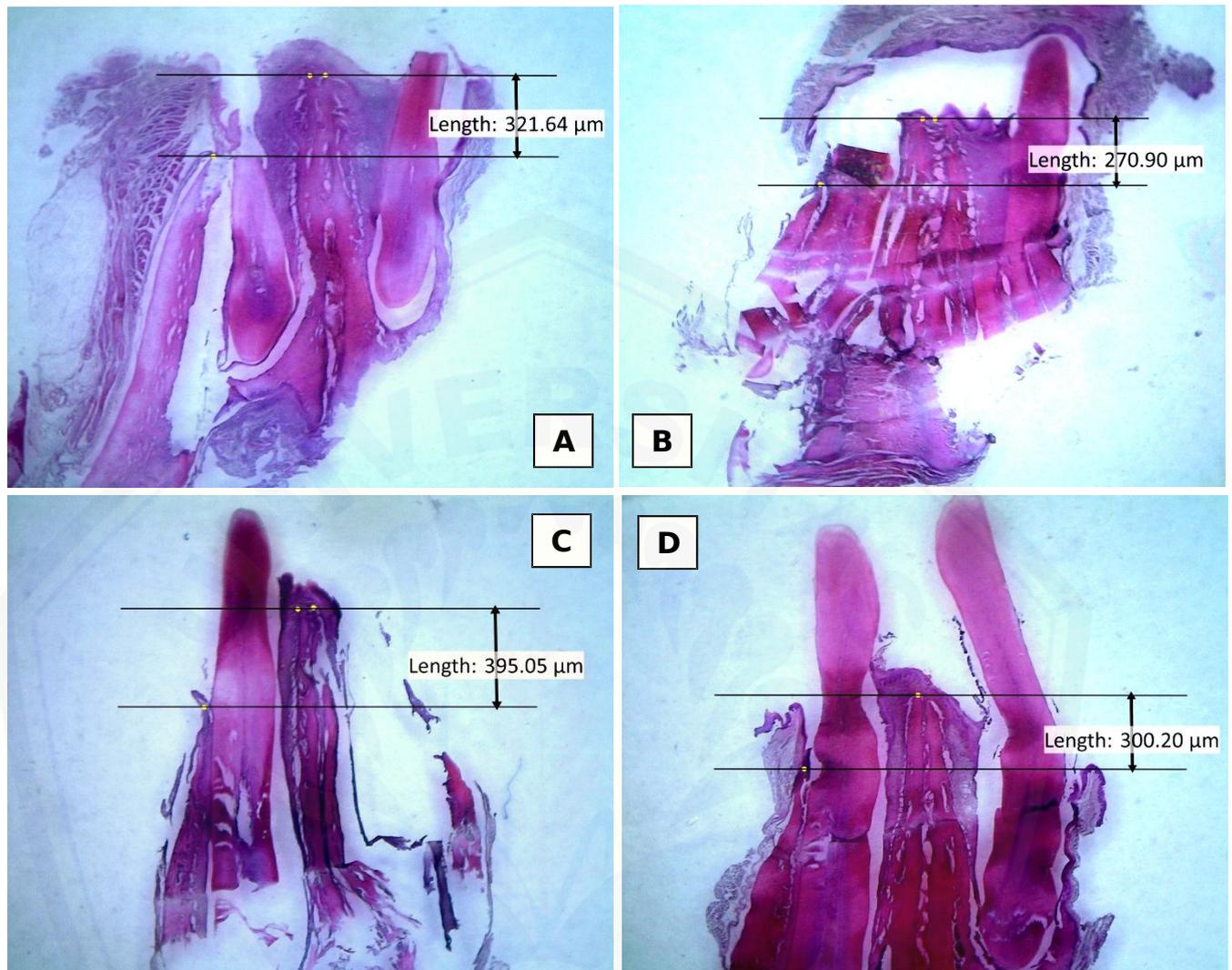
## G. Gambaran Histologis Pengukuran Resorpsi Tulang Alveolar daerah Tekanan Menggunakan Image Raster

### 1. Kelompok Kontrol 14 Hari (Kelompok A)



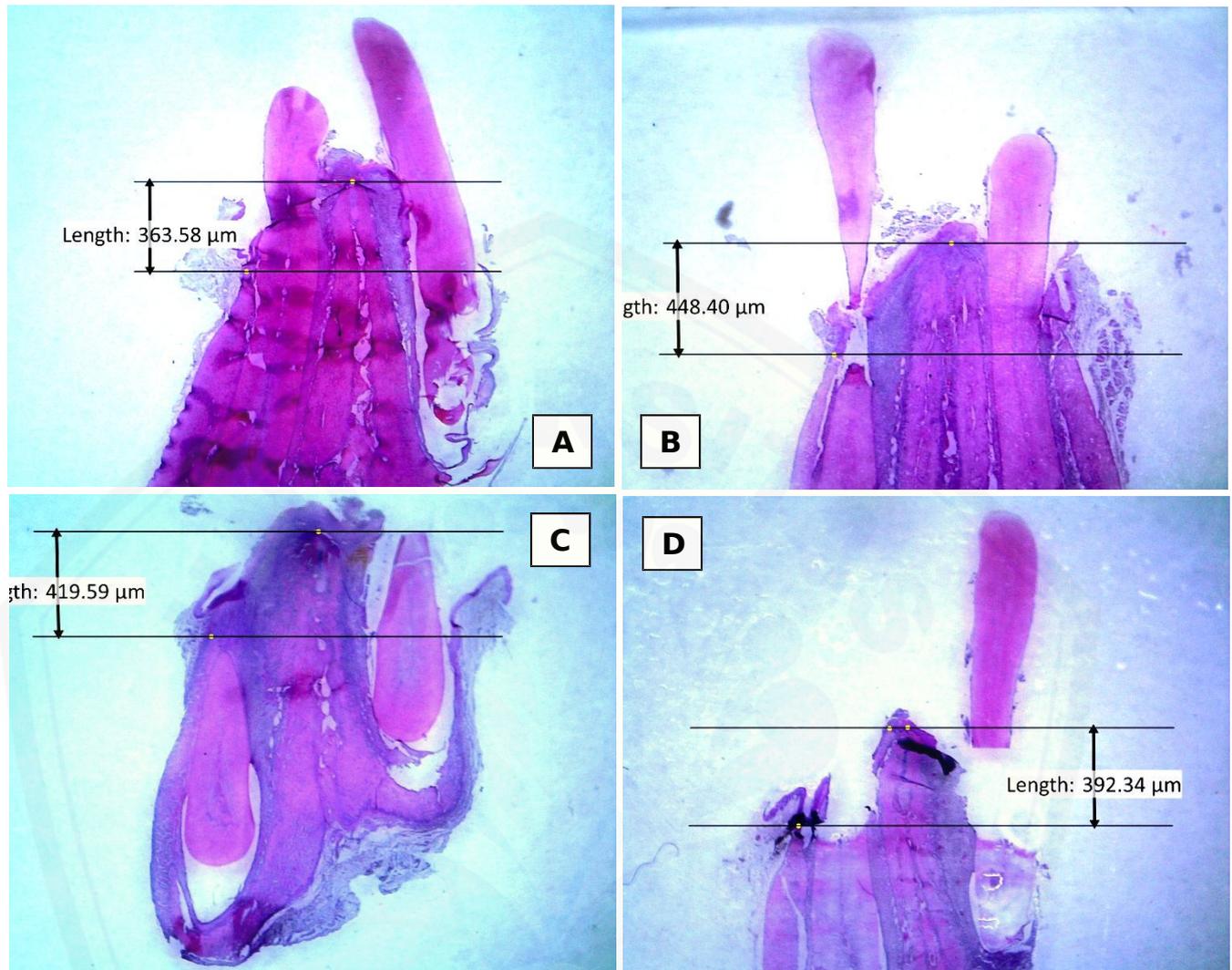
Gambar 1.4 Hasil pengukuran derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti. Gambaran histologis diambil menggunakan perbesaran mikroskop 4x dengan pewarnaan HE. A) Marmut 1A, B). Marmut 2A, C). Marmut 3A, D). Marmut 4A

## 2. Kelompok Kontrol 21 Hari (Kelompok B)



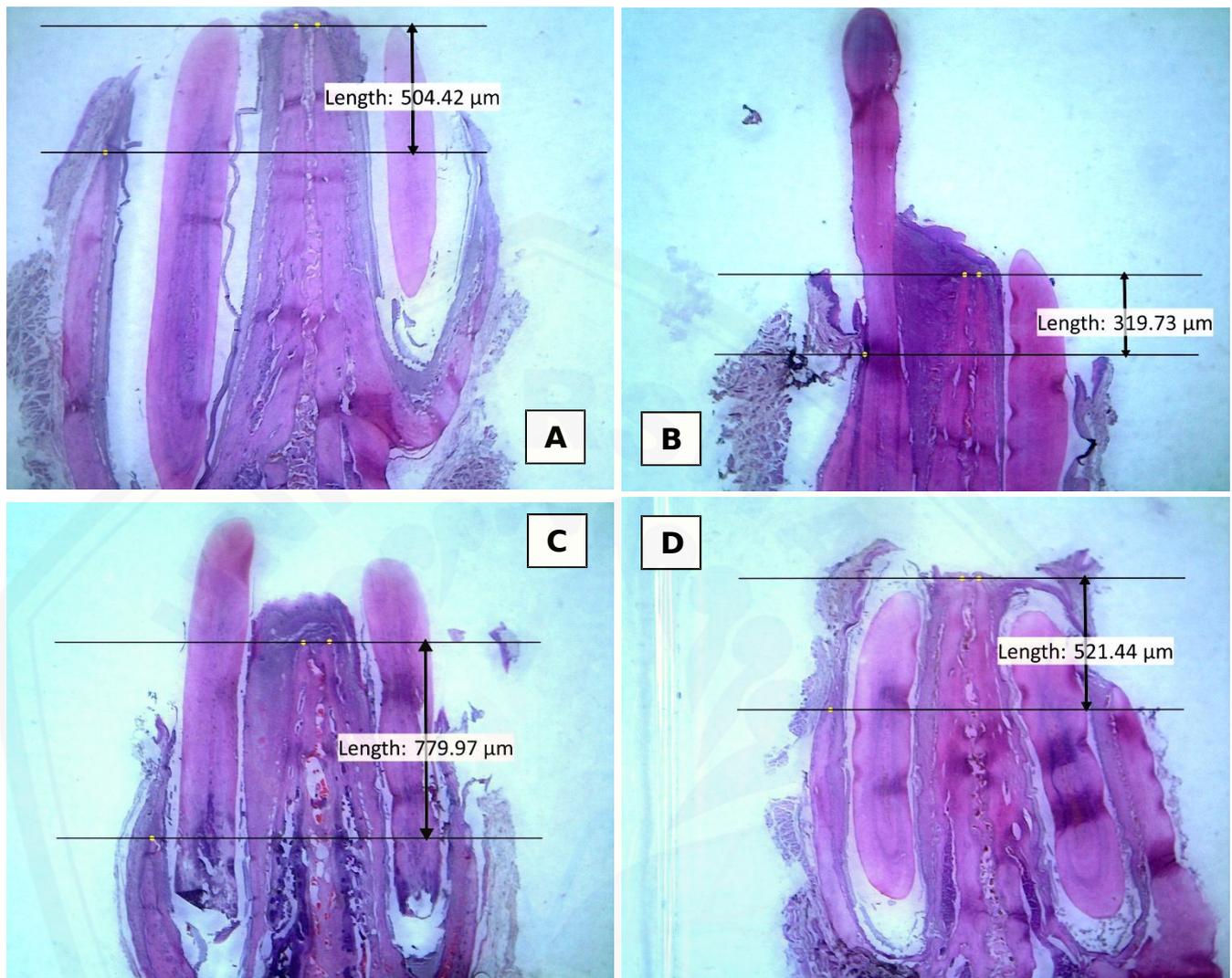
Gambar 1.5 Hasil pengukuran derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti. Gambaran histologis diambil menggunakan perbesaran mikroskop 4x dengan pewarnaan HE. A) Marmut 1B, B). Marmut 2B, C). Marmut 3B, D). Marmut 4B

### 3. Kelompok Perlakuan Seduhan Kopi 14 Hari (Kelompok C)



Gambar 1.6 Hasil pengukuran derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti. Gambaran histologis diambil menggunakan perbesaran mikroskop 4x dengan pewarnaan HE. A) Marmut 1C, B). Marmut 2C, C). Marmut 3C, D). Marmut 4C

#### 4. Kelompok Perlakuan Seduhan Kopi 21 Hari (Kelompok D)



Gambar 1.7 Hasil pengukuran derajat resorpsi tulang alveolar daerah tekanan pada gigi marmut yang diinduksi gaya ortodonti. Gambaran histologis diambil menggunakan perbesaran mikroskop 4x dengan pewarnaan HE. A) Marmut 1D, B). Marmut 2D, C). Marmut 3D, D). Marmut 4D

## H. Hasil Pengukuran Resorpsi Tulang Alveolar daerah Tekanan

Tabel 1.8 Hasil Pengukuran resorpsi tulang alveolar daerah tekanan yang dilakukan oleh 3 pengamat menggunakan aplikasi Image Raster dengan satuan  $\mu\text{m}$  ( $\mu\text{m} = n \times 10^{-3} \text{ mm}$ )

Kelompok	Sampel	Pengamat			Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )
		1	2	3	
<b>A</b>	1A	249,41	250,74	243,83	247,99
	2A	211,73	214,90	211,75	212,79
	3A	212,84	212,79	210,73	212,12
	4A	282,57	273,49	286,86	280,97
<b>B</b>	1B	321,64	334,62	331,99	329,42
	2B	270,90	275,60	272,46	272,99
	3B	395,05	372,28	374,92	380,75
	4B	300,20	330,93	329,65	320,26
<b>C</b>	1C	363,58	365,85	370,25	366,56
	2C	448,40	470,53	465,36	461,43
	3C	419,59	411,03	417,79	416,14
	4C	392,34	401,66	384,56	392,85
<b>D</b>	1D	504,42	541,83	521,22	522,49
	2D	319,73	315,54	319,48	318,25
	3D	779,97	755,65	753,65	763,09
	4D	521,44	539,00	534,11	531,52

## I. Analisis Data menggunakan SPSS

### 1. Uji Normalitas Saphiro-Wilk

Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Resorpsi Kontrol 14hari	,282	4	.	,870	4	,297
Kontrol 21hari	,218	4	.	,976	4	,879
Kopi 14hari	,182	4	.	,981	4	,910
Kopi 21hari	,255	4	.	,952	4	,727

### 2. Uji Homogenitas Levene

Test of Homogeneity of Variances

Resorpsi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,759	3	12	,208

### 3. Uji One Way ANOVA

ANOVA

Resorpsi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	189778,870	3	63259,623	6,710	,007
Within Groups	113133,284	12	9427,774		
Total	302912,154	15			

#### 4. Uji Beda Lanjut LSD

##### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Resorpsi

LSD

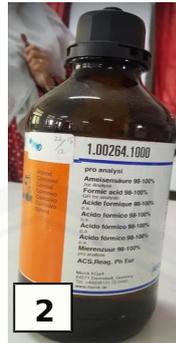
(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
					Lower Bound
Kontrol 14hari	Kontrol 21hari	-87,38750	68,65775	,227	-236,9799
	Kopi 14hari	-170,77750*	68,65775	,029	-320,3699
	Kopi 21hari	-295,37000*	68,65775	,001	-444,9624
Kontrol 21hari	Kontrol 14hari	87,38750	68,65775	,227	-62,2049
	Kopi 14hari	-83,39000	68,65775	,248	-232,9824
	Kopi 21hari	-207,98250*	68,65775	,010	-357,5749
Kopi 14hari	Kontrol 14hari	170,77750*	68,65775	,029	21,1851
	Kontrol 21hari	83,39000	68,65775	,248	-66,2024
	Kopi 21hari	-124,59250	68,65775	,095	-274,1849
Kopi 21hari	Kontrol 14hari	295,37000*	68,65775	,001	145,7776
	Kontrol 21hari	207,98250*	68,65775	,010	58,3901
	Kopi 14hari	124,59250	68,65775	,095	-24,9999

**J. Bahan dan Alat Penelitian**

**1). Bahan Penelitian**



1



2



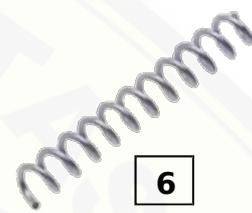
3



4



5



6



7



8

Keterangan :

- |   |   |
|---|---|
| 1. Hewan coba marmut ( <i>Cavia cobaya</i> )    | 6. <i>NiTi open coil springs</i> , diameter 0,03 inch |
| 2. Asam formiat 10%                             | 7. Braket ortodonti                                   |
| 3. <i>NiTi wire round</i> , diameter 0,016 inch | 8. <i>Glass ionomer type</i>                          |
| 4. <i>Matrix band</i>                           |   |
| 5. <i>Elastomeric O-ring</i>                    |   |

## 2). Alat Penelitian



Keterangan :

1. *Welding machi*
2. *Waterbath*
3. *Slide warmer*
4. Mikrotom
5. *Filling cabinet*
6. *Oven mermmet*
7. Kamera optilab