



**EFEK INDUKSI GAYA MEKANIS ORTODONTI TERHADAP
PERUBAHAN JUMLAH SEL OSTEOLAS TULANG
ALVEOLAR GIGI TIKUS PADA DAERAH TARIKAN**

SKRIPSI

Oleh :

Reganita Nurmaulawati Saputri

NIM 161610101029

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**EFEK INDUKSI GAYA MEKANIS ORTODONTI TERHADAP
PERUBAHAN JUMLAH SEL OSTEOLAS TULANG
ALVEOLAR GIGI TIKUS PADA DAERAH TARIKAN**

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 :

Reganita Nurmaulawati Saputri

NIM 161610101029

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya serta kemudahan yang telah diberikan sepanjang perjalanan hidup saya.
2. Orang tuaku tercinta, ibunda Jemini dan ayahanda Supiyanto.
3. Adikku tercinta Rezyanto Azzam Anugerah Azib.
4. Seluruh keluarga besar Mulkatijan dan Alm. Suwanto yang saya cintai.
5. Pahlawan tanpa tanda jasa yang telah mendidikku di TK An-Nur Resapombo, SDN Tepas 03, SMPN 01 Kesamben, dan SMAN 01 Talun.
6. Almamaterku tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang selalu saya banggakan.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan. Karena itu apabila engkau telah selesai (mengerjakan yang lain) dan kepada Allah berharaplah.”

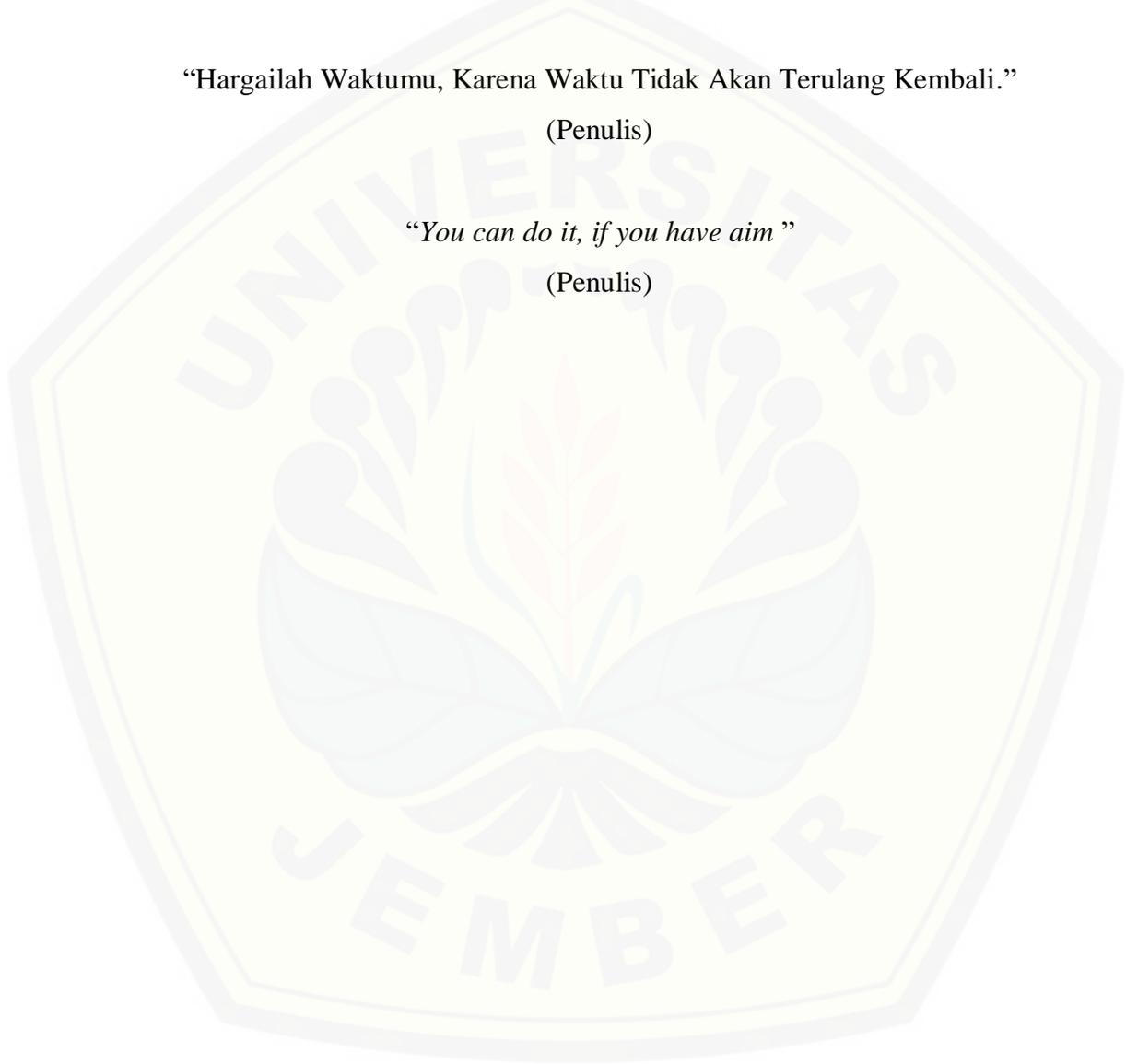
(QS. Al Insyirah: 6-8)^{*)}

“Hargailah Waktumu, Karena Waktu Tidak Akan Terulang Kembali.”

(Penulis)

“You can do it, if you have aim ”

(Penulis)



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia.2005. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT Syamil Cipta Media.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reganita Nurmaulawati Saputri

NIM : 161610101029

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Efek Induksi Gaya Mekanis Ortodonti Terhadap Perubahan Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Gigi Tikus Pada Daerah Tarikan”** 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 kesalahan 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 Agustus 2020

Yang menyatakan,

Reganita Nurmaulawati Saputri

NIM 161610101029

SKRIPSI

**EFEK INDUKSI GAYA MEKANIS ORTODONTI TERHADAP
PERUBAHAN JUMLAH SEL OSTEOLAS TULANG
ALVEOLAR GIGI TIKUS PADA DAERAH TARIKAN**

Oleh :

Reganita Nurmaulawati Saputri

NIM 161610101029

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Pendamping : Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Efek Induksi Gaya Mekanis Ortodonti Terhadap Perubahan Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Gigi Tikus Pada Daerah Tarikan**” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Selasa, 11 Agustus 2020

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Happy Harmono, M.Kes.

NIP 196709011997021001

Dr. drg. Rina Sutjiati, M.Kes

NIP 196510131994032001

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

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

NIP 195909061985032001

Prof. drg. Dwi Prijatmoko, S.H., Ph.D.

NIP 195808041983031003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

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

NIP 196901121996011001

RINGKASAN

Efek Induksi Gaya Mekanis Ortodonti Terhadap Perubahan Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Gigi Tikus Pada Daerah Tarikan; Reganita Nurmaulawati Saputri, 161610101029;2020;70 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Maloklusi pada saat ini dapat menimbulkan gangguan pada fungsi pengunyahan, penelanan, bicara, dan ketidakharmonisan wajah yang berakibat pada gangguan fisik maupun mental. Perawatan ortodonti merupakan salah satu perawatan yang bisa memperbaiki maloklusi pada gigi geligi. Adanya aplikasi gaya ortodonti menyebabkan resorpsi tulang alveolar pada daerah tekanan dan aposisi pada daerah tarikan. *Remodeling* tulang melibatkan koordinasi tiga tipe sel yaitu osteosit, osteoklas, dan osteoblas. Sel osteoblas berperan penting dalam proses *remodeling* tulang terutama dalam proses aposisi tulang pada daerah tarikan.

Pada penelitian ini merupakan jenis penelitian ekperimental laboratoris dengan jumlah sampel sebanyak 36 sampel. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *The Post Test Only Control Group Design* yaitu melakukan pengamatan dan pengukuran setelah penelitian dengan membandingkan kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Pada penelitian ini terdapat 6 kelompok yaitu Kelompok K-1 yaitu kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 1 minggu. Kelompok K-2 yaitu kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 2 minggu. Kelompok K-3 yaitu kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 3 minggu. Kelompok P-1 yaitu kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 1 minggu. Kelompok P-2 yaitu kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa

pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 2 minggu. Kelompok P-3 yaitu kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 3 minggu.

Data hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada jumlah sel osteoblas daerah tarikan yang diinduksi gaya mekanis ortodonti. Pada induksi gaya mekanis ortodonti menyebabkan peningkatan jumlah sel osteoblas pada minggu ke-1, minggu ke-2, dan minggu ke-3. Berdasarkan waktu pengamatan terjadi peningkatan jumlah sel osteoblas yang signifikan pada minggu ke-1 kemudian berlanjut sampai minggu ke-2 dan pada minggu ke-3 mengalami peningkatan namun tidak signifikan.

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, kasih sayang dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Efek Induksi Gaya Mekanis Ortodonti Terhadap Perubahan Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Gigi Tikus Pada Daerah Tarikan**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan juga untuk melangkah ke jenjang profesi.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. drg. R Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp. Prost. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember beserta jajarannya.
2. Prof. Dr. drg. Hj. Herniyati, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Prof. drg. Dwi Prijatmoko, S.H., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
3. drg. Happy Harmono, M.Kes., selaku Dosen Penguji Ketua dan Dr. drg. Rina Sutjiati, M.Kes., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran, bimbingan, masukan, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
4. drg. Dyah Indartin Setyowati, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, perhatian, dan nasihat selama ini.
5. Ibunda Jemini dan ayahanda Supiyanto yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Terimakasih atas doa, nasihat, dan kasih sayang yang tak terhingga yang telah diberikan selama ini.
6. Adikku Rezyanto Azzam Anugerah Azzib terimakasih telah menjadikan motivasi untuk sampai di titik ini.

7. Semua keluarga besar Mulkatijan dan Alm. Suwanto yang saya sayangi dan saya cintai.
8. Samahi Arrahma yang telah menjadi *partner* kerja dalam suka maupun duka dalam penelitian ini dan terimakasih atas bantuan, motivasi, dan nasihat dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Sahabat-sahabatku Dina Zakiyatul Ummah, Nia Nurmayanti, Choridatul Aini A, Nada Ocarina, Dinda Atika S, Pramita Wahyu, Paramudibta, Windy Nanda Eriyati, Yenny Afiv, Tri Oktaviani, yang sudah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk mendengarkan keluh-kesahku. Terimakasih atas nasihat dan pelajaran yang telah kalian berikan.
10. Teman-teman DEXTRA 2016 (angkatan 2016) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah berjuang bersama hingga nanti menjadi dokter gigi.
11. Teknisi Laboratorium Fisiologi FKG Universitas Jember mas Agus, teknisi Laboratorium Histologi FKG Universitas Jember mbak Wahyu. Terimakasih atas bantuannya selama proses penelitian berlangsung.
12. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

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

Jember, 11 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perawatan Ortodonti	5
2.2 Pergerakan Gigi secara Ortodonti	6
2.2.1 Jenis Pergerakan secara Ortodonti	7
2.2.2 Biomekanika Pergerakan Gigi	10
2.2.3 Teori Pergerakan Gigi	10
2.3 Tulang Alveolar	13
2.4 Sel Osteoblas	14
2.4.1 Osteoblas dan Pembentukan Tulang	15
2.5 Proses <i>Remodeling</i> Tulang	15
2.6 Perubahan Jumlah Sel Osteoblas pada Daerah Tarikan	17

2.7 Pengaruh Besarnya Kekuatan Ortodonti terhadap Sel Osteoblas .	17
2.8 Hipotesis	19
2.9 Kerangka Konsep	20
BAB 3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Rancangan Penelitian	22
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3.1 Tempat Penelitian	22
3.3.2 Waktu Penelitian	22
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	23
3.4.1 Populasi Penelitian	23
3.4.2 Sampel Penelitian	23
3.5 Kriteria Inklusi, Eksklusi, dan <i>Drop Out</i>	25
3.6 Identifikasi Variabel Penelitian	25
3.6.1 Variabel Bebas	25
3.6.2 Variabel Terikat	25
3.6.3 Variabel Terkendali	25
3.7 Definisi Operasional	26
3.7.1 Jumlah Sel Osteoblas	26
3.7.2 Induksi Gaya Mekanis	26
3.7.3 Cara Penentuan Gaya	26
3.8 Bahan dan Alat Penelitian	27
3.8.1 Bahan Penelitian	27
3.8.2 Alat Penelitian	27
3.9 Hasil Penelitian Percobaan Pendahuluan	28
3.10 Prosedur Penelitian	29
3.10.1 Perijinan <i>Ethical Clearance</i>	29
3.10.2 Persiapan Hewan Coba	29
3.10.3 Pembagian Kelompok Perlakuan	29
3.10.4 Pemasangan <i>Ni-Ti closed coil springs</i>	30
3.10.5 Pembuatan Sediaan Histologi	31

3.11 Analisis Data	36
3.12 Alur Penelitian	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Gambaran Histologis daerah Tarikan dan Sel Osteoblas pada Tulang Alveolar	39
4.1.2 Hasil Perhitungan Rata-Rata Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar pada Daerah Tarikan	42
4.2 Analisis Data	44
4.3 Pembahasan	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergerakan Tipping	7
Gambar 2.2 Pergerakan Bodily	8
Gambar 2.3 Pergerakan Rotasi	8
Gambar 2.4 Pergerakan Vertikal	9
Gambar 2.5 Pergerakan Torque	9
Gambar 2.6 Kerangka Konsep	20
Gambar 3.1 Pemasangan <i>Ni-Ti closed coil springs</i> pada tikus	31
Gambar 3.2 Alur Penelitian	38
Gambar 4.1 Gambaran Histologis Potongan Mesiodistal Gigi Molar Tikus	40
Gambar 4.2 Gambaran Histologis Sel Osteoblas Daerah Tarikan Gigi Molar Tikus pada Kelompok Kontrol dan Perlakuan	41
Gambar 4.3 Diagram Batang Rata-Rata Jumlah Sel Osteoblas pada Tulang Alveolar Daerah Tarikan pada Kelompok Kontrol dan Perlakuan	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan Optimal untuk Pergerakan Gigi	7
Tabel 4.1 Rata-Rata Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Daerah Tarikan pada Kelompok Kontrol dan Perlakuan	42
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>Tukey HSD</i>	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Perhitungan Jumlah Sel Osteoblas	54
Lampiran B	Uji Normalitas <i>Saphiro-Wilk</i> berdasarkan Kelompok	56
Lampiran C	Uji Homogenitas <i>Levene</i> berdasarkan Kelompok	56
Lampiran D	Uji <i>T-Test</i> Antara Kelompok Kontrol dan Perlakuan pada Minggu Ke-1, Minggu Ke-2, dan Minggu Ke-3 berdasarkan Kelompok	56
Lampiran E	Uji Normalitas <i>Saphiro-Wilk</i> berdasarkan Minggu	58
Lampiran F	Uji Homogenitas <i>Levene</i> berdasarkan Minggu	59
Lampiran G	Uji <i>One Way ANOVA</i> pada Kelompok Kontrol dan Perlakuan berdasarkan Minggu	59
Lampiran H	Uji <i>Least Significant Difference (LSD)</i> pada Kelompok Kontrol dan Perlakuan berdasarkan Minggu	60
Lampiran I	<i>Ethical Clearance</i> Penelitian	62
Lampiran J	Surat Ijin Penelitian	63
Lampiran K	Bahan dan Alat Penelitian	65
Lampiran L	Prosedur Penelitian	68
Lampiran M	Lampiran Gambaran Histologis	70

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Maloklusi merupakan oklusi yang menyimpang dari normal. Maloklusi merupakan masalah kesehatan gigi dan mulut yang cukup besar di Indonesia dan prevalensinya sekitar 80% dari jumlah penduduk serta berada pada urutan ketiga setelah karies gigi dan penyakit periodontal (Sudarso, 2008). Maloklusi bukan merupakan suatu penyakit tetapi bila tidak dirawat dapat menimbulkan gangguan pada fungsi penguyahan, penelanan, bicara, dan keserasian wajah yang berakibat pada gangguan fisik maupun mental. Faktor yang menyebabkan terjadinya maloklusi dibagi mejadi faktor instrinsik dan faktor ekstrinsik (Feroza dkk., 2017). Berdasarkan laporan hasil Riset Kesehatan Dasar 2018 (Riskesdas) proporsi masalah kesehatan gigi dan mulut sebesar 57,6 % dan yang mendapat pelayanan dari tenaga medis sebesar 10,2 %, adapun proporsi menyikat gigi dengan benar sebesar 2,8 %.

Perawatan ortodonti merupakan perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki maloklusi pada gigi geligi (Hikmah, 2015). Perawatan ortodonti, berbeda dengan cabang kedokteran gigi lainnya, memerlukan waktu yang lama sekitar 1-2 tahun bahkan lebih lama lagi sehingga perlu diupayakan untuk mempersingkat perawatan, mengikuti pertumbuhan rahang dan perkembangan dentomaksilofasial. Ada banyak faktor yang mempengaruhi lamanya perawatan ortodonti, diantaranya usia pasien, tipe maloklusi, perlu tidaknya dilakukan pencabutan, macam piranti yang digunakan, keparahan maloklusi, dan kerjasama pasien (Handayani dkk., 2016).

Piranti ortodonti sebagai stimulus mekanik, pada tahap awal perawatan akan menimbulkan respon seluler biologis pada ligamen periodontal berupa peradangan, diikuti keluarnya sitokin sel T, sel B, dan enzim matriks metaloproteinase (MMP) (Handayani dkk., 2016). Pergerakan gigi pada perawatan ortodonti diperoleh melalui *remodeling* tulang alveolar dan jaringan periodontal sebagai respon terhadap adanya gaya mekanis (gaya ortodonti) (Hikmah, 2015). Perawatan ortodonti optimal membutuhkan input gaya mekanik

yang dapat menggerakkan gigi secara maksimal dengan kerusakan minimal pada akar gigi, membran periodontal, dan tulang alveolar serta mempunyai aktivasi yang panjang. Salah satu metode yang paling umum untuk menggerakkan gigi secara ortodonti adalah dengan menggunakan mekanika peluncuran (*slicing mechanic*), yaitu dengan menggerakkan gigi sepanjang kawat busur (*arcwire*) secara kontinyu dengan menggunakan braket ortodonti (Siswanto, 2013). Pergerakan gigi ortodonti merupakan suatu proses yang kompleks dan terjadi karena adanya perubahan selular dan kimiawi. Gaya ortodonti akan menyebabkan trauma jaringan, kompresi ligamen periodontal, dan deformasi tulang. Kejadian ini diikuti dengan reaksi biokimia pada tingkat sel yang menghasilkan *remodeling* tulang (Wijaya dkk., 2015).

Aplikasi gaya ortodonti pada gigi geligi menyebabkan resorpsi tulang alveolar pada daerah tekanan di ligamen periodontal, sedangkan daerah tarikan pada ligamen periodontal mengalami pembentukan tulang (Hikmah, 2015). Proses *remodeling* tulang yaitu penurunan jumlah ligamen periodontal dan tulang alveolar pada sisi resorpsi oleh osteoklas dan pada daerah aposisi mengalami *remodeling* dan terjadi pembentukan tulang baru oleh osteoblas, peristiwa ini terjadi secara bergantian. Pada hari ke 3-5 terjadi awal resorpsi, lalu diikuti fase penyembuhan pada hari ke 5-7, dan pada hari 7-14 tahap akhir resorpsi tulang.

Pada proses metabolik ini melibatkan sel fibroblas, osteoblas, sementoblas, sel vaskular sebagai penerima stress mekanis. Kekuatan akan menekan gigi ke dinding *socket* sehingga membran periodontal akan terjepit di antara gigi dan tulang alveolar akan terjadi resorpsi. Pada sisi yang berlawanan, yaitu daerah tarikan, gigi akan menjahui dinding *socket* sehingga pada awal perawatan lebar ligamen periodontal di daerah tarikan akan terjadi aposisi tulang (Handayani dkk., 2016). Resorpsi dan pembentukan tulang alveolar selama pergerakan gigi secara ortodonti bergantung pada besar, arah, dan lamanya pemberian gaya mekanis.

Sel osteoblas adalah sel yang berasal dari *mesenchymal stem cells* (MSC) dari sumsum tulang belakang dan berperan dalam pembentukan tulang (U, Kini dan Nadeesh, 2012). Osteoblas memiliki peran penting untuk deposisi matriks

tulang dan untuk regulasi osteoklas, mononuklear dan berakhir dengan diferensiasi sel yang sangat spesifik. Osteoblas merupakan sel yang berperan penting dalam proses pembentukan tulang. Selama proses pembentukan tulang, sel osteoblas yang matang akan mensintesis dan mensekresikan kolagen tipe I, dimana kolagen tipe I ini merupakan bagian terbesar dari bahan organik ekstraseluler pada matriks tulang. Menurut Arrifin dkk osteoblas berperan dalam pembentukan tulang yang dimulai 40-48 jam setelah di aplikasikan gaya ortodonti. Selain itu, osteoblas juga mensekresikan berbagai macam non-kolagen protein seperti osteokalsin, osteopontin, dan sialoprotein. Ekspresi osteopontin (OPN) dan sialoprotein pada sel osteoblas akan meningkat oleh adanya pengaruh tekanan mekanis. Osteopontin juga mampu mempengaruhi homeostasis tulang (Neve dkk., 2010).

Kekuatan optimal untuk pergerakan gigi dengan tipe gerakan *tipping* sebesar 50-75 gr/cm² dan untuk tipe gerakan *bodily* sebesar 100-150 gr/cm² (William, J.K., 2000). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemberian gaya ortodonti sebesar 30 grF menggunakan kawat *stainless steel* 0,012 U (Class One Orthodontics, USA) dengan koil diameter 2 mm dan panjang lengan kawat 10 mm pada gigi insisiv rahang atas digerakkan ke distal dengan waktu pengamatan 7 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah sel osteoblas pada hari ke-7 dengan adanya induksi gaya mekanis ortodonti lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol dan terjadi keseimbangan *remodeling* tulang pada kelompok induksi gaya mekanis ortodonti sebesar 30 grF (Hikmah, 2016). Penelitian lain yang dilakukan oleh Nakano dkk, menggunakan *Ni-Ti closed coil spring* diameter 0,08 inch pada gigi M1 rahang atas kanan digerakkan ke mesial dengan kekuatan ortodonti sebesar 10 grF atau 50 grF dengan waktu pengamatan pada hari ke-7 dan ke-10. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sel osteoblas meningkat pada permukaan akar gigi yang dapat diamati pada kekuatan ortodonti sebesar 10 grF pada hari ke-7 dan ke-10 setelah pergerakan gigi (Nakano, dkk., 2011).

Dari uraian di atas menyatakan bahwa, sel osteoblas berperan penting dalam proses *remodeling* tulang, terutama dalam proses aposisi tulang pada daerah tarikan, serta terdapat perbedaan waktu pengamatan dalam proses

remodeling tulang. Pada saat ini, masih belum banyak penelitian tentang perubahan jumlah sel osteoblas selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu sehingga perlu dilakukan penelitian bagaimana perubahan jumlah sel osteoblas pada daerah tarikan dalam pergerakan gigi pada tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti dengan perbedaan waktu pengamatan selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ada perubahan peningkatan sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu ?
2. Bagaimanakah perubahan peningkatan sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perubahan peningkatan sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu.
2. Menganalisis perubahan peningkatan sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai informasi tentang jumlah dan perubahan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti.
2. Sebagai pedoman bagi ortodontis dalam melakukan perawatan ortodonti.
3. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya tentang pergerakan gigi ortodonti.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Ortodonti

Perawatan ortodonti merupakan perawatan gigi yang akhir-akhir ini semakin populer di masyarakat baik anak-anak, remaja maupun orang dewasa, tetapi penggunaan alat ortodonti lebih banyak diminati oleh kalangan remaja. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan masa remaja sebagai masa pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi setelah masa kanak-kanak dan sebelum masa dewasa dimulai. Pada masa ini terjadi perubahan fisik, mental maupun psikososial. Perubahan yang terjadi membuat remaja sering merasa tidak puas dengan penampilan wajahnya karena menurut remaja penampilan wajah adalah hal yang sangat penting dari penampilan fisik (Herwanda dkk., 2016). Sebagian besar remaja menginginkan perawatan ortodonti untuk memperbaiki estetika dan fungsi rongga mulut yang lebih baik.

Perawatan ortodonti ini berupa perawatan jangka panjang yang bertujuan mendapatkan oklusi yang baik tanpa rotasi gigi dan diastema (Goeharto, S dkk., 2017). Perawatan ortodonti juga memiliki berbagai tujuan lain diantaranya, memperbaiki fungsi pengunyahan, meningkatkan daya tahan gigi terhadap terjadinya karies karena terkoreksinya kondisi gigi berdesakan yang rentan terjadinya impaksi makanan, menghindarkan terjadinya kerusakan jaringan periodontal, serta memperbaiki fungsi bicara dan meningkatkan rasa percaya diri. Tujuan pemakaian alat ortodonti saat ini telah disalah artikan oleh pengguna ortodonti, dimana sebagian besar remaja lainnya menggunakan alat ortodonti tidak hanya untuk kepentingan perawatan gigi dan mulut saja melainkan juga sebagai bagian dari gaya hidup atau *fashion* semata sehingga akan menimbulkan efek negatif pada perawatan ortodonti (Herwanda dkk., 2016).

Perawatan ortodonti dapat berupa perawatan sederhana, yaitu perawatan yang ditujukan terhadap sebagian tertentu dari maloklusi yang ditetapkan sebagai target perawatan, perawatan komprehensif yaitu perawatan yang dilakukan untuk mengoreksi maloklusi secara menyeluruh, perawatan multidisiplin, yaitu perawatan maloklusi yang melibatkan beberapa cabang ilmu, perawatan

interdisiplin yaitu perawatan maloklusi yang dilaksanakan dengan kerjasama antarcabang ilmu, perencanaan perawatan dilakukan secara bersama-sama, misalnya seperti perawatan ortodonti bekerja sama dengan perawatan bedah mulut dalam menangani fraktur rahang (Ardhana, W., 2013).

2.2 Pergerakan Gigi secara Ortodonti

Pergerakan gigi dapat terjadi secara fisiologis dan patologis, dan kedua jenis pergerakan ini tidak diharapkan karena dengan adanya pergerakan tersebut dapat merubah keadaan gigi dan struktur jaringan pendukungnya, misalnya pada gigi yang terdapat diantara daerah diastema maka gigi tersebut akan bergerak ke daerah yang kosong. Pergerakan gigi fisiologis ini diperkirakan dapat berlangsung sepanjang hidup apabila ada kesempatan gigi-geligi untuk bergerak. Pergerakan gigi patologis adalah berpindahnya posisi gigi akibat terganggunya keseimbangan antara faktor-faktor yang memelihara posisi gigi yang fisiologis oleh penyakit periodontal, misalnya mobilitas gigi yang menyebabkan posisi gigi berpindah dari posisi yang sebenarnya dan susunan gigi menjadi tidak teratur serta terjadinya maloklusi (Bhalajhi, 2004). Pergerakan gigi dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya adalah usia dan kepadatan tulang (Graber, 2000), hormon, dan kondisi metabolisme tulang. Selain itu diketahui bahwa konsumsi obat-obatan, pemberian suplemen yang mengandung hormon pertumbuhan juga akan mempengaruhi kecepatan pergerakan gigi.

Periodontal ligament (PDL) memegang peranan sangat penting dalam proses pergerakan gigi secara ortodonti karena kemampuannya dalam merespons kekuatan mekanik yang diterima menyebabkan terjadinya *remodelling* tulang alveolar sehingga memungkinkan gigi bergerak. Apabila suatu tekanan diberikan pada gigi maka PDL yang mengalami tarikan akan terjadi aposisi tulang dan di daerah tekanan akan terjadi resorpsi tulang.

Menurut Graber (2000), pergerakan gigi secara ortodonti pada dasarnya tidak jauh berbeda dengan pergerakan gigi secara fisiologis seperti migrasi atau erupsi gigi. Akan tetapi, selama perawatan ortodonti, gigi bergerak lebih cepat dibandingkan pergerakan selama gigi erupsi, sehingga penanda *remodeling* tulang

terlihat lebih jelas dan lebih dapat diukur. *Remodeling* tulang yang terjadi pada perawatan ortodonti merupakan reaksi jaringan pendukung gigi terhadap tekanan yang diberikan.

2.2.1 Jenis Pergerakan secara Ortodonti

Berdasarkan besarnya kekuatan yang diterima dari piranti ortodonti, pergerakan gigi secara ortodonti terbagi menjadi lima jenis, yaitu pergerakan *tipping*, *bodily*, rotasi, vertikal, dan *torque*.

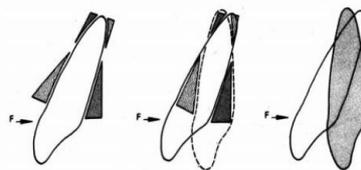
Tabel 2. 1. Kekuatan Optimal untuk Pergerakan Gigi

Tipe Gerakan	Kekuatan (gr/cm ²)
<i>Tipping</i>	50 – 75
<i>Bodily</i>	100 – 150
<i>Torque</i>	75 – 125
Rotasi	50 – 75
Ekstrusi	50 – 75
Intrusi	15 – 25

Jenis pergerakan gigi secara ortodonti dan besar kekuatan optimal yang dapat terjadi. (William, J .K., 2000).

1. Pergerakan *Tipping*

Pergerakan *tipping* adalah pergerakan gigi dimana gigi yang miring dapat ditegakkan dan gigi yang tegak dapat dimiringkan untuk mendapatkan hasil yang harmonis sesuai dengan bentuk lengkung gigi. Tipe pergerakan gigi ini merupakan yang paling sederhana dan mudah dilakukan (William, J .K., 2000).



Gambar 2. 1 Pergerakan *Tipping* (Sumber: William, J .K., 2000).

2. Pergerakan *Bodily* = Translasi

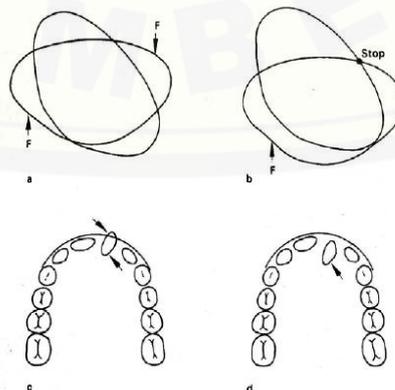
Pergerakan *bodily* adalah pergerakan translasi menyeluruh dari sebuah gigi ke posisi yang baru, dengan semua bagian dari gigi bergerak dalam jumlah yang setara. Tekanan harus diaplikasikan pada daerah mahkota yang lebar dan setiap pergerakan *tilting* harus dibatasi. Pergerakan *bodily* mengakibatkan resorpsi tulang terjadi pada daerah tekanan dan pembentukan tulang terjadi pada daerah tarikan (William, J .K., 2000).



Gambar 2. 2 Pergerakan *Bodily* (Sumber: William, J .K., 2000).

3. Pergerakan Rotasi

Pergerakan rotasi adalah gerakan gigi berputar di sekeliling sumbu panjangnya. Rotasi merupakan suatu penjangkaran gigi yang paling rumit dilakukan dan sukar untuk dipertahankan. Rotasi gigi dalam soketnya membutuhkan aplikasi tekanan ganda. Pergerakan ini dapat diperoleh dengan memberikan kekuatan pada satu titik dari mahkota dan stop untuk mencegah Bergeraknya bagian mahkota yang lain (William, J .K., 2000).



Gambar 2. 3 Pergerakan Rotasi (Sumber: William, J .K., 2000).

4. Pergerakan Vertikal

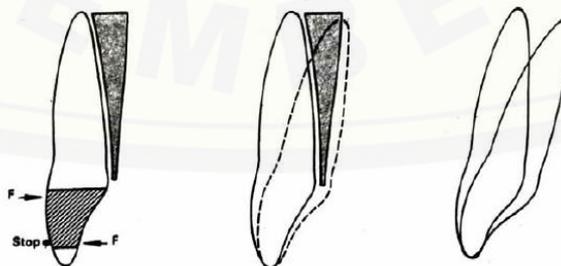
Pergerakan vertikal ada dua jenis yaitu pergerakan ekstrusi dan instruksi dimana kedua pergerakan ini memperoleh kekuatan dengan arah berlawanan. Ekstrusi adalah pergerakan gigi keluar dari alveolus dimana akar mengikuti mahkota. Pada umumnya pergerakan ekstrusi mengakibatkan tarikan pada seluruh struktur pendukung. Intrusi adalah pergerakan gigi secara vertikal kedalam alveolus. Intrusi gigi menyebabkan resorpsi tulang, terutama di sekitar apeks gigi. Dalam pergerakan ini, terjadi daerah tekanan pada seluruh struktur jaringan pendukung tanpa adanya daerah tarikan (William, J .K., 2000).



Gambar 2. 4 Pergerakan Vertikal (Sumber: William, J .K., 2000).

5. Pergerakan Torque

Pergerakan *torque* mengakibatkan pada daerah tekanan akan terjadi resorpsi jaringan dan pada daerah tarikan terjadi aposisi yang menyebabkan gigi miring disekitar apesnya (William, J .K., 2000).



Gambar 2. 5 Pergerakan Torque (Sumber: William, J .K., 2000).

2.2.2 Biomekanika Pergerakan Gigi

Pergerakan gigi terjadi akibat tekanan pada gigi. Tekanan ini akan direspon oleh gigi dan jaringan pendukungnya melalui reaksi biologis yang kompleks sehingga menyebabkan jaringan pendukung gigi mengalami *remodeling*. Ligamen periodontal memegang peranan penting dalam proses pergerakan gigi secara ortodonti karena kemampuannya dalam merespon kekuatan mekanik yang diterimanya akan menyebabkan adanya *remodeling* tulang alveolar sehingga memungkinkan gigi untuk bergerak. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa tekanan optimal yang dikenakan pada gigi akan menyebabkan daerah ligamen periodontal yang mengalami tarikan akan terjadi aposisi tulang sedangkan pada daerah yang mengalami tekanan akan terjadi resorpsi tulang (Profit, 2007).

Untuk menggerakkan gigi secara ortodonti diperlukan kekuatan yang bisa bertahan dalam waktu yang lama tetapi bukan berarti harus kekuatan yang berkesinambungan (*continuous force*). Kekuatan tersebut harus tetap ada beberapa jam per hari untuk dapat menimbulkan reaksi seluler pada ligamen periodontal. Durasi kekuatan peranti ortodonti dapat dibagi sebagai berikut: kekuatan berkesinambungan (*continuous force*) yang mempunyai kekuatan hampir sama seperti ketika dipasang sampai waktu yang lama, kekuatan yang terputus-putus (*interrupted force*) yaitu kekuatan yang turun sampai nol setelah beberapa waktu, dan kekuatan intermitten, yaitu kekuatan yang turun menjadi nol secara tiba-tiba ketika peranti ortodonti dilepas oleh pasien (Rahardjo, 2009).

2.2.3 Teori Pergerakan Gigi

1. *Pressure Tension Theory*

Gigi yang mendapatkan gaya ortodonti maka akan terjadi daerah tekanan dan tarikan. Sehingga, terjadi perubahan kimiawi pada ligamen periodontal sebagai stimulus perubahan seluler pada pergerakan gigi. Perubahan pembuluh darah mengalami vasodilatasi pada daerah tarikan di ligamen periodontal, sedangkan pada daerah tekanan akan mengalami penyempitan pembuluh darah. Perubahan aliran darah tersebut

mengakibatkan perubahan fisiologi disekitarnya dan merangsang perubahan seluler disekitar tulang alveolar gigi yang mengalami tekanan (Priyatmoko, 2014).

Gigi yang mendapatkan gaya ortodonti maka akan terjadi daerah tekanan dan tarikan yang disebut sebagai “*pressure-tension theory*”. Daerah tekanan adalah daerah periodonsium yang mengalami tekanan karena gigi bergerak mendekat dan daerah tarikan adalah daerah periodonsium yang mengalami tarikan karena gigi bergerak menjauh. Pada sisi tekanan, ruang ligamen periodontal menjadi sempit, terjadi konstiksi vaskular, replikasi sel dan produksi serat kolagen menurun, yang kemudian diikuti oleh resorpsi tulang. Sebaliknya pada sisi tarikan, ruang ligamen periodontal akan semakin lebar, vaskularisasi meningkat, replikasi sel dan produksi serat kolagen juga meningkat, dan akan terjadi deposisi tulang (Profit dkk., 2007).

Schwarz mengategorikan menjadi empat tingkatan efek biologis (Krishnan dkk., 2015):

1. *First degree of biologic effect*, gaya dengan durasi yang singkat atau sangat sedikit yang tidak menimbulkan reaksi apapun pada periodonsium.
2. *Second degree of biologic effect*, gaya sedikit. Setelah gaya dihentikan terjadi perubahan anatomi dan fungsi ligamen periodontal dan tulang alveolar tanpa resorpsi akar gigi.
3. *Third degree of biologic effect*, gaya kuat, mendukung peningkatan tekanan pembuluh darah kapiler pada *compression* ligamen periodontal. Pada area ini perkembangan ligamen periodontal berkurang, diikuti dengan resorpsi jaringan nekrotik, termasuk permukaan akar gigi. Setelah gaya dihentikan terjadi perubahan anatomi dan fungsi ligamen periodontal dan tulang alveolar dengan resorpsi akar yang sering berlanjut ke dentin.

4. *Fourth degree of biologic effect*, gaya sangat kuat, gigi menyentuh tulang setelah jaringan lunak rusak. Reposisi tulang alveolar muncul pada zona pinggiran *hyalin* ligamen periodontal.

2. *Blood Flow Theory*

Teori ini disebut juga sebagai *fluid dynamic theory* yang diperkenalkan oleh Bien pada tahun 1966. Berdasarkan teori ini, pergerakan gigi timbul karena cairan yang dinamis di dalam ligamen periodontal. Ligamen periodontal terdapat pada ruangan periodontal yang dibatasi oleh permukaan akar gigi dan tulang alveolar, terdiri dari sistem cairan yang terdiri dari cairan interstitial, elemen selular, pembuluh darah, dan perlekatan substansi dasar berisi serat-serat periodontal. Kandungan ligamen periodontal menghasilkan kondisi hidrodinamik yang unik dan menyerupai mekanisme hidrolis dan *shock absorber*. Aplikasi gaya eksternal pada gigi menyebabkan terjadinya pergerakan cairan di dalam kanalikuli. Ketika cairan kanalikuli bekurang, terjadilah apoptosis osteosit yang terdapat dalam tulang kemudian akan menarik osteoklas sehingga terjadi resorpsi tulang (Krishnan dkk., 2015).

3. *Bone Bending and Piezoelectric Theory*

Bone bending pada tulang alveolar merupakan hal yang penting dalam pergerakan gigi secara ortodonti, hal ini pertama kali dikemukakan oleh Farrar (1988). Ketika alat ortodonti diaktivasi, gaya yang diberikan pada gigi disalurkan ke semua jaringan di sekelilingnya sehingga gigi akan bergerak lebih besar dibandingkan dengan lebar ligamen periodontal yang menyebabkan terjadinya defleksi pada tulang alveolar. Defleksi pada tulang juga memicu keluarnya potensial *piezoelectric* yang sering ditemukan pada material kristalin (Harry dkk., 2004).

Deformasi atau perubahan bentuk struktur kristal menghasilkan arus listrik seperti elektron yang berpindah dari molekul kristal yang satu ke molekul kristal yang lain. Bila struktur kristal mengalami deformasi, elektron bermigrasi sehingga terjadi aliran listrik. Jika terdapat tekanan maka struktur kristal masih stabil dan tidak terjadi perpindahan elektron, namun jika tekanan dilepaskan, kristal akan kembali ke bentuk semula dan aliran elektron akan terjadi pada arah yang berlawanan. Sumber struktur kristal tidak hanya pada mineral tulang, tetapi terdapat juga pada kolagen, hidroksi apatit, batas antara kolagen hidroksiapatit dan mukopolisakarida pada subsansi dasar. Pada saat gigi diberi tekanan, tulang alveolar di sekitarnya akan mengalami defleksi. Daerah yang cekung diasosiasikan dengan arus negatif dan menyebabkan deposisi tulang, sedangkan daerah yang cembung diasosiasikan dengan arus positif dan menyebabkan resorpsi tulang (Profit dkk., 2007).

2.3 Tulang Alveolar

Tulang alveolar merupakan bagian dari tulang mandibula dan maksila sebagai dasar struktur pendukung gigi. Tulang alveolar berasal dari sel-sel folikel gigi dan tulang membranous yang terbentuk langsung di jaringan ikat. Tulang alveolar dapat mengalami *remodeling* sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan gigi pada perawatan ortodonti serta penyembuhan luka. Tulang alveolar mempunyai tiga fungsi utama, yaitu sebagai proteksi, tempat perlekatan ligamen periodontal, dan menjaga homeostatis mineral (Graber dkk., 2000).

Dalam hubungannya dengan pergerakan gigi, tulang alveolar dapat mengalami defleksi yang dikarenakan oleh pemberian gaya mekanis. Defleksi tulang alveolar menyebabkan perubahan struktur kristal yang dapat menghasilkan arus listrik yang menyebabkan deformasi struktur kristal, yang akhirnya dapat menyebabkan pembengkokan pada tulang alveolar (Harry dkk., 2004).

2.4 Sel Osteoblas

Osteoblas berasal dari sel punca mesenkimal yang memiliki potensi untuk berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi beberapa jenis sel jaringan ikat. Osteoblas mensintesis dan mensekresikan matriks ekstraselular tulang termasuk kolagen tipe 1, osteokalsin, osteopontin, osteonektin, alkalin fosfatase, proteoglikan dan *growth factors* (Patil dkk., 2006). Banyak faktor yang dapat memengaruhi perkembangan osteoblas dari sel progenitor mesenkimal pada ligamen periodontal, antara lain *bone morphogenetic proteins* (BMPs), *transforming growth factor* (TGF- β I dan II), *insulin-like growth factor* (IGF-I dan II), *platelet-derived growth factor* (PDGF), dan *fibroblast growth factor* (FGF) (Patil dkk., 2006).

Osteoblas memiliki peran penting untuk deposisi matriks tulang dan untuk regulasi osteoklas, mononuklear dan berakhir dengan diferensiasi sel yang sangat spesifik. Osteoblas merupakan sel pembentuk tulang yang bertanggung jawab terhadap proses mineralisasi matriks tulang dengan cara mensintesis kolagen tipe I serta melepaskan kalsium, magnesium, dan ion fosfat. Selama perkembangan dan maturasi, osteoblas mengekspresikan gen-gen yang spesifik. Osteoblas tidak pernah tampak atau berfungsi secara individual, tetapi selalu dalam kelompok-kelompok sel kuboid di sepanjang permukaan sel. Osteoblas yang matang akan mensekresi osteoid, kolagen tipe I, faktor pertumbuhan, dan alkalin fosfatase (Krishnan dkk., 2015).

Proses pembentukan terjadi melalui tiga proses yaitu produksi (proliferasi), maturasi matriks osteoid, kemudian dilanjutkan dengan mineralisasi. Selama proliferasi beberapa protein matriks ekstraseluler (*procollagen* I, TGF β , dan fibronektin) dapat dideteksi. Fase maturasi matriks ditandai dengan adanya ekspresi *alkalin fosfatase* (ALP). Pada awal mineralisasi matriks gen untuk protein seperti *osteocalcin* (OC), *bone sialoprotein* (BSP), dan *osteopontin* (OPN) terekspresi saat mineralisasi sudah selesai. Deposisi kalsium dapat divisualisasikan menggunakan metode pewarnaan (Ariffin dkk., 2011).

2.4.1 Osteoblas dan Pembentukan Tulang

Osteoblas merupakan sel yang berperan penting dalam proses *remodeling* tulang ini. Proses *remodeling* tulang ini terjadi karena adanya koordinasi antara sel osteoklas dan osteoblas. Sel osteoklas berperan dalam proses reposisi tulang. Aksi dari sel osteoklas ini berhubungan dengan interaksi antara sel osteoklas dan protein matriks tulang (osteopontin dan sialoprotein) yang disekresikan oleh sel osteoblas. Setelah proses reposisi tulang selesai, sel osteoklas akan mengalami apoptosis dan sel osteoblas akan melakukan proliferasi dan diferensiasi menjadi sel osteoblas matang. Kemudian sel osteoblas akan mendiami lacuna dan mensintesis mineralisasi matriks tulang untuk membentuk tulang baru (Neve dkk., 2010).

2.5 Proses *Remodeling* Tulang

Proses *remodeling* merupakan dua tahapan aktivitas seluler yang terjadi secara siklik, yakni resorpsi tulang lama oleh osteoklas dan formasi tulang baru oleh osteoblas. Pertama-tama, osteoklas akan melakukan resorpsi melalui proses asidi-fikasi dan digesti proteolitik. Segera setelah osteoklas meninggalkan daerah resorpsi, osteoblas menginvasi area tersebut dan memulai proses formasi dengan cara menyekresi osteoid (matriks kolagen dan protein lain) yang kemudian mengalami mineralisasi. Normalnya, kecepatan resorpsi dan formasi tulang berlangsung dalam kecepatan yang sama sehingga massa tulang tetap konstan (Sihombing dkk., 2012).

Proses *remodeling* tulang terjadi pada tulang yang membutuhkan adanya perbaikan tulang. Proses terbagi menjadi 6 tahap, yaitu (U. Kini dan Nandeesh, 2012)

1. Fase diam, merupakan keadaan atau fase saat tulang dalam istirahat, dimana sel-sel tulang belum mengalami aktivasi untuk proses *remodeling*.
2. Fase aktivasi, merupakan langkah awal sebelum terjadinya resorpsi tulang. Pada fase ini terjadi pencabutan sel osteoblas dewasa yang terdapat pada permukaan tulang, melalui kolagenase. Pada awal fase ini melibatkan perekrutan dan aktivasi mononuklear monosit makrofag precursor osteoklas,

sehingga terjadi interaksi antara perkursor osteoklas dan osteoblas. Hal ini menyebabkan diferensiasi, migrasi dan fusi osteoklas. Sel ini kemudian menempel pada permukaan tulang termineralisasi dan memulai reposisi tulang yang dapat menurunkan komponen matriks pada tulang termasuk kolagen.

3. Fase reposisi. Pada fase ini sel osteoklas mulai merusak matriks mineral tulang dan osteoid. Proses ini terjadi oleh makrofag dan terdapat respon pelepasan faktor pertumbuhan yang terdapat pada tulang, seperti TGF- β , *platelet-derived growth factor* (PDGF), IGF I dan II. Reposisi osteoklastik menghasilkan rongga tidak teratur pada permukaan tulang trabekular, yang disebut *Howship's lacunae*, atau *Haversian canal* dalam tulang kortikal. Proses reposisi yang dimediasi sel osteoklas ini hanya membutuhkan waktu 2- 4 minggu.
4. Fase *reversal*. Pada fase ini terjadi transisi dari resorpsi tulang ke perbaikan atau pembentukan tulang. Pada akhir proses reposisi terdapat rongga reposisi yang mengandung berbagai sel mononuklear termasuk monosit, osteosit dan preosteoblas untuk memulai pembentukan tulang baru. Terdapat sinyal *coupling* yang menghubungkan berakhirnya reposisi tulang dan dimulainya pembentukan tulang. Belum diketahui sinyal *coupling* yang menghubungkan proses ini, namun TGF- β , IGF I dan II, BMP (*bone morphogenetic proteins*), PDGF atau faktor pertumbuhan fibroblast disinyalir sebagai sinyal *coupling*. Setelah osteoklas telah diserap rongga pada tulang, sel osteoklas melepaskan diri dari permukaan tulang dan digantikan oleh sel osteoblas yang pada gilirannya memulai pembentukan tulang. Sel preosteoblas mensintesis zat perekatan pada jaringan baru melekat dan tulang mengekspresikan BMP yang bertanggung jawab untuk diferensiasi sel tersebut. Beberapa hari kemudian, sel osteoblas mensintesis matriks osteoid yang mengisi rongga resorpsi (*Haversian canal*). Osteoblas yang tersisa terus mensintesis tulang hingga sel tersebut berhenti dan transformasi untuk diam melapisi permukaan tulang yang baru dibentuk dan terhubung dengan osteosit dalam matriks tulang dalam jaringan *canaliculi*.
5. Fase mineralisasi. Proses ini dimulai 30 hari setelah pengendapan osteoid, dan berakhir pada hari ke-90 di trabekular dan hari ke-130 dalam tulang kortikal.

Ketika siklus selesai, jumlah tulang yang terbentuk harus sama dengan jumlah tulang yang direposisi.

2.6 Perubahan Jumlah Sel Osteoblas pada Daerah Tarikan

Penelitian yang dilakukan oleh Tatit Fitri P pada tahun 2015 menggunakan karet separator dengan kekuatan sebesar 0,0284 kN (0,0289 gr/cm²) menunjukkan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 3 minggu menghasilkan jumlah sel osteoblas lebih banyak pada minggu ke-3 daripada pada minggu ke-2. Banyaknya sel osteoblas ini dikarenakan adanya aktivasi dari COX-2, yang mampu meningkatkan diferensiasi sel osteoblas untuk menstimulasi perbaikan tulang (Pusparani, T.F., 2016).

2.7 Pengaruh Besarnya Kekuatan Ortodonti terhadap Sel Osteoblas

Menurut William pada tahun 2000, pada tipe pergerakan *tipping* menunjukkan kekuatan gaya sebesar 50-75 gr/cm² dan pada tipe pergerakan *bodily* menunjukkan kekuatan gaya sebesar 100-150 gr/cm². Pada pergerakan *tipping* setelah 24-48 jam setelah pemberian gaya mekanis ortodonti osteoklas terlihat sepanjang permukaan tulang dan terjadi resorpsi tulang pada sisi tekanan dan aposisi pada sisi tarikan. Sedangkan, pada pergerakan *bodily* terjadi pergerakan menyeluruh dari gigi ke posisi yang baru dengan semua bagian dari gigi bergerak dalam jumlah yang setara (William, J.K., 2000).

Penelitian yang dilakukan oleh Y. Ren pada tahun 2003 menggunakan *Ni-Ti closed coil spring* diameter 0,008 inch dengan panjang wire 6mm dengan kekuatan 10cN pada gigi M1, M2, dan M3 rahang atas kanan yang dikaitkan dengan kedua gigi insisiv digerakkan ke mesial selama 12 minggu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dalam pergerakan gigi tikus muda maupun dewasa. Hal ini ditunjukkan pada *initial phase* pergerakan gigi tikus dewasa lebih lambat dibandingkan dengan tikus muda. Hal ini karena pada tikus dewasa mengalami keterlambatan respon biologis awal yang menyebabkan pergerakan gigi awal yang lambat (Ren, Y dkk., 2003).

Menurut Singh pada tahun 2007 menyatakan bahwa kekuatan ortodonti yang optimal hendaknya selaras dengan tekanan pembuluh darah kapiler yaitu sebesar 20-26 gr/cm². Secara klinis kekuatan ortodonti optimal memiliki karakteristik seperti pergerakan gigi yang relatif cepat dengan sedikit ketidaknyamanan (Singh, 2007).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Yoko Nakano dkk pada tahun 2011 menggunakan *Ni-Ti closed coil spring* diameter 0,08 inch pada gigi M1 rahang atas kanan digerakkan ke mesial dengan kekuatan ortodonti sebesar 10grF atau 50 grF pada hari ke- 7 hari dan ke-10. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sel osteoblas meningkat pada permukaan akar gigi yang dapat diamati pada kekuatan ortodonti sebesar 10grF dengan pada hari ke-7 dan ke-10 setelah pergerakan gigi (Nakano dkk., 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Pinandi Sri Pudyani dkk pada tahun 2014 menggunakan *Ni-Ti open coil spring* diameter 0,010 inch x 0,045 inch pada gigi insisiv rahang bawah digerakkan ke distal dengan kekuatan 1,3 N dengan waktu pengamatan selama 0, 3, 7, 14, dan 21 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jarak *relaps* dari hari ke-0 sampai ke-3 adalah 0,8 mm, dari hari ke-3 sampai ke-7 adalah 0,20, dari hari ke-7 sampai ke-14 adalah 0,7, dan dari hari ke-14 sampai ke-21 adalah 0,13. Jadi, dapat disimpulkan bahwa jarak *relaps* yang paling besar terjadi pada hari ke-3 setelah *open coil spring* dilepas (Pudyani, P.S dkk., 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Nuzulul Hikmah pada tahun 2016 menggunakan kawat *stainless steel* 0,012 U (Class One Orthodontics, USA) dengan koil diameter 2 mm dan panjang lengan kawat 10 mm dengan kekuatan sebesar 30 grF pada gigi insisiv rahang atas digerakkan ke distal selama 1 minggu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah sel osteoblas pada hari ke-7 dengan adanya induksi gaya mekanis ortodonti lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol dan terjadi keseimbangan *remodeling* tulang pada kelompok induksi gaya mekanis ortodonti sebesar 30 grF (Hikmah, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Rosiana dkk pada tahun 2020 menggunakan karet separator pada gigi I1 rahang atas kiri digerakkan ke distal dengan kekuatan

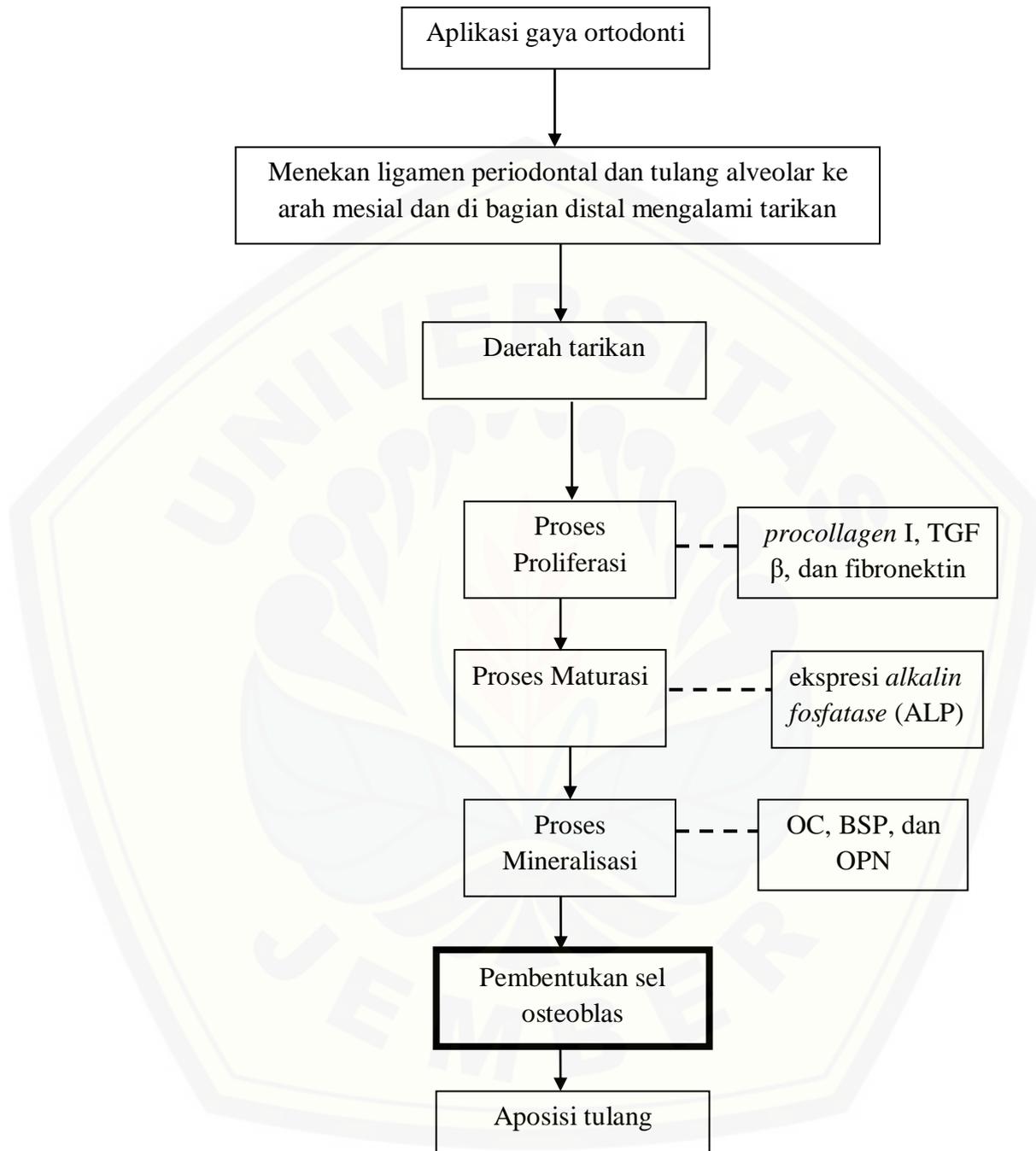
sebesar 0,028 kN dengan waktu pengamatan selama 1 minggu dan 2 minggu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada hari ke-7 dengan induksi gaya mekanis ortodonti dapat merangsang terjadinya aktivitas osteoblas dan pada hari ke-14 jumlah sel osteoblas semakin meningkat dibandingkan dengan hari ke-7. Namun, pada penelitian ini dijelaskan bahwa pada hari ke-1 dan ke-2 dengan kekuatan karet separator sebesar 0,028 kN pada marmut jantan menunjukkan bahwa terdapat pergerakan gigi yang kecil, sehingga pada hari ke-3 dilakukan penambah kekuatan menjadi 0,474 kN agar didapatkan pergerakan gigi yang lebih besar dibandingkan hari sebelumnya (Prayogo, R.D., dkk, 2020).

2.8 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Berdasarkan uraian diatas diduga terdapat adanya peningkatan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang di induksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu.
2. Semakin lama waktu pemberian induksi gaya mekanis ortodonti semakin besar peningkatan jumlah sel osteoblas.

2.9 Kerangka Konsep



Keterangan :

----- → mengekspresikan

▭ → Yang diteliti

Gambar 2.6 Kerangka Konsep

Keterangan kerangka konsep:

Aplikasi gaya ortodonti pada gigi tikus menggunakan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm dan diameter 0,01 inch akan menyebabkan ligamen periodontal dan tulang alveolar tertekan pada bagian mesial yang menyebabkan terjadinya proses resorpsi tulang alveolar oleh sel osteoklas dan bagian distal mengalami tarikan yang akan terjadi proses pembentukan tulang baru oleh sel osteoblas. Penelitian ini mengamati pada daerah tarikan. Pada daerah ini terjadi pembentukan sel osteoblas melalui tiga proses yaitu proliferasi, maturasi, dan mineralisasi. Pada proses proliferasi terdeteksi adanya protein matriks ekstraseluler (*procollagen I*, $TGF\ \beta$, dan fibronektin), pada proses maturasi ditandai dengan adanya ekspresi *alkalin fosfatase* (ALP), dan pada proses mineralisasi terdapat matriks gen seperti *osteocalcin* (OC), *bone sialoprotein* (BSP), dan *osteopoentin* (OPN) yang akan terekspresi saat mineralisasi sudah selesai. Setelah proses mineralisasi selesai maka sel osteoblas terbentuk dan akan terjadi aposisi tulang.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian eksperimental laboratoris pada tikus untuk melihat jumlah sel osteoblas pada saat pergerakan gigi yang di induksi gaya mekanis ortodonti yang akan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penelitian eksperimental laboratoris adalah suatu penelitian yang ditujukan untuk mencari hubungan sebab akibat dengan memanipulasi atau memberikan intervensi variabel satu atau lebih kelompok dan mengendalikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hubungan sebab akibat kemudian membandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak diintervensi aktif atau dimanipulasi (Notoatmojo, 2002).

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *The Post Test Only Control Group Design*, yaitu melakukan pengamatan dan pengukuran setelah penelitian dengan membandingkan kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan (Notoatmojo, 2010).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Tempat Penelitian

- 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 jaringan, proses pemeriksaan, dan perhitungan preparat jaringan.

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2019 – Februari 2020.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam suatu penelitian merupakan kumpulan individu atau obyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini populasi penelitiannya adalah hewan coba tikus *Sprague Dawley*.

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. Kriteria sampel tikus tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Tikus *Sprague Dawley*
- b. Jenis kelamin jantan
- c. Kondisi fisik sehat
- d. Berat badan 250 – 300 gram
- e. Umur tikus 2 – 3 bulan

B. Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 6 ekor tikus tiap kelompok perlakuan. Adapun besar sampel di dapat dari perhitungan rumus sebagai berikut (Daniel, 2005) :

$$n \geq \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

Keterangan :

n = jumlah sampel minimum

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

σ = standar deviasi sampel

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

maka didapatkan hasil :

$$n \geq \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}, \text{ diasumsikan } d = \sigma, \text{ maka } n = z^2$$

$$n \geq z^2$$

$$n \geq (1,96)^2$$

$$n \geq 3,84$$

$$n \geq 4$$

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 30% (0,30)

maka di dapatkan hasil :

$$N = \frac{4}{(1-0,30)} = \frac{4}{0,7}$$

$$N = 5,714$$

$$N = 6$$

Berdasarkan rumus di atas, sampel yang digunakan sebanyak 6 ekor pada masing – masing kelompok. Sehingga, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 36 ekor yang terbagi 6 kelompok.

3.5 Kriteria Inklusi, Eksklusi, dan *Drop Out*

a. Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah jenis tikus *Sprague Dawley*, jenis kelamin jantan, berat badan 250-300 gram, umur 2-3 bulan, dan kondisi tikus dalam keadaan sehat yang tidak ada kelainan fisik, nafsu makan baik, perilaku normal.

b. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah tikus berperilaku tidak normal atau berperilaku agresif selama penelitian, penurunan berat badan secara drastis, memiliki penyakit atau cedera fisik saat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang sesuai (selama 7 hari).

c. *Drop Out*

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

3.6 Identifikasi Variabel Penelitian

3.6.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah induksi gaya ortodonti yang akan diberikan pada kelompok sampel.

3.6.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah sel osteoblas.

3.6.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :

- a. Jenis makanan dan minuman tikus jantan
- b. Kriteria hewan coba (Tikus *Sprague Dawley*)
 1. Jenis kelamin hewan coba
 2. Berat badan hewan coba
 3. Umur hewan coba
- c. Alat ortodonti, cara pemasangannya, dan besar kekuatan tarikan

- d. Gaya *Ni-Ti closed coil spring* sebesar 3,5 oz = $0,01 \text{ gr/cm}^2 = 9,8 \text{ N/m} = 10\text{grF}$ dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch
- e. Prosedur penelitian
- f. Waktu penelitian
- g. Tempat pemeliharaan atau lingkungan yang sama

3.7 Definisi Operasional

3.7.1 Jumlah Sel Osteoblas

Jumlah sel osteoblas merupakan banyaknya sel osteoblas yang berada pada tulang alveolar yang memiliki ciri-ciri mononukleus, berbentuk kuboid, datar, dan saling berdekatan. Sel ini terdapat pada permukaan tulang alveolar regio posterior gigi molar satu maksila pada daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya ortodonti. Perhitungan jumlah sel osteoblas ini dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Perhitungan ini menggunakan 3 lapangan pandang oleh 2 pengamat.

3.7.2 Induksi Gaya Mekanis

Induksi gaya mekanis adalah pemberian suatu gaya mekanis pada gigi dan jaringan pendukungnya yang diperoleh dari pemasangan alat ortodonti dengan merk *Ni-Ti closed coil spring* pada gigi tikus dengan panjang kawat 6 mm dan diameter 0,01 inch ditarik menggunakan *Tension gauge* sehingga menghasilkan gaya sebesar 3,5 oz = $85,05 \text{ gr/cm}^2 = 10 \text{ grF}$ pada gigi molar satu regio kanan rahang atas.

3.7.3 Cara Menentukan Gaya

Cara menentukan gaya adalah suatu cara yang dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dihasilkan oleh alat ortodonti *Ni-Ti closed coil spring* menggunakan alat ukur *Tension gauge* untuk mengetahui besarnya gaya. Penentuan gaya ini dapat dilakukan dengan cara mengaitkan ujung alat ortodonti *Ni-Ti closed coil spring* pada gigi M1 dengan kawat kemudian ujung koil satunya di tarik menggunakan *Tension gauge* untuk mendapatkan gaya maksimal dan

diukur besarnya angka yang ditunjukkan pada *Tension gauge* dan didapatkan gaya sebesar $3,5 \text{ oz} = 85,05 \text{ gr/cm}^2 = 10 \text{ grF}$. Setelah mendapatkan gaya yang maksimal ujung koil tersebut di beri kawat dan dikaitkan ke gigi insisiv.

3.8 Bahan dan Alat Penelitian

3.8.1 Bahan Penelitian

- a. Hewan coba yaitu tikus jantan *Sprague Dawley*
- b. Ketamin (*Ilium, Australia*)
- c. *Eter Cloroform*
- d. *Aquadest (WIDA, Indonesia)*
- e. *Buffered Neutral Formalin 10% (Millipore, Germany)*
- f. *Asam Formiat 10% (Ultradent, Germany)*
- g. *Alkohol 70%, 80%, 90%, 95%, 96%, 100% (Kimia farma, Indonesia)*
- h. *Xylal (Millipore, Germany)*
- i. *Meyyer egg albumin (Medsupplypartners, USA)*
- j. *Paraffin solid (Histoplast, USA)*
- k. *Haematoksilin Eosin (Millipore, Germany)*
- l. *Label (Self Adhesive Labels, Indonesia)*
- m. *Kertas saring (Whatman, England)*
- n. *Pakan standar untuk tikus (Turbo, Indonesia)*
- o. *Glass Ionomer type IX (Fuji, Japan)*
- p. *Nickel-titanium closed coil spring, diameter 0,01inch (Ortho-technology, Australia)*

3.8.2 Alat Penelitian

- a. *Kandang peliharaan hewan coba (Lion Star, Indonesia)*
- b. *Tempat makan dan tempat minum hewan coba (Lion Star, Indonesia)*
- c. *Timbangan digital (Lucky, Indonesia)*
- d. *Syringe (Pro-Ject, Indonesia)*
- e. *Gelas ukur (Pyrex, Japan)*
- f. *Beaker glass (Pyrex, Japan)*

- g. *Blade Scalpel (Dentica, USA)* dan *Scalpel (Dentica, USA)*
- h. Alat potong tulang/ *knable tang (Yamaco, Japan)*
- i. Pinset anatomi (*Dentica, USA*)
- j. Botol untuk dekalsifikasi (*Lion Star, Indonesia*)
- k. Mikrotom (*Roundfin, China*)
- l. *Waterbath (Roundfin, China)*
- m. *Paraffin dispenser (Roundfin, China)*
- n. *Base mould (Vision, Indonesia)*
- o. *Cold plate (Lytron, USA)*
- p. *Slide warmer (Tissue-tek, Japan)*
- q. Mikroskop Binokuler (*Olympus photo slide BX51, Cam DP71 12 mpx*)
- r. Oven (*Memmert, Germany*)
- s. *Object glass dan Deck Glass (Sail Brand, China)*
- t. Sonde bengkok (*Dentica, USA*)
- u. Plastik filling instrument
- v. Spatula GIC
- w. Gelas ukur
- x. Sarung tangan dan masker (*Sensi Gloves, Indonesia*)
- y. Kuas kecil

3.9 Hasil Penelitian Percobaan Pendahuluan

Menurut William (2000) bahwa pada tipe pergerakan *bodily* dapat dilakukan dengan kekuatan berkisar 100-150 gr/cm². Pada penelitian yang dilakukan menggunakan hewan coba tikus yang diberi kekuatan sebesar 85,05 gr/cm². Berdasarkan hasil percobaan pendahuluan yang telah dilakukan dengan kekuatan gaya 3,5 oz = 85,05 gr/cm² = 10 grF menggunakan *Ni-Ti closed coil springs* diameter 0,01 inch selama 1 minggu di dapatkan hasil bahwa pada gigi tikus yang telah di induksi gaya mekanis ortodonti menunjukkan adanya pergerakan gigi M1 ke arah mesial sebesar 0,5 mm. Selain itu juga didapatkan gambaran klinis bahwa gigi tidak mengalami kegoyangan, tidak ada perubahan warna pada gingiva.

3.10 Prosedur Penelitian

3.10.1 Perijinan *Ethical Clearance*

Keterangan kelayakan etik penelitian yang diproses agar dapat melakukan penelitian dengan serangkaian kegiatan pada hewan coba. Keterangan kelayakan etik penelitian ini dikeluarkan oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan Nomor : 1150/H25.1.11/KE/2017.

3.10.2 Persiapan Hewan Coba

Hewan coba dilakukan aklimatisasi selama satu minggu sebelum diberikan perlakuan untuk melakukan adaptasi dengan tempat tinggal, makanan dan minuman. Tikus diberi makanan berupa pakan standard merk turbo serta air minum. Sebelum dilakukan perlakuan tiap tikus ditimbang berat badannya dan diamati kesehatannya meliputi gerakan, berat badan, pola makan, dan minum. Hewan coba ditimbang bertujuan untuk memperoleh keseragaman dalam melakukan penelitian selain itu tikus dengan berat badan yang cukup akan lebih kuat dan tidak mudah sakit apabila diberikan perlakuan seperti di induksi gaya mekanis ortodonti.

3.10.3 Pembagian Kelompok Perlakuan

Hewan coba yang sudah diadaptasikan dikelompokkan menjadi 6 kelompok, yaitu :

- a. Kelompok K-1 (6 ekor) merupakan kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti selama 1 minggu.
- b. Kelompok K-2 (6 ekor) merupakan kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti selama 2 minggu.
- c. Kelompok K-3 (6 ekor) merupakan kelompok kontrol yang tidak diberi induksi gaya mekanis ortodonti selama 3 minggu.
- d. Kelompok P-1 (6 ekor) merupakan kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01 inch selama 1 minggu.

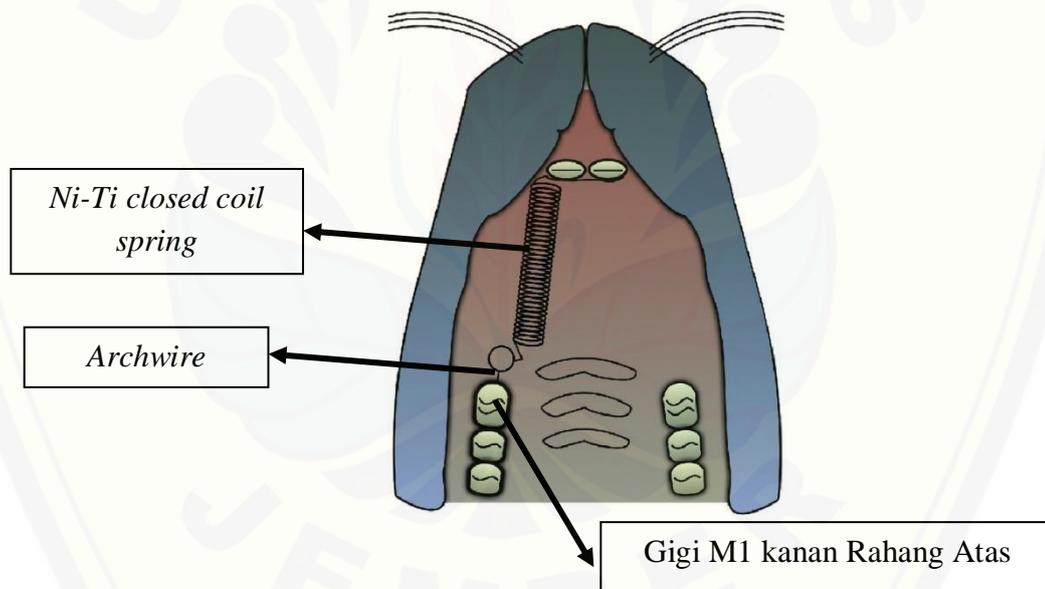
- e. Kelompok P-2 (6 ekor) merupakan kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01inch selama 2 minggu.
- f. Kelompok P-3 (6 ekor) merupakan kelompok perlakuan yang diberi induksi gaya mekanis ortodonti berupa pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* dengan panjang 6 mm, diameter 0,01inch selama 3 minggu.

3.10.4 Pemasangan *Ni-Ti closed coil spring*

Pemasangan Koil spring pada gigi tikus dengan cara, sebagai berikut :

1. Hewan coba dianestesi terlebih dahulu menggunakan ketamine dengan dosis 0,2 ml/grBB dan xylal 0,1 ml/grBB dengan cara menyuntikkan ke paha bagian belakang hewan coba yaitu secara intramuscular pada muskulus *quadriceps/triceps*. Anestesi ini dilakukan supaya hewan coba tidak merasa kesakitan dan bisa tenang saat dilakukan pemasangan *Ni-Ti closed coil spring*
2. Meletakkan hewan coba pada papan hewan coba dengan cara menelentangkan tubuh hewan coba dan mengikat keempat kaki dan kepala dengan kawat
3. Membuka mulut hewan coba dengan alat bantu agar mulut hewan coba terbuka selama pemasangan *Ni-Ti closed coil spring*
4. Mengikat kawat yang sudah dipotong pendek (*archwire*) pada masing-masing ujung koil spring
5. Membuat tempat untuk melekatkan salah satu kawat di ujung koil spring tadi pada kedua gigi insisivus dengan cara membuat seperti cerukan di bagian cervikal gigi menggunakan bur *low speed* dan mata bur *wheel* kecil
6. *Archwire* pada ujung koil spring dililitkan pada gigi molar pertama dengan cara memasukkan kawat pada sela-sela antara gigi molar pertama dengan gigi molar kedua. Setelah itu dibuat simpul dan diikat dengan kuat.
7. Melilitkan kawat pada bagian cerukan gigi insisivus tersebut kemudian membuat tali simpul untuk mengikat dengan erat agar kawat tidak

- terlepas. Mengikatkan kawat pada kedua gigi insisivus sebagai retensi atau tumpuan saat menarik gigi molar pertama agar terjadi pergeseran
8. Memotong ujung kawat yang tersisa menggunakan gunting
 9. Menutup hasil potongan kawat pada simpul dengan Semen *Glass Ionomer* menggunakan ujung sonde supaya ujung kawat tidak melukai jaringan lunak di dalam rongga mulut hewan coba
 10. Menunggu Semen *Glass Ionomer* sampai kering \pm 2-5 menit agar tidak larut oleh saliva dan darah yang keluar, kemudian boleh menutup mulut hewan coba
 11. Membersihkan darah yang keluar menggunakan kapas atau kasa apabila keluar darah
 12. Mengembalikan hewan coba ke dalam kandang seperti semula.



Gambar 3. 1 Ilustrasi pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* pada tikus (Sumber: D'Apuzzo dkk, 2013).

3.10.5 Pembuatan Sediaan Histologi

3.10.5.1 Pengambilan Sampel Jaringan

Pengambilan jaringan dilakukan dengan cara mengeuthanasia hewan coba kelompok K-1 dan P-1 dikorbankan pada hari ke-8, kelompok K-2 dan P-2 dikorbankan pada hari ke-15, dan kelompok K-3 dan P-3 dikorbankan pada hari

ke-22 . Eustasia dilakukan dengan cara melakukan anastesi pada hewan coba secara inhalasi menggunakan larutan eter yang ada di dalam tabung berisi kapas, kemudian memasukkan hewan coba ke dalam tabung, menutup tabung dan menunggu sampai hewan coba mati. Kemudian mengambil hewan coba yang sudah mati, kemudian menelentangkannya pada papan bedah dengan scalpel untuk di bedah. Pemotongan jaringan dilakukan pada tulang rahang atas regio kanan secara vertikal (dari atas ke bawah) dengan arah mesial-distal. Jaringan yang diambil adalah rahang atas regio posterior gigi molar (Muntiha, 2001).

3.10.5.2 Perendaman Jaringan dengan Larutan Buffered Neutral Formalin (BNF) 10%

Menyimpan hasil potongan jaringan ke dalam botol-botol kecil berbentuk tabung yang sudah diisi dengan formalin 10%. Jaringan harus terendam semua oleh formalin minimal 24 jam. Bertujuan untuk mencegah terjadinya autolisis, mempertahankan morfologi sel seperti semula, dan mencegah pertumbuhan bakteri maupun jamur. Menurut Jusuf (2009) dalam (Pratiwi, 2015) apabila jaringan direndam terlalu lama dapat menyebabkan kerapuhan pada jaringan sehingga tidak mungkin untuk dipotong dengan mikrotom secara baik (Pratiwi, 2015).

3.10.5.3 Perendaman dalam Larutan Dekalsifikasi

Setelah jaringan direndam dalam larutan formalin 10%, selanjutnya dilakukan proses dekalsifikasi dengan tujuan untuk menghilangkan garam-garam kalsium dari jaringan tulang sehingga tulang menjadi lunak, dan memudahkan proses pemotongan. Dekalsifikasi menggunakan larutan asam formiat 10% selama 30 hari. Dekalsifikasi hanya bisa dilakukan apabila jaringan difiksasi dengan sempurna. Setelah proses dekalsifikasi selesai, jaringan dibersihkan pada air mengalir selama 1,5 jam dengan tujuan untuk menghilangkan larutan dekalsifikasi yang tersisa.

Proses ini bertujuan agar garam-garam kalsium dan jaringan tulang dapat dihilangkan. Setelah proses dekalsifikasi selesai ditandai bahwa jaringan sudah

lunak dan siap untuk proses selanjutnya yaitu proses pembuatan preparat. Larutan dekalsifikasi ini diganti setiap tiga hari sekali agar memperoleh hasil yang baik. Setelah proses dekalsifikasi jaringan selesai, jaringan dicuci secara hati-hati menggunakan air mengalir. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa bahan dekalsifikasi.

3.10.5.4 Dehidrasi Jaringan

Dehidrasi jaringan dilakukan dengan tujuan untuk mengeluarkan seluruh cairan yang terdapat dalam jaringan yang telah difiksasi sehingga nantinya dapat diisi dengan parafin yang dipakai untuk membuat blok preparat. Hal ini perlu dilakukan karena air tidak dapat bercampur dengan cairan parafin yang dipakai untuk membuat blok preparat. Penarikan air keluar dari sel atau jaringan dilakukan dengan cara merendam jaringan dalam bahan kimia yang berfungsi sebagai dehidrator (penarik air) yang secara progresif konsentrasinya meningkat, yakni alkohol (Pratiwi *et al*, 2015). Dehidrasi jaringan menggunakan konsentrasi alkohol yang bertingkat, yaitu dengan alkohol 30%, 50%, 70%, 80%, 96%, dan absolut 100% masing-masing selama 60 menit (Sudiana,1993).

3.10.5.5 *Clearing*

Clearing merupakan proses yang bertujuan untuk menjernihkan jaringan. Proses ini menggunakan *xylol* sebanyak 2 kali yang pertama selama 60 menit dan yang kedua selama 120 menit (Pratiwi, 2015).

3.10.5.6 Impregnasi

Impregnasi merupakan proses infiltrasi bahan *embedding* ke dalam jaringan pada suhu 48⁰ C. Caranya yaitu jaringan dibungkus dengan kertas saring yang sudah diberi label untuk menghindari kekeliruan identitas sampel. Kemudian dimasukan ke dalam bahan *embedding* yaitu parafin dengan titik didih 48⁰ C selama 2 jam dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (Pratiwi, 2015).

Tahapan impregnasi yang dilakukan adalah :

- a. Parafin (56⁰-60⁰ C) selama 2 jam

- b. Parafin (56° - 60° C) selama 2 jam
- c. Parafin (56° - 60° C) selama 2 jam

3.10.5.7 Pembuatan Blok Jaringan (*Embedding*)

Embedding merupakan proses penanaman jaringan ke dalam suatu bahan *embedding* dengan menggunakan parafin dengan titik didih 56° - 60° C. Tahapan *embedding* dilakukan dengan cara menuangkan parafin cair di alat cetak blok, kemudian meletakkan jaringan ke dalamnya dengan memberi label identitas jaringan pada saat *embedding*. Tunggu beberapa menit hingga parafin beku. Setelah beku, parafin dilepas dari alat cetak dan dilakukan pemotongan (Pratiwi, 2015).

3.10.5.8 Pemotongan Jaringan menggunakan Mikrotom

Tahapan ini bertujuan untuk membuat preparat histologi. Adapun caranya adalah keesokan harinya ditempelkan pada holder dan dilakukan pemotongan setebal 6-7 μ m dengan *rotary* mikrotom dari arah korona ke apikal gigi tikus. Pemotongan jaringan ini dilakukan dengan arah mesio-distal pada jaringan yang telah diletakkan pada holder mikrotom. Potongan jaringan yang diperlukan adalah terdapat bentukan gigi dan tulang alveolar utuh pada bagian tarikan dan tekanan. Potongan jaringan yang telah memenuhi kriteria, diambil dengan menggunakan kuas dan diletakkan di atas permukaan air *waterbath* dengan temperatur 45° C hingga sayatan jaringan mekar. Sayatan yang telah mekar diambil dengan obyek glass, kemudian dikeringkan di atas hot plate, dan dimasukkan dalam oven dengan suhu sekitar 30° - 35° C minimal selama 12 jam.

3.10.5.9 Pengecatan *Haematoksin Eosin (HE)*

Melihat jumlah sel osteoblas secara histologi pada jaringan tulang alveolar dengan menggunakan pengecatan HE, karena perwarnaan menggunakan HE bermanfaat untuk mengidentifikasi komponen-komponen sel suatu jaringan dari organ tubuh hewan coba (Muntiha, 2001). Teknik pengecatan HE yang dilakukan adalah sesuai standart rutin Laboratorium Histologi Kedokteran Gigi Universitas

Jember. Metode pengecatan HE secara progresif menurut Sudiana (1993) dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan preparat jaringan kedalam 2 wadah berisi xylo, masing-masing wadah selama 3 menit. Fungsi xylo adalah untuk deparafinisasi, yaitu menghilangkan parafin yang terdapat pada jaringan
2. Alkohol 100% sebanyak 2 wadah, masing-masing wadah selama 3 menit.
3. Alkohol 95% sebanyak 2 wadah, masing-masing wadah selama 3 menit
4. Aquadest selama 10 menit
5. Hematoxilin Mayer's selama 2 menit
6. Air selama 20 menit
7. Masukkan ke larutan eosin sebanyak 3 celup bertujuan untuk memberi warna merah pada sitoplasma sel kemudian bilas dengan air biasa
8. Alkohol 95% sebanyak 2 wadah, masing-masing wadah selama 3 menit.
9. Alkohol 100% sebanyak 2 wadah, masing-masing wadah selama 3 menit.
10. Xylo sebanyak 2 wadah, masing-masing wadah selama 3 menit
11. Dilakukan mounting menggunakan cairan Entellan lalu di tutup dengan *deck glass* serta diberi label pada tiap-tiap preparat jaringan dan di biarkan mengering. Hal ini bertujuan untuk mengawetkan jaringan yang telah diwarnai.
12. Memberikan label pada preparat histologi yang telah dibuat dan membiarkan sampai kering.

3.5.9.10 Pengamatan dan Perhitungan Jumlah Sel Osteoblas

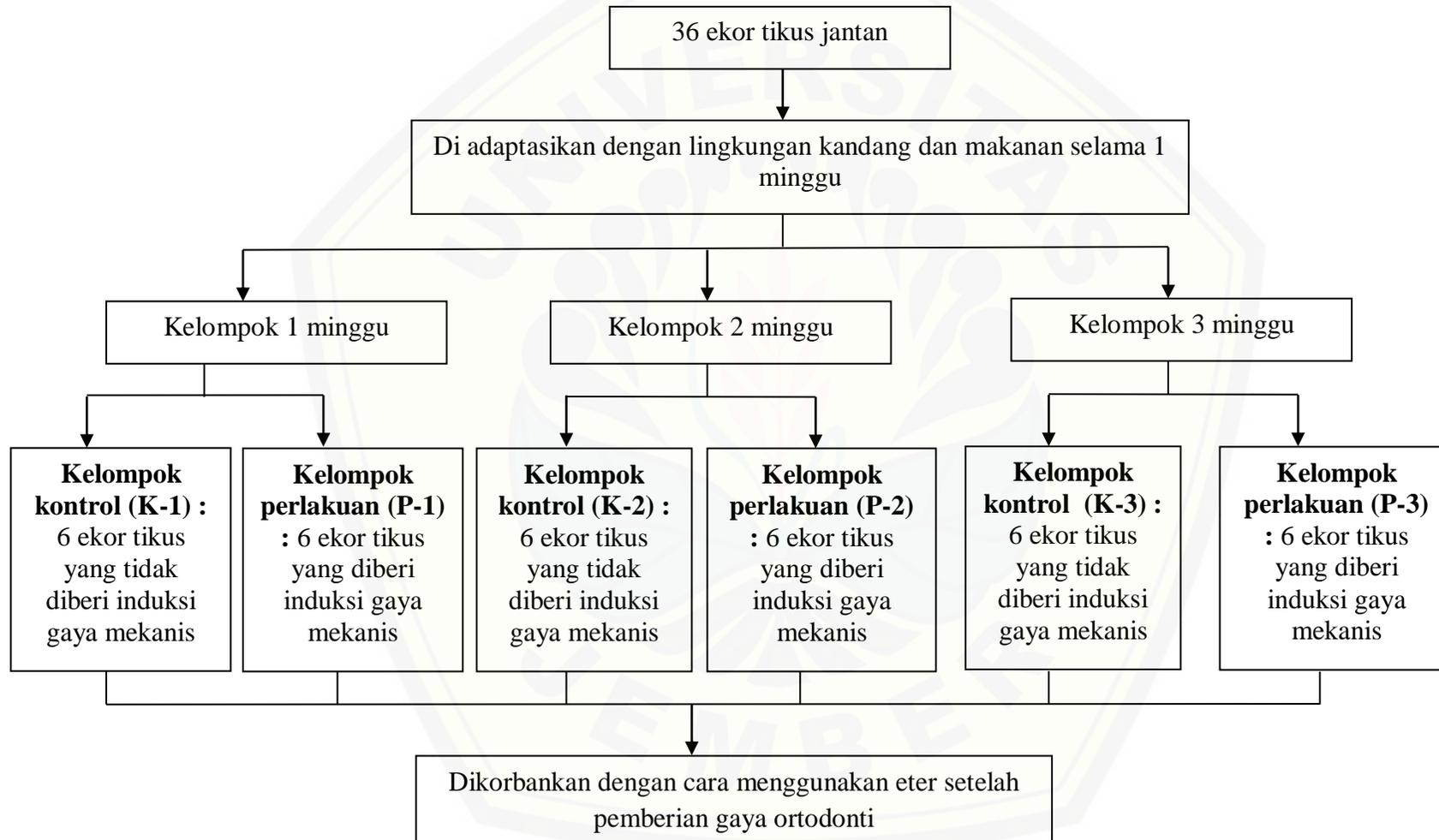
Pengamatan sediaan dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan lensa obyektif perbesaran 40 kali untuk menentukan daerah perhitungan, kemudian untuk melakukan perhitungan sel osteoblas dilakukan pembesaran 400 kali. Setiap preparat berisi 2 sampai 3 potongan jaringan (ulangan). Preparat jaringan yang akan diamati harus terlihat jaringan gigi, ligamen periodontal, dan tulang alveolar pada perbesaran 40 kali, hal ini untuk memudahkan menentukan daerah tarikan yang akan diteliti. Perhitungan jumlah sel osteoblas dengan cara melihat 3 lapang pandang yang terpilih yaitu puncak tulang alveolar sampai ke

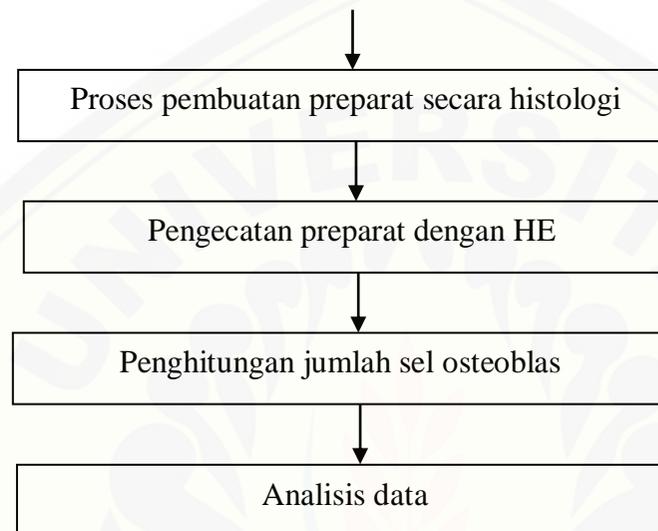
arah apikal pada tulang alveolar di daerah tarikan gigi M1 rahang atas kanan. Setiap preparat masing-masing diamati oleh 2 orang pengamat yang berbeda dan di hitung jumlah sel osteoblas sesuai dengan lapang pandang yang telah diamati. Setiap sediaan terdapat 2 hasil perhitungan sel osteoblas, yang kemudian dijumlahkan dan dibagi 2 untuk mendapatkan rata-rata jumlah sel osteoblas dalam satu sediaan. Rata-rata jumlah sel osteoblas pengamat pertama kemudian dijumlahkan dengan rata-rata jumlah sel osteoblas pengamat kedua, yang kemudian dibagi dua dan mendapatkan rata-rata jumlah sel osteoblas.

3.11 Analisis Data

Data hasil penelitian ini akan diuji normalitasnya menggunakan uji *Saphiro Wilk* 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 Annova* 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 (*post hoc test*) yaitu *Tukey-HSD* 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 Whitne* (Notoatmojo, 2002).

3.12 Alur Penelitian





Gambar 3. 2 Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan adanya induksi gaya mekanis ortodonti menyebabkan peningkatan jumlah sel osteoblas pada minggu ke-1, minggu ke-2 dan minggu ke-3.
2. Berdasarkan waktu pengamatan terjadi peningkatan jumlah sel osteoblas yang signifikan pada minggu ke-1 kemudian berlanjut sampai minggu ke-2 dan pada minggu ke-3 mengalami peningkatan namun tidak signifikan.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan peningkatan ketelitian dalam proses pembuatan jaringan histologis agar mengurangi kesalahan selama pemrosesan jaringan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pemberian besarnya gaya mekanis ortodonti yang bervariasi dan waktu pengamatan yang bervariasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap jumlah sel osteoblas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, W. 2013. Identifikasi Perawatan Ortodonti Spesialistik dan Umum. *Maj. Ked Gi.* 20(1): 1-8.
- Ariffin, S.H.Z., Z. Yamamoto, I. Z. Z. Abidin, R. M. A. Wahab, dan Z. Z. Ariffin. 2011. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. *The Scientific World Journal.* 11: 1788-1803.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2019. *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2018.* Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB).
- Bhalajhi, S.I. 2004. *The Art and Science 3rd ed.* New Delhi: Arya (MEDI) Publishing House: 181-184.
- Caetano-Lopes J, H. Canhao, dan J. E. Fonseca. 2007. Osteoblast and Bone Formation. *Orgao Oficial Da Sociedade Portuguesa De Reumatologia-ACTA Reum Port.* 32(1): 102-110.
- D'Apuzzo, F., A. Cappablanca, D. Clavarella, A. Monsurro, A. S. Blavati, dan L. Perillo. 2013. Biomarkers of Periodontal Tissue *Remodeling* during Orthodontic Tooth Movement in *Mice and Men*: Overview and Clinical Relevance. *The Scientific Journal.* 2013: 1-8.
- Daniel, W. 2005. *Biostatica Foundation for Analysis in The Health Science 6th editioni.* Canada: John Wiley and Sons Inc.
- Feroza, N. A., F. Kusuma D. K, dan D. Wibowo. 2017. Hubungan Antara Kebiasaan Buruk Bernafas melalui Muut dan Tingkat Keparahan Maloklusi di SMPN 4 Banjarbaru dan SMAN 4 Banjarbaru. *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi.* 2(1): 39-43.
- Fracon, R. N., J. M. Teofilo, R. B. Satin, dan T. Lamano. 2008. Prostagandins and Bone: Potential Risks and Benefits Related to the Use of Nonsteroidal anti-inflammatory Drugs in Clinical Dentistry. *Journal of Oral Science.* 50(3): 247-252.
- Graber, T.M., R.L. Vanarsdall. 2000. *Orthodontics Current Principles and Techniques.* 3rd ed. Missouri: Mosby.
- Goenharto, S., E. Rusdiana, dan I.N Khairyah. 2017. Comparison Between Removable and Fixed Orthodontic Retainers. *Journal of Vocational Health Studies.* 1(2): 82-87.

- Handayani, B., dan L. Mardanus. 2016. Pengaruh Ekstrak Propolis dalam Meningkatkan Fibroblas untuk *Remodeling* di Daerah Tarikan pada Pergerakan Gigi Ortodonti. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*. 10(2): 142-148.
- Harry, R., J. Sandy. 2004. Orthodontics Tooth Movement. *British Dent Journal*. 196(7). 391-394.
- Herwanda, R. Arifin, dan Lindawati. 2016. Pengetahuan Remaja Usia 15-17 Tahun di SMAN 4 Kota Banda Aceh Terhadap Efek Samping Pemakaian Alat Ortodonti Cekat. *Jurnal of Syiah Kuala Dentistry Society*. 1(1): 79-84.
- Hikmah, N. 2015. Profil Osteoblas dan Osteoklas Tulang Alveolar pada Model Tikus Diabetes Tahap Awal dengan Aplikasi Gaya Ortodonti yang Berbeda. *El-Hayah*. 5(2): 97-102.
- Hikmah, N., A.D.P Shita., dan H. Maulana. 2016. Rasio Osteoklas dan Osteoblas pada Tulang Alveolar Model Tikus Diabetes dengan Aplikasi Gaya Ortodonti. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 29(1): 54-58.
- Kini, U dan B. N. Nandesh. 2012. *Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism.*, dalam *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*. Verlag Berlin Heidelberg : Springer. 29-57.
- Krishnan, V dan Z. Davidovitch. 2015. *Biological Mechanisms of Tooth Movement 2nd ed*. Chichester: Wiley Blackwell: 16-25.
- Krishnan, V dan Z. Davidovitch. 2015. *Biological Mechanisms of Tooth Movement 2nd ed*. Chichester: Wiley Blackwell: 3-49.
- Muntiha, M. 2001. *Teknik Pembuatan Histopatologi dari Jaringan Hewan dengan Pewarnaan Hematoksilin dan Eosin (HE)*. Temu Teknis Fungsional non Peneliti.
- Nakano, Y., M. Yamaguchi, S. Fujita., M. Asano. K. Saito. dan K. Kasai. 2011. Expressions of RANKL/RANK and M-CSF/*x-fms* in Root Resorption Lacunae in Rat Molar by Heavy Orthodontic Force. *European Journal of Orthodontics*. 33(4): 335-343.
- Neve, Anna., Corrado, Addolorata., Cantatore, Fransesco Paolo. 2010. *Osteoblast Physiology in Normal and Pathological Conditions*. Springer.
- Notoatmodjo, S. 2002. *Metodelogi Penelitian Kesehatan*. (Edisi Revisi) Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodelogi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

- Patil, A. dan V. P. Jayade. 2006. Advances In Biology of Orthodontic Tooth Movement - A Review. *J Ind Orthod Soc.* 39: 155-164.
- Pratiwi, H.C dan A. Manan. 2015. Teknik dasar Histologi Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.* 7(2): 153-158.
- Prayogo, R.D., B.N Sandy., H. Sujarwo., K. Fitri., A. Brahmanta., dan B. Handayani. 2020. The Changes of Fibroblast and Periodontal Ligament Characteristics in Orthodontic Tooth Movement with Adjuvant HBOT and Propolis: A Study in *Guinea pigs*. *Padjajaran Journal of Dentistry.* 32(1): 48-56.
- Prijatmoko, D. 2014. *Biomekanik Pergerakan Gigi*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Profit, W.R., Fields, H. W., dan Sarver, D.M. 2007. *Contemporary Orthodontics 4th ed.* Missouri: Elsevier: 331-43.
- Pudyani, P.S., W. Asmara., I.D. Ana., dan T.R Utari. 2014. Alkaline Phosphatase Expression during Relapse after Orthodontic Tooth Movement. *Dental Journal* (Majalah Kedokteran Gigi). 47(1): 25-30.
- Pusparani, T.F. 2016. Efek Kafein terhadap Jumlah Sel Osteoblas pada Tulang Alveolar Daerah Tarikan Gigi Marmut (*Cavia cobaya*) yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti. *Skripsi*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Rahardjo, P. 2009. *Orthodonti Dasar*. Surabaya: Airlangga University Press. Hal 144-153.
- Ren, Y., J.C. Maltha, M.A. Van't Hof., dan A.M. Kuijpers-Jagtman. 2003. Age Effect on Orthodontic Tooth Movement in Rats. *J Dent Res.* 82(1): 38-42.
- Santoso, E. 2011. *Buku Ajar Etik Penelitian Kesehatan*. Malang: Brawijaya University Press.
- Sihombing, I., S. Wangko, dan S. J. R. Kalangi. 2012. Peran Estrogen pada *Remodeling* Tulang. *Jurnal Biomedik.* 4(3): S18-28.
- Singh, G. 2007. *Textbook of Orthodonti 2nd ed.* New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher: 200-208.
- Siswanto, P. IWS., dan S. Suparwitri. 2013. Perbandingan Gaya Friksi Kawat *Stainless Steel* Sebelum dan Setelah Perendaman dalam Saliva Buatan pada Periode Waktu yang Berbeda (Studi Laboratoris *In Vitro*). *Jurnal Kedokteran Gigi.* 4(2): 136-141.

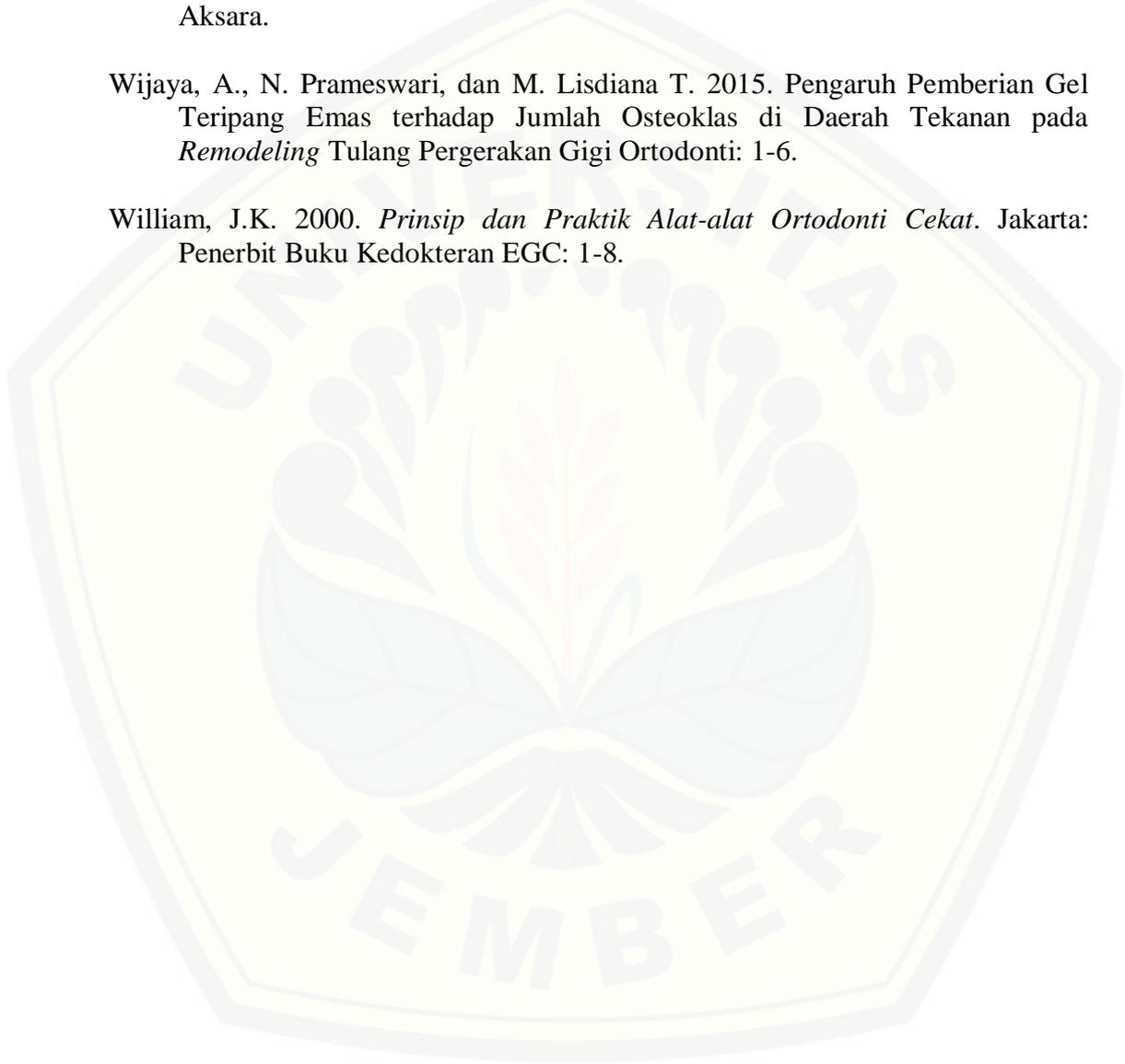
Sudarso, I.S.R. 2008. Solusi Penetapan Waktu dan Manajemen Perawatan Ortodonti pada Anak Masa Tumbuh Kembang. *Dentika Dental Journal*. 13(1): 68-73.

Sudiana, I. K. 1993. *Teknik Praktis untuk Jaringan Sel*. Bali: Cv Dharma Sandi.

Usman dan P. S. Akbar. 2008. *Metodelogi Penelitian Sosial*. Jakarta: Bumi Aksara.

Wijaya, A., N. Prameswari, dan M. Lisdiana T. 2015. Pengaruh Pemberian Gel Teripang Emas terhadap Jumlah Osteoklas di Daerah Tekanan pada *Remodeling* Tulang Pergerakan Gigi Ortodonti: 1-6.

William, J.K. 2000. *Prinsip dan Praktik Alat-alat Ortodonti Cekat*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC: 1-8.



LAMPIRAN

A. Perhitungan Jumlah Sel Osteoblas

Kelompok	Pengamat 1	Pengamat 2	Rata-rata
K1. 1	7	6,33	6,67
K1. 2	8	8	8
K1. 3	10,33	11,67	11
K1. 4	7	6,67	6,83
K1. 5	10	10,67	10,33
K1. 6	6,67	7,33	7
Jumlah	49	50,67	49,83
Rata – rata	8,17	8,45	8,31
K2. 1	9	9	9
K2. 2	8	8,67	8,33
K2. 3	7,67	10	8,83
K2. 4	9,67	11,33	10,5
K2. 5	9	8,33	8,67
K2. 6	8,67	8,67	8,67
Jumlah	52,01	56	54
Rata – rata	8,66	9,33	9,00
K3. 1	7	7,33	7,16
K3. 2	11	8,33	9,66
K3. 3	9,67	11	10,33
K3. 4	8,33	8	8,16
K3. 5	10,33	11,33	10,83
K3. 6	8,33	6,67	7,5
Jumlah	54,66	52,66	53,64
Rata – rata	9,11	8,77	8,94
P1. 1	10	8,33	9,16
P1. 2	7,67	7,67	7,67
P1. 3	11,33	8	9,66
P1. 4	10,33	10	10,16
P1. 5	7	7	7
P1. 6	9,33	9	9,16
Jumlah	55,66	50	52,81
Rata – rata	9,27	8,33	8,81
P2. 1	13,67	12	12,83
P2. 2	9,33	7,33	8,33
P2. 3	11	9	10

P2. 4	18,67	16,67	17,67
P2. 5	13	11	12
P2. 6	Drop out	Drop out	Drop out
Jumlah	65,67	56	60,83
Rata – rata	13,13	11,2	12,17
P3. 1	9,33	9,33	9,33
P3. 2	16,33	13,67	15
P3. 3	13	12,67	12,83
P3. 4	13,33	13,67	13,5
P3.5	12,67	13,33	13
P3. 6	Drop out	Drop out	Drop out
Jumlah	64,66	62,67	63,66
Rata – rata	12,93	12,53	12,73



B. Uji Normalitas *Saphiro-Wilk* berdasarkan Kelompok

Tests of Normality

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Osteoblas 1 Minggu	Kontrol	,279	6	,156	,926	6	,548
	Perlakuan	,212	6	,200*	,945	6	,696
Osteoblas 2 Minggu	Kontrol	,277	6	,168	,809	6	,071
	Perlakuan	,157	6	,200*	,973	6	,913
Osteoblas 3 Minggu	Kontrol	,211	6	,200*	,907	6	,414
	Perlakuan	,266	6	,200*	,885	6	,293

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

C. Uji Homogenitas *Levene* berdasarkan Kelompok

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Osteoblas 1 Minggu	Based on Mean	,105	1	10	,753
	Based on Median	,000	1	10	1,000
	Based on Median and with adjusted df	,000	1	9,201	1,000
	Based on trimmed mean	,097	1	10	,762
Osteoblas 2 Minggu	Based on Mean	4,824	1	10	,053
	Based on Median	4,281	1	10	,065
	Based on Median and with adjusted df	4,281	1	7,637	,074
	Based on trimmed mean	4,849	1	10	,052
Osteoblas 3 Minggu	Based on Mean	3,253	1	10	,101
	Based on Median	,966	1	10	,349
	Based on Median and with adjusted df	,966	1	5,929	,364
	Based on trimmed mean	2,812	1	10	,125

D. Uji *T-Test* antara Kelompok Kontrol dan Perlakuan pada Minggu ke-1, Minggu ke-2, dan Minggu ke-3 berdasarkan Kelompok

T-Test antara kelompok kontrol dan perlakuan pada minggu ke-1

Group Statistics

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Osteoblas 1 Minggu	Kontrol	6	8,3056	,67837	,27694
	Perlakuan	6	8,8056	,62731	,25610

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Osteoblas 1 Minggu	Equal variances assumed	,105	,753	-1,326	10	,214
	Equal variances not assumed			-1,326	9,939	,215

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
Osteoblas 1 Minggu	Equal variances assumed	-,50000	,37721	-1,34047	,34047
	Equal variances not assumed	-,50000	,37721	-1,34116	,34116

T-Test antara kelompok kontrol dan perlakuan pada minggu ke-2

Group Statistics

Kelompok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Osteoblas 2 Minggu	Kontrol	6	9,0000	,59628	,24343
	Perlakuan	6	12,1667	1,56162	,63753

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Osteoblas 2 Minggu	Equal variances assumed	4,824	,053	-4,640	10	,001
	Equal variances not assumed			-4,640	6,428	,003

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
Osteoblas 2 Minggu	Equal variances assumed	-3,16667	,68242	-4,68720	-1,64613
	Equal variances not assumed	-3,16667	,68242	-4,80994	-1,52340

T-Test antara kelompok kontrol dan perlakuan pada minggu ke-3

Group Statistics

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Osteoblas 3 Minggu	Kontrol	6	8,9444	,62063	,25337
	Perlakuan	6	12,7333	1,33066	,54324

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Osteoblas 3 Minggu	Equal variances assumed	3,253	,101	-6,321	10	,000
	Equal variances not assumed			-6,321	7,077	,000

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
Osteoblas 3 Minggu	Equal variances assumed	-3,78889	,59942	-5,12449	-2,45329
	Equal variances not assumed	-3,78889	,59942	-5,20318	-2,37460

E. Uji Normalitas *Saphiro-Wilk* berdasarkan Minggu

Tests of Normality

	Minggu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Osteoblas Perlakuan	1 Minggu	,212	6	,200*	,945	6	,696
	2 Minggu	,157	6	,200*	,973	6	,913
	3 Minggu	,266	6	,200*	,885	6	,293
Osteoblas Kontrol	1 Minggu	,279	6	,156	,926	6	,548
	2 Minggu	,277	6	,168	,809	6	,071
	3 Minggu	,211	6	,200*	,907	6	,414

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

F. Uji Homogenitas *Levene* berdasarkan Minggu

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Osteoblas Perlakuan	Based on Mean	2,354	2	15	,129
	Based on Median	1,411	2	15	,274
	Based on Median and with adjusted df	1,411	2	10,883	,285
	Based on trimmed mean	2,236	2	15	,141
Osteoblas Kontrol	Based on Mean	,032	2	15	,968
	Based on Median	,026	2	15	,974
	Based on Median and with adjusted df	,026	2	13,571	,974
	Based on trimmed mean	,033	2	15	,967

G. Uji *One Way ANOVA* pada kelompok Kontrol dan Perlakuan berdasarkan Minggu

One Way Anova kelompok kontrol

Descriptives

Osteoblas Kontrol

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 Minggu	6	8,306	,678	,277	7,594	9,017	7,33	9,17
2 Minggu	6	9,000	,596	,243	8,374	9,626	8,17	9,50
3 Minggu	6	8,944	,621	,253	8,293	9,596	8,17	9,67
Total	18	8,750	,677	,160	8,413	9,087	7,33	9,67

ANOVA

Osteoblas Kontrol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,787	2	,894	2,232	,142
Within Groups	6,005	15	,400		
Total	7,792	17			

One Way Anova kelompok kontrol

Descriptives

Osteoblas Perlakuan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 Minggu	6	8,806	,627	,256	8,147	9,464	8,00	9,83
2 Minggu	6	12,167	1,562	,638	10,528	13,805	10,00	14,20
3 Minggu	6	12,733	1,331	,543	11,337	14,130	11,40	15,00
Total	18	11,235	2,130	,502	10,176	12,294	8,00	15,00

ANOVA

Osteoblas Perlakuan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54,091	2	27,046	17,628	,000
Within Groups	23,014	15	1,534		
Total	77,105	17			

H. Uji Tukey HSD pada kelompok Kontrol dan Perlakuan

Uji Tukey HSD pada kelompok kontrol

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Osteoblas Kontrol

Tukey HSD

(I) Minggu	(J) Minggu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 Minggu	2 Minggu	-,69444	,36529	,173	-1,6433	,2544
	3 Minggu	-,63889	,36529	,220	-1,5877	,3099
2 Minggu	1 Minggu	,69444	,36529	,173	-,2544	1,6433
	3 Minggu	,05556	,36529	,987	-,8933	1,0044
3 Minggu	1 Minggu	,63889	,36529	,220	-,3099	1,5877
	2 Minggu	-,05556	,36529	,987	-1,0044	,8933

Osteoblas Kontrol

Tukey HSD^a

Minggu	N	Subset for alpha = .05	
		a	
1 Minggu	6	8,3056	
3 Minggu	6	8,9444	
2 Minggu	6	9,0000	
Sig.		,173	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

Uji Tukey HSD pada kelompok perlakuan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Osteoblas Perlakuan

Tukey HSD

(I) Minggu	(J) Minggu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 Minggu	2 Minggu	-3,36111*	,71514	,001	-5,2187	-1,5036
	3 Minggu	-3,92778*	,71514	,000	-5,7853	-2,0702
2 Minggu	1 Minggu	3,36111*	,71514	,001	1,5036	5,2187
	3 Minggu	-,56667	,71514	,713	-2,4242	1,2909
3 Minggu	1 Minggu	3,92778*	,71514	,000	2,0702	5,7853
	2 Minggu	,56667	,71514	,713	-1,2909	2,4242

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Osteoblas Perlakuan

Tukey HSD^a

Minggu	N	Subset for alpha = .05	
		b	a
1 Minggu	6	8,8056	
2 Minggu	6		12,1667
3 Minggu	6		12,7333
Sig.		1,000	,713

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

I. 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 2017.
Ketua Komisi Etik Penelitian

dr. Rini Riyanti, Sp.PK

J. Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 333536, 331743 Fasimili. (0331) 331991
Laman: fkg.unej.ac.id

Nomor : 762A /UN25.8.TL/2019
Perihal : Ijin Penelitian

23 DEC 2019

Kepada Yth
Ketua Bagian 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 penelitian. Adapun bentuk kegiatan penelitiannya adalah perlakuan hewan coba dan pengambilan jaringan bagi mahasiswa kami dibawah ini:

- 1 Nama : Reganita Nurmaulawati Saputri
- 2 NIM : 161610101029
- 3 Semester/Tahun : VII/2019-2020
- 4 Fakultas : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- 5 Alamat : Jl. Mastrip No.45
- 6 Judul Penelitian : Jumlah Sel Osteoblas pada Tulang Alveolar Daerah Tarikan Gigi Tikus yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti
- 7 Lokasi Penelitian : Laboratorium Fisiologi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- 8 Data/alat yg di pinjam : Kandang Tikus, Timbangan,dll
- 9 Waktu : Desember 2019 s/d Selesai
- 10 Tujuan Penelitian : Menganalisis perubahan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama minggu ke-1, minggu ke-2, dan minggu ke-3
- 11 Dosen Pembimbing : 1. Prof. Dr. drg. Herniyati, M.Kes.
2. Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D.

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



Dr. drg. Masniari Novita, Sp.OF(K)
NIP.196811251999032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 333536, 331743 Fasimili. (0331) 331991
Laman: fkj.unej.ac.id

Nomor : 7624 /UN25.8.TL/2019
Perihal : Ijin Penelitian

23 DEC 2019

Kepada Yth
Ketua Bagian 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 penelitian. Adapun bentuk kegiatan penelitiannya adalah pembuatan preparat histologi bagi mahasiswa kami dibawah ini:

- 1 Nama : Reganita Nurmaulawati Saputri
- 2 NIM : 161610101029
- 3 Semester/Tahun : VII/2019-2020
- 4 Fakultas : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- 5 Alamat : Jl. Mastrip No.45
- 6 Judul Penelitian : Jumlah Sel Osteoblas pada Tulang Alveolar Daerah Tarikan Gigi Tikus yang Diinduksi Gaya Mekanis Ortodonti
- 7 Lokasi Penelitian : Laboratorium Histologi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
- 8 Data/alat yg di pinjam : Mikroskop, Alat Prosesing Jaringan,dll
- 9 Waktu : Desember 2019 s/d Selesai
- 10 Tujuan Penelitian : Menganalisis perubahan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama minggu ke-1, minggu ke-2, dan minggu ke-3
- 11 Dosen Pembimbing : 1. Prof. Dr. drg. Herniyati, M.Kes.
: 2. Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D.

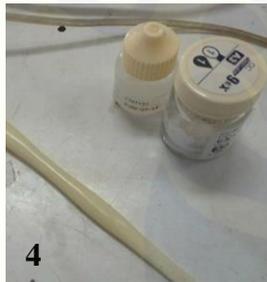
Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



Dr. drg. Masniari Novita, Sp.OF(K)
NIP.196811251999032001

K. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan penelitian



Keterangan :

1. Hewan coba tikus wistar (*Sparague Dawley*)
2. NiTi *closed spring coil* diameter 0,01 inch
3. Xylal dan ketamine
4. *Glass ionomer* tipe IX
5. Asam formiat 10%

2. Alat Penelitian



Keterangan :

1. Masker, handscoon, tissue, kertas label
2. *Handpiece* dan bur
3. *Tension gauge*
4. Gunting kuku, spatula semen, sonde *halfmoon*, pisau malam, pinset anatomi, gunting bedah, klem arteri dan *plastic filling instrument* (PFI)
5. *Oven merment*
6. Mesin *tissue processing*
7. *Filling cabinet*
8. Mikrotom
9. *Water bath*
10. *Slide warmer*
11. Mikroskop
12. Kamera optilab dan laptop

L. Prosedur Penelitian

Persiapan *Ethical Clearance*



Persiapan Hewan Coba



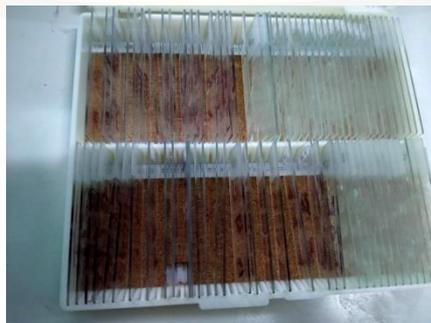
Pembagian Kelompok Perlakuan



Pemasangan *Ni-Ti closed coil spring*



Pembuatan Sediaan Histologi



Pengecatan *Haematoksin Eosin* (HE)

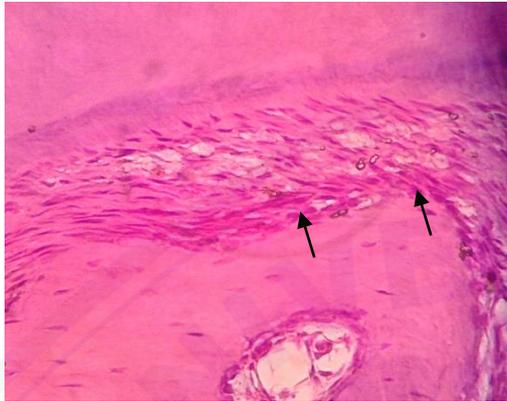
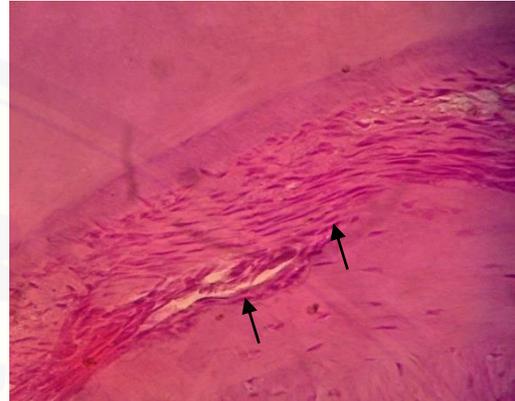
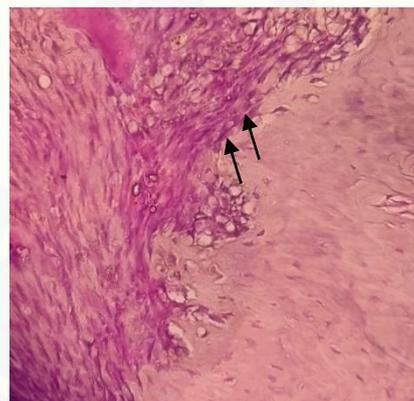
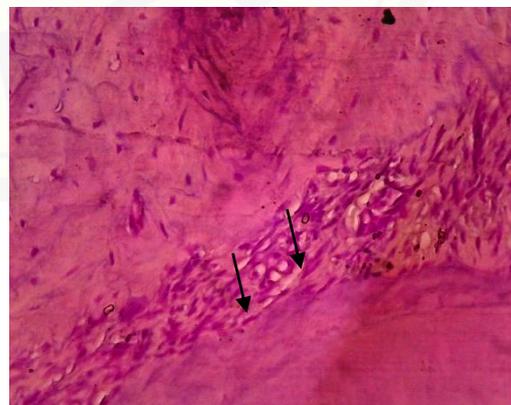


Pengamatan dan Perhitungan
Jumlah Sel Osteoblas



M. Lampiran Gambaran Histologis

Gambaran Histologis Kelompok Kontrol 1 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.

**Sampel K1.1****Sampel K1.2****Sampel K1.3****Sampel K1.4****Sampel K1.5****Sampel K1.6**

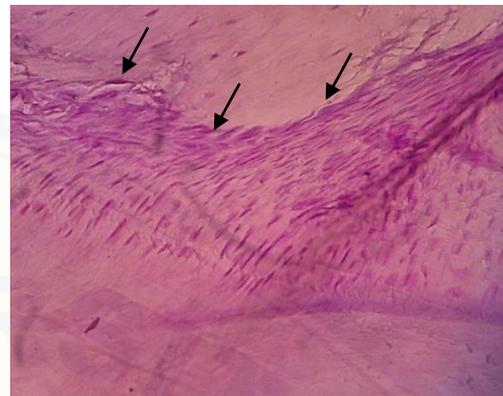
Keterangan:

→ menunjukkan sel osteoblas

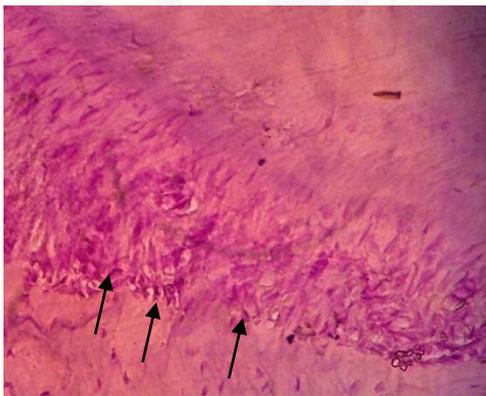
Gambaran Histologis Kelompok Kontrol 2 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.



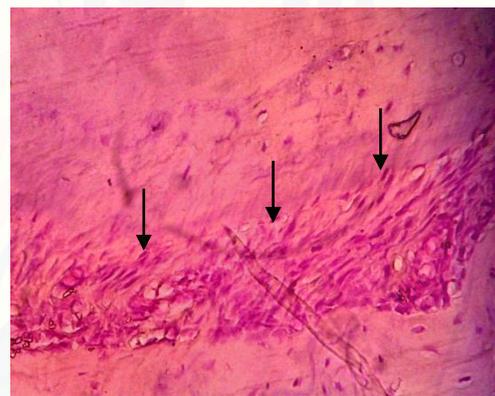
Sampel K2.1



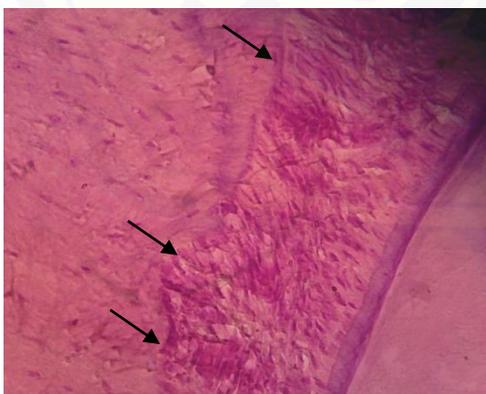
Sampel K2.2



Sampel K2.3



Sampel K2.4



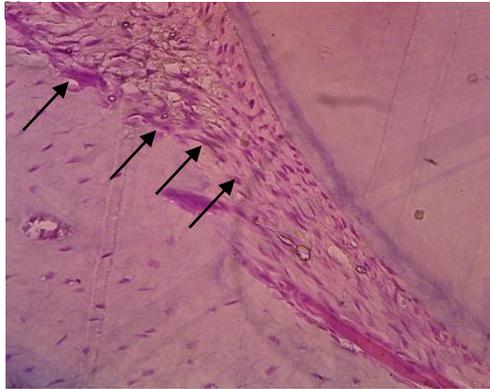
Sampel K2.5



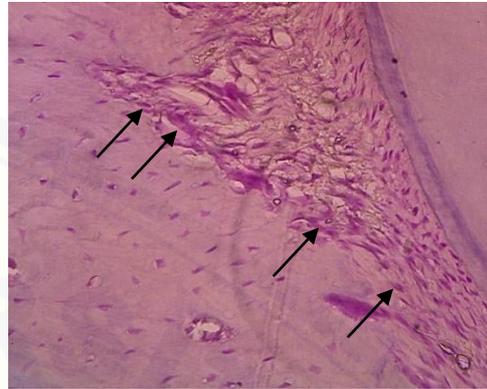
Sampel K2.6

Keterangan :
 → menunjukkan sel osteoblas

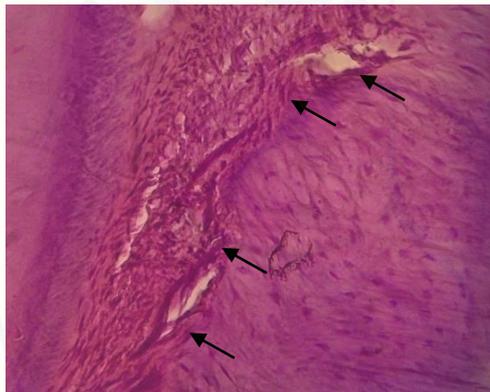
Gambaran Histologis Kelompok Kontrol 3 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.



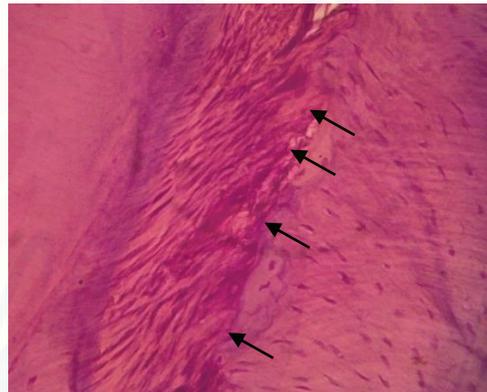
Sampel K3.1



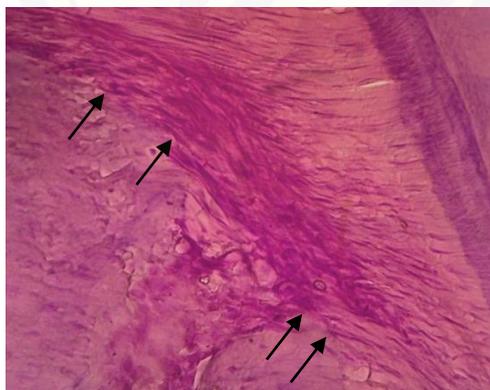
Sampel K3.2



Sampel K3.3



Sampel K3.4



Sampel K3.5

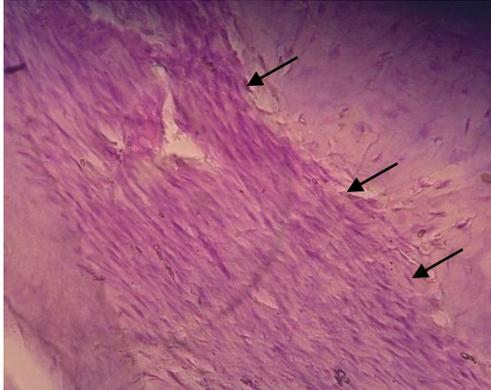


Sampel K3.6

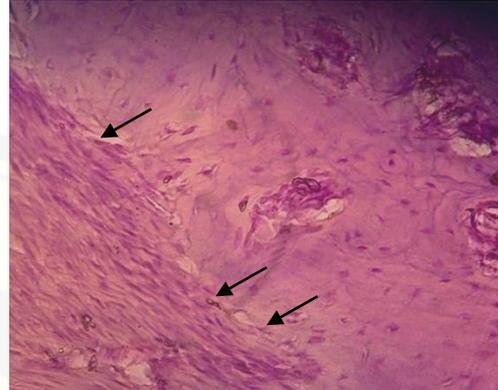
Keterangan :

→ menunjukkan sel osteoblas

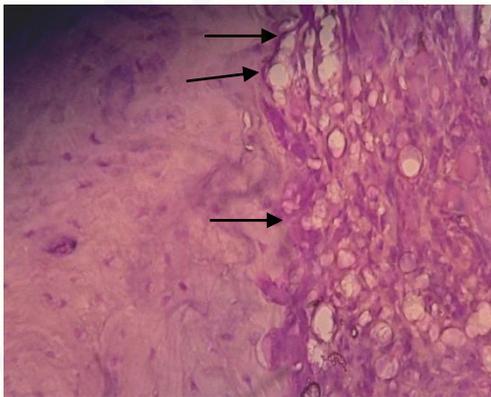
Gambaran Histologis Kelompok Perlakuan 1 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.



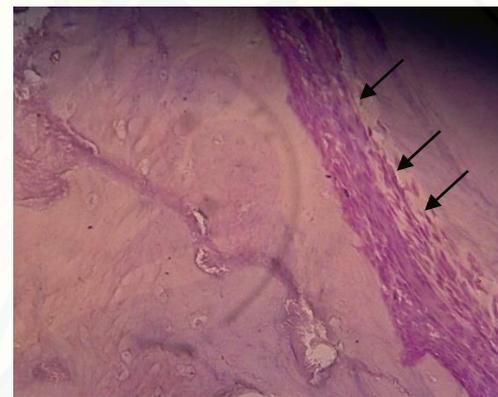
Sampel P1.6



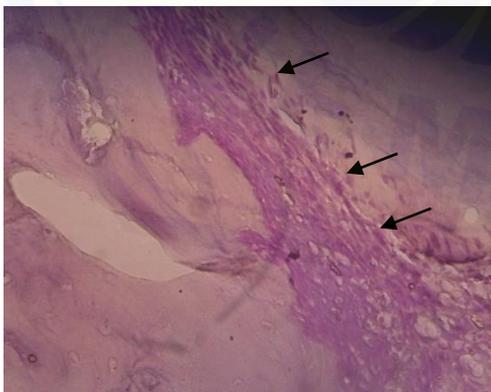
Sampel P1.2



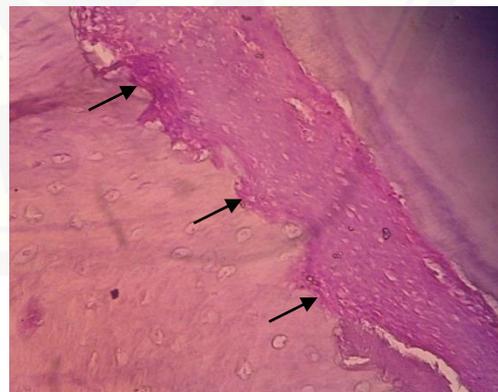
Sampel P1.3



Sampel P1.4



Sampel P1.5

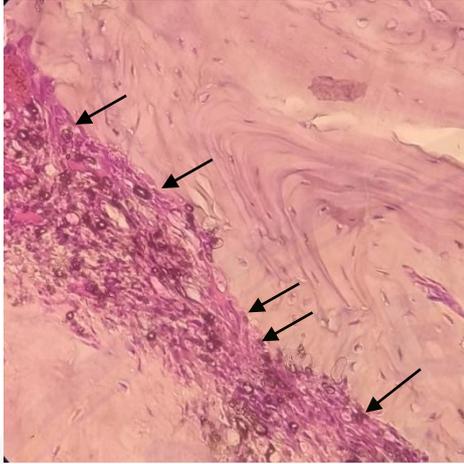


Sampel P1.6

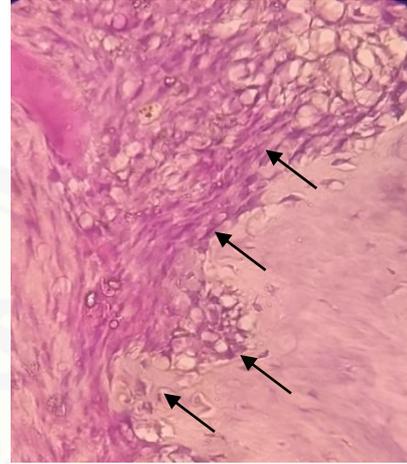
Keterangan :

→ menunjukkan sel osteoblas

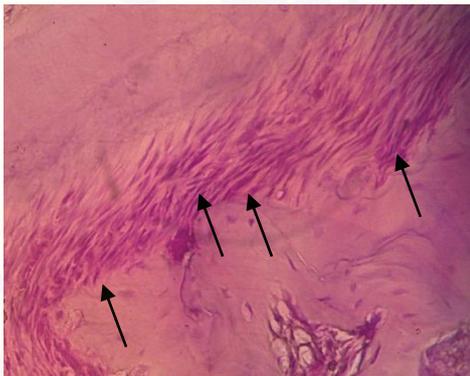
Gambaran Histologis Kelompok Perlakuan 2 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.



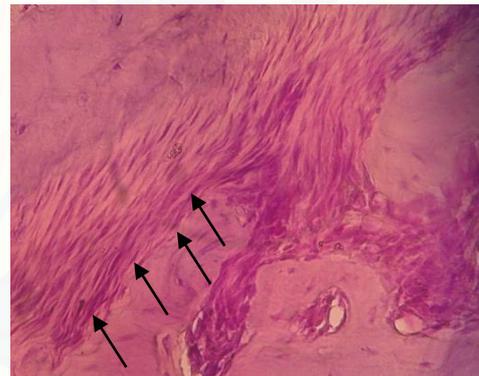
Sampel P2.1



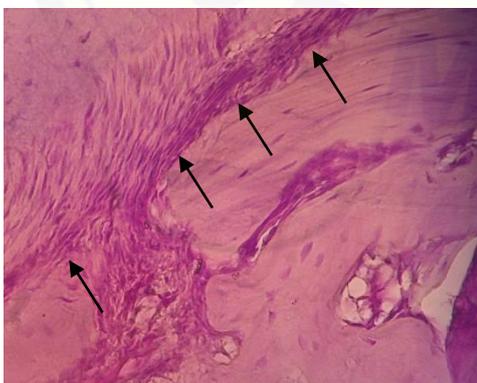
Sampel P2.2



Sampel P2.3



Sampel P2.4

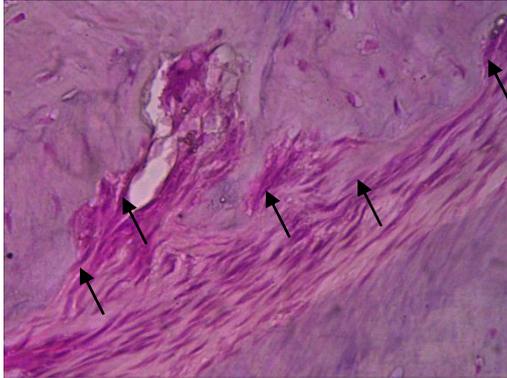


Sampel P2.5

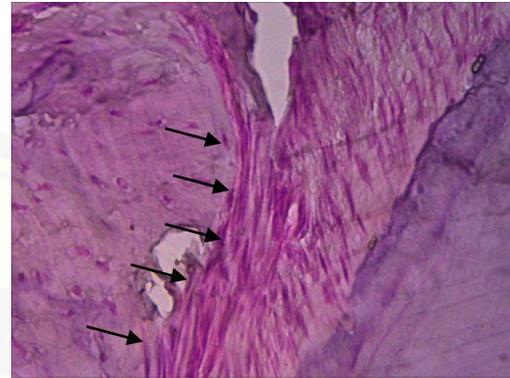
Keterangan :

→ menunjukkan sel osteoblas

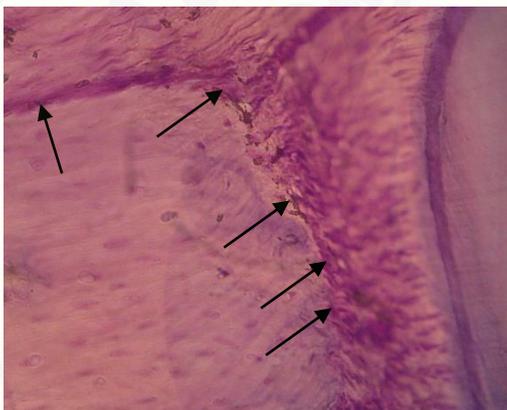
Gambaran Histologis Kelompok Perlakuan 3 Minggu Daerah Tarikan menggunakan pewarnaan *Haematoxilin eosin* dengan perbesaran 400x.



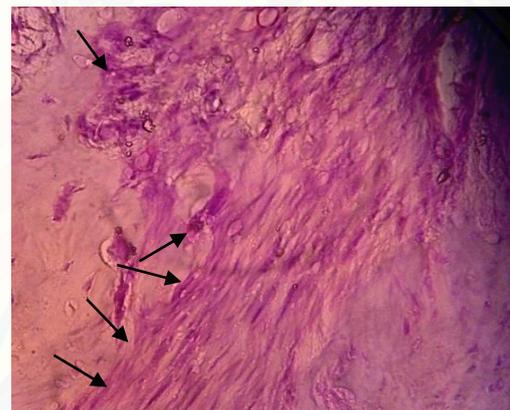
Sampel P3.1



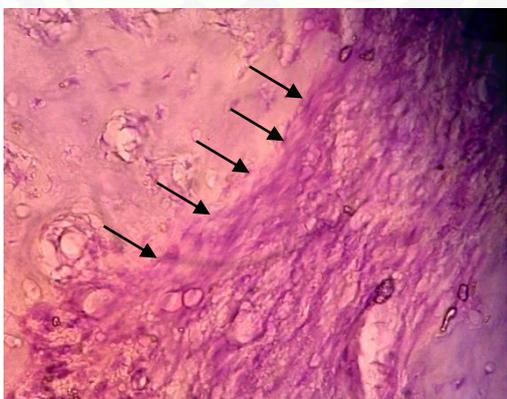
Sampel P3.2



Sampel P3.3



Sampel P3.4



Sampel P3.5

Keterangan :

→ menunjukkan sel osteoblas