

PERIODONTAL GIST

ADLN-Perpustakaan Universitas Airlangga

TESIS

**PENINGKATAN JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMEN PERIODONTAL,  
KETEBALAN INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES  
DAN KETEBALAN PRESEMENTUM PADA DAERAH TEKANAN  
SEMENTUM GIGI AKIBAT PEMAKAIAN PIRANTI ORTODONSI CEKAT**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**

TKD 01/06

Pro



**NOENGI PRAMESWARI**

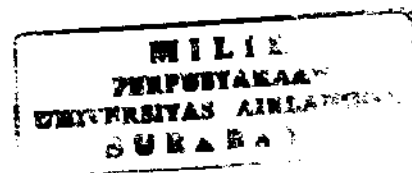
**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**SURABAYA**

**2005**

i



**TESIS**

**PENINGKATAN JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMEN PERIODONTAL,  
KETEBALAN *INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES*  
DAN KETEBALAN PRESEMENTUM PADA DAERAH TEKANAN  
SEMENTUM GIGI AKIBAT PEMAKAIAN PIRANTI ORTODONSI CEKAT**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**

**NOENGI PRAMESWARI**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

**2005**

**ii**

**PENINGKATAN JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMEN PERIODONTAL,  
KETEBALAN *INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES*  
DAN KETEBALAN PRESEMENTUM PADA DAERAH TEKANAN  
SEMENTUM GIGI AKIBAT PEMAKAIAN PIRANTI ORTODONSI CEKAT**

.....

**Untuk memperoleh Gelar Magister  
Dalam Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Minat Ilmu Faal  
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga**

**Oleh**

**NOENGI PRAMESWARI**

**NIM 090314979 M**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

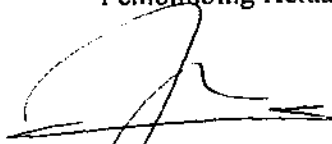
**Tanggal 6 Desember 2005**

**iii**

Lembar Pengesahan

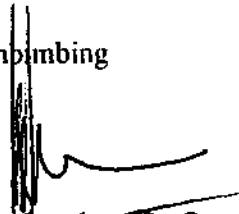
TESIS TELAH DISETUJUI  
PADA TANGGAL : 24 NOVEMBER 2005

Pembimbing Ketua



Dr. Smarko Setyawan, dr, MS  
NIP. 131 949 832

Pembimbing



Drg Bambang Sucahyo, Sp Ort  
NIK. 02144

Mengetahui :  
Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar  
Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga



Drg. Reho Mandayani dr, MS., pH.D  
NIP. 130 541 984

## **Halaman Penetapan Panitia Penguji Tesis**

Telah diuji pada

Tanggal 6 Desember 2005

### **PANITIA PENGUJI TESIS**

Ketua : dr Choesnan Effendy, AIF

Anggota : Dr Sunarko Setyawan, dr, MS

drg Bambang Sucahyo., Sp. Ort

dr Paulus Liben, dr, MS

dr Cholil Munif

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, karena rahmat Allah SWT yang maha kasih memberikan berkah-Nya menunjukkan jalan terbaik sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tiada langkah yang sulit jika kita mau berusaha dan pantang berputus asa. Proses menuju keberhasilan dalam menggapai asa membutuhkan kesabaran, ketulusan, ketekunan dan keberanian

Perjuangan mewujudkan impian penuh cita tak lepas jua dari banyak uluran tangan yang penuh tulus ikhlas. Terima kasih sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Dr. Sunarko Setyawan, dr, MS, selaku Pembimbing Ketua dan Bambang Sucahyo, drg., Sp Ort yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah meluangkan waktu serta memberikan dorongan semangat, bimbingan dan sarannya demi selesainya tesis ini

Tak lupa pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia cq Menteri Pendidikan Nasional melalui tim manajemen program magister universitas Airlangga yang telah memberikan bantuan finansial, sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan tesis ini.

**Seiring dengan selesainya tesis ini, perkenankan kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan memberikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :**

- 1. Rektor Universitas Hang Tuah Prof Dr Sapto J Poerwowidagdo, M.Sc beserta staf yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dana kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Magister ini.**
- 2. Rektor Universitas Airlangga Prof Dr Med Puruhito, dr, Sp.BTKV yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Magister ini.**
- 3. Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Bambang Sucahyo, drg., Sp Ort beserta staf yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan studi di program Magister ini**
- 4. Prof Dr H. Muhammad Amin direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga**
- 5. Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Prof Retno Handajani, dr, MS, Ph D dan ketua minat Ilmu Faal dr Choesnan Effendy, AIF atas kesempatan yang diberikan pada saya untuk mengikuti program Magister ini**
- 6. Seluruh dosen penguji atas saran-sarannya untuk memperbaiki tesis ini**

7. Ketua bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Ketua bagian Anatomi dan Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Kepala Rumah Sakit TNI-AL Dr. Ramelan Surabaya, serta Kepala Laboratorium Patologi Anatomi Rumah Sakit Dr Soetomo Surabaya, yang telah memberikan ijin kepada kami untuk menggunakan fasilitas di laboratorium dalam rangka pelaksanaan penelitian saya
8. Seluruh staf pengajar dan karyawan Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah membantu dengan tulus ikhlas memberi ilmu dan berbagi pengalaman selama studi.
9. Orang tua drs Soepardjan.,MM dan Endang Sulistyawati, Suamiku tersayang Baron Agung Wicaksono, ST dan anakku tercinta Athayya Sharfina Farahiyah yang telah banyak membantu, berkorban, memberikan motivasi dan kesabaran selama saya menempuh pendidikan
10. dr Joni., MKes staf Anatomi Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang banyak membantu sejak awal sampai penelitian ini selesai
11. drg Arya Brahmanta staf Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah yang banyak membantu sejak awal penelitian sampai penelitian ini selesai baik secara moril, tenaga, waktu, dan pikiran.



12. drg Yuliati MKes staf Faal Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang banyak membantu sejak awal sampai akhir penelitian
13. Pasien Ortodonsia yang sudah bersedia menjadi sampel penelitian saya
14. Sahabat tercinta mbak Tanti, mbak Rima, Dita, Made dan Revi yang selalu memberikan dorongan untuk menyelesaikan tesis ini
15. Teman-teman tersayang Arifah, Tina, pak Fatoni, pak Ali, mbak Hayati, mbak Rida, mas Akma, mas Cahyo, mas Jayus, mbak Khotim, mas Hairudin, pak Edi yang memberikan warna ceria selama masa studi
16. Senior, teman-teman bagian drg Hadi Soedarjanto, AIF; drg Irfandi Doelyat; drg Sitasari; drg Lisdiana Tanjung ; drg Robianto; drg Ratna Arifzan MS Sp Ort; dr Eric Mayo M Kes; dr Indri; dr Joni yang banyak memberi bantuan dan dorongan untuk menyelesaikan tesis ini
17. Semua pihak yang telah membantu tetapi tidak dapat disebutkan disini

Saya menyadari bahwa dalam tesis ini banyak kekurangan, oleh karenanya dengan segenap kerendahan hati mohon maaf atas segala kekurangan dan mohon saran dan kritik untuk perbaikan agar dapat menghasilkan suatu penelitian yang bermanfaat untuk menambah wawasan kita dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya

**Surabaya, 24 November 2005**

# **PENINGKATAN JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMEN PERIODONTAL, KETEBALAN *INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES* DAN KETEBALAN PRESEMENTUM PADA DAERAH TEKANAN SEMENTUM GIGI AKIBAT PEMAKAIAN PIRANTI ORTODONSI CEKAT**

## **RINGKASAN**

Pemakaian piranti ortodonsi cekat pada gigi mempunyai prinsip memberikan tekanan yang terus-menerus sampai terjadi pergerakan gigi. Tekanan yang diberikan pada gigi menyebabkan adanya daerah tekanan dan daerah tarikan pada gigi dengan perubahan aktivitas selular dan matriks ekstraselular.

Sementum merupakan salah satu jaringan gigi yang responsif terhadap kekuatan piranti ortodonsi. Sementum mempunyai fungsi yaitu memberikan perlekatan terhadap serat kolagen dari ligamen periodontal, menjaga integritas akar gigi, membantu menjaga posisi gigi fungsional dalam mulut dan terlibat dalam perbaikan dan regenerasi gigi sehingga proses pergerakan gigi karena piranti ortodonsi cekat dapat menyebabkan perubahan aktivitas selular dan matriks ekstraselular pada sementum gigi.

Penelitian eksperimental laboratories ini bertujuan untuk membuktikan perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan presementum pada sementum terhadap pemakaian piranti ortodonsi cekat.

Penelitian ini dilakukan di Bagian Ortodonsia Departemen Gigi dan Mulut Rumah Sakit Dr Ramelan Surabaya dengan sampel pasien yang menjalani perawatan dengan piranti ortodonsi cekat. K adalah kelompok kontrol tanpa perlakuan sedangkan P adalah kelompok perlakuan dengan menggunakan piranti ortodonsi cekat dengan perlekatan braket pada gigi premolar pertama dilakukan tarikan oleh kawat busur labial logam Nitinol 0,012 inchi ke arah bukal selama 10 hari. Setelah 10 hari dilakukan pencabutan pada kedua gigi premolar pertama. Gigi disimpan dalam larutan *buffer formaline* 10 %. Kemudian gigi dikirim ke Laboratorium Patologi Anatomi Rumah Sakit Dr Soetomo untuk diproses menjadi sediaan. Sediaan dilihat pada mikroskop cahaya pada pembesaran 400 X dan dilakukan foto jaringan dengan kamera digital pada Laboratorium Anatomi Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Dilakukan pemeriksaan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, ketebalan presementum pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama menggunakan program *image tool*. Data yang diperoleh dianalisis dengan statistik deskriptif, MANOVA dan uji diskriminan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat meningkatkan jumlah serat ligament periodontal pada kelompok perlakuan  $24,3636 \pm 2,3779$  jumlah serat per lapang pandang dibandingkan pada kelompok kontrol  $20,8182 \pm 3,7635$  jumlah

serat per lapang pandang; ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan  $8,9773 \pm 1,4380$  mikron dibandingkan pada kelompok kontrol  $6,0418 \pm 1,0746$  mikron, dan ketebalan presementum pada pada kelompok perlakuan  $30,4673 \pm 11,3103$  mikron dibandingkan kelompok kontrol  $26,3991 \pm 11,4540$  mikron dan berdasarkan uji MANOVA didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) pada jumlah serat ligament periodontal dan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*. Kemudian analisis dilanjutkan dengan uji diskriminan untuk mengetahui variabel apa yang paling berperan memberikan kemaknaan ternyata adalah ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* yang merupakan variabel pembeda yang dominan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat meningkatkan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum pada pemakaian di daerah tekanan sementum gigi .Pada pemakaian piranti ortodonsi cekat di daerah tekanan sementum gigi terdapat perbedaan yang bermakna pada jumlah serat kolagen ligamen periodontal dan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*. Ketebalan *insrcting periodontal ligament fibre bundle* mempunyai kontribusi terbesar sebagai variabel pembeda yang paling dominan pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat

## SUMMARY

### **INCREASING AMOUNT OF PERIODONTAL LIGAMENT COLLAGEN FIBRE, THICKNESS OF INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES AND THICKNESS OF PRECEMENTUM AT PRESSURE SITE OF CEMENTUM AS A RESPONSE TO FIXED ORTHODONTIC APPLIANCE**

Previous research has indicated that there are several reaction in cellular activity and extracellular matrix as a response after orthodontic force application. Cementum has function to give attachment to collagen fibres of the periodontal ligament, maintaining the integrity of the root, helping to maintain the tooth in its functional position in the mouth, and being involved in tooth repair and regeneration so in the orthodontic tooth movement can induce changes in the cementum.

The aim of this research is to investigate that fixed orthodontic appliance could increase the amount of periodontal ligament collagen fibre, thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles and thickness of precementum at pressure site of cementum. This experimental study was held in laboratory with post test only control group design. Twenty two (22) premolar sample from 11 patient were divided into 2 groups. K group as control group (without treatment) and P group as treatment group (with using fixed orthodontic appliance).

The amount of periodontal ligament collagen fibre, thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles and thickness of precementum were examined by light microscopy and measured by image tool program. All of datas in this study were analyzed by MANOVA and discriminant test. MANOVA test showed significantly difference ( $p < 0,05$ ) for amount of periodontal ligament collagen fibre and thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles, but not significant for thickness of the precementum. The amount of periodontal ligament collagen fibre increased ( $24,3636 \pm 2,3779$  per square), the thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles increased ( $8,9773 \pm 1,4380$  micron) and thickness of precementum increased ( $30,4673 \pm 11,3103$  micron). The highest dominant discriminant is determine by discriminant test and showed that thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles is the highest dominant discriminant. This study suggested that fixed orthodontic appliance at the pressure site of cementum could increase the amount of periodontal ligament collagen fibre and thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles significantly and the highest dominant dicriminant was thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles.

## ABSTRACT

# INCREASING AMOUNT OF PERIODONTAL LIGAMENT COLLAGEN FIBRE, THICKNESS OF INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLES AND THICKNESS OF PRECEMENTUM AT PRESSURE SITE OF CEMENTUM AS A RESPONSE TO FIXED ORTHODONTIC APPLIANCE

Prameswari, N

Orthodontic force application can induce cellular activity and extracellular matrix. Cementum has function to give attachment to collagen fibres of the periodontal ligament, maintaining the integrity of the root, helping to maintain the tooth in its functional position in the mouth, and being involved in tooth repair and regeneration so in the orthodontic tooth movement can induce changes in the cementum.

The aim of this research is to investigate that fixed orthodontic appliance could increase the amount of periodontal ligament collagen fibre, thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles and thickness of preceementum at pressure site of cementum.

**Method:** This experimental study was held in laboratory with post test only control group design. Twenty two (22) premolar sample from 11 patient were divided into 2 groups. K group as control group (without treatment) and P group as treatment group (with using fixed orthodontic appliance). The amount of periodontal ligament collagen fibre, thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles and thickness of preceementum were examined by light microscoph and measured by image tool program.

**Result:** All of datas in this study were analyzed by MANOVA and discriminant test. MANOVA test showed significantly difference ( $p < 0,05$ ) for amount of periodontal ligament collagen fibre and thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles, but not significant for thickness of the preceementum. The amount of periodontal ligament collagen fibre increased ( $24,3636 \pm 2,3779$  per unit area), the thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles increased ( $8,9773 \pm 1,4380$  micron) and thickness of preceementum increased ( $30,4673 \pm 11,3103$  micron). The highest dominant discriminant is determine by discriminant test and showed that thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles is the highest dominant discriminant.

**Conclusion:** The fixed orthodontic appliance at the pressure site of cementum could increase the amount of periodontal ligament collagen fibre and thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles significantly and the highest dominant dicriminant was thickness of inserting periodontal ligament fibre bundles.

**Key Words :** Orthodontic Appliance, Cementum, Periodontal Ligament Collagen Fibre, Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles, Preceementum.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Sampul Depan.....	i
Sampul Dalam.....	ii
Prasyarat Gelar.....	iii
Persetujuan.....	iv
Penetapan Panitia.....	v
Lembar Pengesahan.....	vi
Ucapan Terima Kasih.....	vii
Ringkasan.....	xi
Summary.....	xiii
Abstract.....	xiv
Daftar Isi.....	xv
Daftar Gambar.....	xviii
Daftar Tabel .....	xx
Daftar Lampiran.....	xxi
Daftar Singkatan dan Istilah.....	xxii
<b>BAB 1      PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	4
1.3    Tujuan Penelitian .....	5
1.4    Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB 2      TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Sementum .....	7
2.1.1    Struktur dan fungsi sementum .....	7
2.1.2    Regulasi sementum .....	11
2.2    Serat Kolagen Ligamen Periodontal pada Sementum .....	15
2.2.1    Modulasi fisiobiologis kolagen.....	20
2.3 <i>Inserting Periodontal Ligament           fibre bundles</i> .....	21
2.4    Presementum .....	22
2.5    Piranti Ortodonsi Cekat .....	23
2.5.1    Pengertian piranti ortodonsi cekat .....	23
2.5.2    Prinsip mekanis kontrol kekuatan piranti ortodonsi cekat .....	26
2.5.3    Fisiobiologik pemakaian piranti ortodonsi cekat .....	28
2.5.4    Pengaruh piranti ortodonsi terhadap struktur sementum .....	32

<b>BAB 3</b>	<b>KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>	
3.2.	Kerangka Konseptual .....	36
3.2	Hipotesa Penelitian .....	39
<b>BAB 4</b>	<b>MATERI DAN METODE PENELITIAN</b>	
4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian .....	40
4.2	Populasi, Sampel, Teknik Pengambilan Sampel dan Besar Sampel .....	41
4.3	Unit Analisis .....	43
4.4	Variabel Penelitian .....	43
4.4.1	Variabel bebas .....	44
4.4.2	Variabel tergantung .....	44
4.4.3	Variabel kendali .....	44
4.5	Batasan Operasional .....	45
4.5.1	Penarikan piranti ortodonsi ke bukal .....	45
4.5.2	Jumlah serat kolagen .....	45
4.5.3	Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundles</i> .....	45
4.5.4	Ketebalan presementum .....	46
4.5.5	Daerah tekanan sementum gigi .....	46
4.6	Bahan dan Instrumen Penelitian .....	47
4.6.1	Bahan penelitian .....	47
4.6.2	Instrumen penelitian .....	48
4.7	Prosedur Penelitian .....	48
4.7.1	Persiapan sampel .....	48
4.7.2	Waktu pengukuran .....	52
4.8	Lokasi dan Waktu penelitian .....	52
4.8.1	Lokasi penelitian .....	52
4.8.2	Waktu penelitian .....	52
4.9	Analisis Data .....	52
<b>BAB 5</b>	<b>ANALISIS HASIL PENELITIAN</b>	
5.1	Data Penelitian.....	54
5.2	Hasil Uji Analisis Deskriptif .....	55
5.3	Hasil Uji Normalitas.....	56
5.4	Hasil Uji MANOVA.....	57
5.5	Hasil Uji Diskriminan.....	58
5.6	Jumlah Serat Kolagen Ligament Periodontal.....	60
5.7	Ketebalan <i>Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles</i> .....	60
5.8	Ketebalan Presementum.....	61
<b>BAB 6</b>	<b>PEMBAHASAN</b>	
6.1	Jumlah Serat kolagen ligament periodontal.....	65
6.2	Ketebalan <i>Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles</i> .....	69

6.3	Ketebalan Presementum.....	70
6.4	Respon multivariabel.....	73
<b>BAB 7 PENUTUP</b>		
7.1	Kesimpulan.....	74
7.2	Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>75</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> : Irisan sagital gigi .....	7
<b>Gambar 2.2</b> : Aselular sementum dan selular sementum..... serta distribusinya .....	9
<b>Gambar 2.3</b> : Sementum tebal melapisi ujung akar dan furkasi.....	11
<b>Gambar 2.4</b> : Interaksi <i>growth factor</i> dengan reseptor spesifik..... pada permukaan sel menghasilkan transduksi ....., sinyal yang menghasilkan respon proliferasi, ....., diferensiasi, dan sekresi matriks.....	14
<b>Gambar 2.5</b> : Aktivitas sel yang dibutuhkan untuk sementum ....., baru dan pembentukan perlekatan serta komponen sementum yang meregulasi proses tersebut.....	15
<b>Gambar 2.6</b> : Struktur kolagen .....	20
<b>Gambar 2.7</b> : Ilustrasi <i>acellular extrinsic fibre cementum</i> , ....., <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i> , ....., <i>cellular intrinsic fibre cementum</i> .....	22
<b>Gambar 2.8</b> : Hubungan antara sementum, presementum, dan ....., lapisan sementoblas serta ligamen periodontal.....	23
<b>Gambar 2.9</b> : Proses pergerakan gigi ortodontik .....	26
<b>Gambar 2.10</b> : Diagram menggambarkan antara waktu aplikasi..... piranti ortodonsi dengan pergerakan gigi..... dikaitkan dengan resorpsi undermining.....	29
<b>Gambar 2.11</b> : Proses reparatif sementum yang teresorpsi.....	33
<b>Gambar 4.1</b> : Gambar satu lapang pandang daerah tekanan ....., sementum gigi premolar pertama .....	47
<b>Gambar 4.2</b> : Penarikan gigi premolar pertama menggunakan ....., kawat busur yang diberi lekukan.....	49
<b>Gambar 4.3</b> : Tang <i>angled utility arch</i> .....	50

<b>Gambar 4.4</b>	: Gambar bagian bukal gigi premolar pertama.....	51
<b>Gambar 4.5</b>	: Irisan sagital gigi premolar pertama pada tengah ..... jurusan bukal-palatal.....	51
<b>Gambar 5.1</b>	: Hasil foto mikroskop satu lapang pandang daerah..... tekanan sementum gigi pada kelompok perlakuan.. dan kontrol.....	54
<b>Gambar 5.2</b>	: Grafik rata-rata hasil penelitian jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan <i>inserting periodontal</i> <i>ligament fibre bundle</i> dan ketebalan presementum.....	56
<b>Gambar 5.3</b>	: Grafik rata-rata kontribusi ketebalan <i>inserting</i> <i>periodontal ligament fibre bundle</i> .....	59
<b>Gambar 6.1</b>	: Jalur transduksi mekanis dimediasi oleh integrin.....	68
<b>Gambar 6.2</b>	: Aktivitas sel yang dibutuhkan untuk pembentukan..... sementum .....	72

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 5.1</b>	: Rata-rata dan simpangan baku jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan <i>inserting periodontal Ligament fibre bundle</i> dan ketebalan presementum.....	55
<b>Tabel 5.2</b>	: Hasil uji normalitas distribusi.....	56
<b>Tabel 5.3</b>	: Hasil uji MANOVA multivariate.....	57
<b>Tabel 5.4</b>	: Hasil uji univariat.....	58
<b>Tabel 5.5</b>	: Hasil uji diskriminan.....	58
<b>Tabel 5.6</b>	: Rata-rata kontribusi ketebalan <i>inserting periodontal</i> ..... <i>ligament fibre bundle</i> .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
<b>Lampiran 1</b>	: Informed Consent .....	79
<b>Lampiran 2</b>	: Tahapan dekalsifikasi dan pembuatan Sediaan histologi.....	81
<b>Lampiran 3</b>	: Cara penghitungan jumlah serat kolagen Ligamen periodontal, ketebalan <i>inserting</i> <i>Periodontal Ligament fibre bundle</i> dan ketebalan presementum.....	85
<b>Lampiran 4</b>	: Keterangan kelaikan etik.....	88
<b>Lampiran 5</b>	: Dokumentasi proses penelitian.....	89
<b>Lampiran 6</b>	: Foto penelitian sediaan.....	95
<b>Lampiran 7</b>	: Pengolahan Data Statistik.....	106
<b>Lampiran 8</b>	: Alur penelitian .....	118

**DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH**

IL-1	: Interleukin-1
IL-6	: Interleukin-6
IL-8	: Interleukin-8
TNF- $\alpha$	: Tumor Necrosis Factor- $\alpha$
PGE2	: Prostaglandin E2
PGE1	: Prostaglandin E1
VEGF	: Vascular Endothelial Growth Factor
PCNA	: Proliferating Cell Nuclear Antigen
BSP	: Bone Sialoprotein
OPN	: Osteopontin
CAP	: Cementum-Attachment Protein
IGF-I	: Insulin-Like Growth Factor-I
CGF	: Cementum Growth Factor
FGF	: Fibroblast Growth Factor
PDGF	: Platelet Derived Growth Factor
EGF	: Epidermal Growth Factor
BMP	: Bone Morphogen Protein
TGF- $\beta$	: Transforming Growth Factor- $\beta$
ECM	: Extracellular Matrix
AEFC	: Acellular Extrinsic Fibre Cementum
PLFB	: Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles
CIFC	: Cellular Intrinsic Fibre Cementum
MMP	: Matrix Metalloproteinase
TIMP	: Tissue Inhibitor of Metalloproteinases
GCF	: Gingival Crevicular Fluid
MANOVA	: Multiple Analysis of Varians
ERK	: Extracellular-signal-regulated kinase
JNK	: Jun Kinase
FAK	: Tyrosine Phosphorylation of Focal Adhesion Kinase
MAP kinase	: Mitogen-activated protein kinase
CTGF	: Connective Tissue Growth Factor

# B A B 1

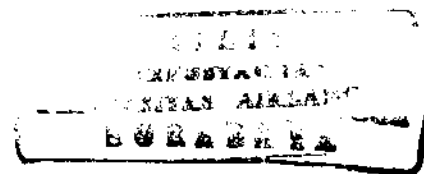
## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemakaian piranti ortodonsi yang bertujuan untuk mengawasi pertumbuhan gigi geligi serta struktur anatomi jaringan yang berhubungan dengan gigi serta mencegah dan mengoreksi letak gigi yang tidak teratur sampai tercapai fungsi dan struktur oklusi yang normal terus berkembang sejak awal tahun 1900 dan dalam hal pemakaiannya terus mengalami peningkatan baik dalam segi jumlah maupun kasus maloklusi yang dapat dirawat.

Pada perawatan ortodonsia terdapat dua macam piranti yaitu piranti ortodonsi lepasan dan piranti ortodonsi cekat. Pemakaian piranti ortodonsi pada gigi mempunyai prinsip memberikan tekanan yang terus-menerus sampai terjadi pergerakan gigi dengan melibatkan proses remodeling tulang, dan terjadi resorpsi pada sisi yang digerakkan serta pembentukan tulang baru pada sisi sebaliknya. Tekanan yang diberikan pada gigi menyebabkan adanya daerah tekanan dan daerah tarikan pada gigi. Pada piranti ortodonsi cekat terjadi pergerakan terus menerus dan dihasilkan gerakan *bodily* pada gigi. Tekanan pergerakan piranti ortodonsi cekat menghasilkan beberapa perubahan pada gigi yaitu adanya rasa nyeri, perubahan selular pada ligamen periodontal, serta terdapatnya resorpsi *undermining* pada tulang alveolar dekat gigi serta perubahan pada akar gigi termasuk pada bagian sementum gigi (Proffit, 1993).

Setelah pergerakan gigi oleh piranti ortodonsi selesai, dapat terjadi relaps posisi gigi yang digerakkan kembali ke posisi semula. Kemungkinan terjadinya relaps 40 %



berasal dari pergerakan gigi sebelumnya (Pilon, 1996). Proses relaps gigi dapat terjadi cepat sampai sekitar 4-6 bulan, namun dapat juga sampai 1 tahun setelah piranti ortodonsi dilepas (Proffit, 1993). Mekanisme relaps itu sendiri belum jelas. Faktor yang berperan pada proses relaps ini melibatkan faktor dalam jaringan gigi itu sendiri, dari jaringan ikat yang mengikat gigi maupun faktor pertumbuhan rahang. Pada gigi yang digerakkan, jaringan gigi dan keadaan jaringan sekitar yang mengikat gigi mengalami perubahan sel, perubahan jaringan ikat, resorpsi jaringan dan deposisi matrik terutama disekitar daerah tekanan gigi. Percobaan pada gigi molar satu tikus yang relaps didapatkan bahwa terjadi remodeling yang cepat pada ligamen periodontal dan sekitar tulang alveolar dan terjadinya proses hialinisasi dan mineralisasi jaringan pada daerah tekanan yang dengan cepat diresorpsi oleh osteoklas, *macrophage-like cells* and *fibroblast-like cells* (Yoshida, 1999). Sehingga kekuatan akar gigi supaya tetap pada tempatnya dapat diukur pada fibroblas dan kolagen serta matriks tulang yang dihasilkan osteoblas dan osteosit karena itu perlu diketahui respon fibroblas, kolagen, osteosit, osteoblas, dan matriks terhadap stress mekanis piranti ortodonsi.

Perubahan selular pada pemakaian piranti ortodonsi juga dapat disebabkan karena bakteri. Hal ini disebabkan karena pasien yang menggunakan piranti ortodonsi mempunyai risiko tinggi terhadap akumulasi plak yang berpotensi untuk merusak gigi, gingiva, serta tulang alveolar (Bishara, 2001). Produk/ komponen dari bakteri yaitu lipopolisakarida menginduksi peningkatan IL-1, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , metabolisme asam arakidonat, serta peningkatan produksi PGE2 dan PGI2 dan direspon jaringan dengan melepaskan substansi vasoaktif inflamasi seperti histamin, bradikinin, serotonin,

prostaglandin dan leukotrien serta meningkatkan *Vascular Endothelial Growth Factor* (VEGF) sehingga permeabilitas vaskular meningkat (Matsushita, 1999)

Banyak penelitian yang sudah dilakukan pada manusia mengenai perubahan selular oleh karena kekuatan mekanis piranti ortodonsi namun banyak hal yang belum jelas, terutama mengenai perubahan jumlah sel pada akar selama perawatan menggunakan piranti ortodonsi belum diketahui, sehingga perlu penelitian lebih lanjut. Pada percobaan menggunakan *proliferating cell nuclear antigen* (PCNA), selama aplikasi piranti ortodonsi didapatkan pada daerah tarikan, proliferasi sel pada ligamen periodontal menurun pada hari ke-3 sampai hari ke-28 sedangkan pada daerah tekanan di daerah permukaan tulang proliferasi sel meningkat pada hari ke-3 sampai ke-10 kemudian menurun sampai pada hari ke-28, dan macam sel yang banyak ditemukan pada permukaan tulang yaitu osteoklas multinukleat sedangkan pada ligamen periodontal yaitu fibroblas dan sedikit osteoblas serta sel prekursor sementoblas. Selain itu ditemukan peningkatan jumlah sel apoptosis baik pada daerah tekanan maupun daerah tarikan (Mabuchi, 2002). Pada penelitian lainnya didapatkan pada ligamen periodontal terdapat nuklei piknotik dengan tanda-tanda adanya *shrinkage* dan marginasi kromatin sepanjang membran inti yang merupakan tanda-tanda nekrosis (Hatai, 2001). Percobaan yang dilakukan pada sementum gigi insisif pertama RA didapatkan bahwa stress mekanik yang diberikan pada apeks akar selama pergerakan gigi mengakibatkan peningkatan ketebalan sementum apikal (Shaw, 2004)

Pada penelitian lain didapatkan bahwa proses perbaikan jaringan yang terjadi pada sementum dan dentin dapat meningkatkan resistensi terhadap terjadinya resorpsi akar (Bishara, 2001). Pada penelitian lainnya ditemukan adanya sintesis kolagen



mengalami peningkatan drastis pada daerah tekanan ligamen periodontal dibandingkan pada daerah tarikan yang menunjukkan adanya daerah resorpsi, serta remodeling jaringan yang sangat aktif pada daerah tekanan diikuti dengan hilangnya hialinisasi (Bumann, 1997).

Salah satu jaringan gigi yang responsif terhadap kekuatan piranti ortodonsi yaitu sementum. Sementum mempunyai fungsi primer yaitu memberikan perlekatan terhadap serat kolagen dari ligamen periodontal. Selain itu sementum menjaga integritas akar gigi, membantu menjaga posisi gigi fungsional dalam mulut dan terlibat dalam perbaikan dan regenerasi gigi sehingga pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat menyebabkan perubahan-perubahan pada aktivitas selular dan matriks ekstraselular.

Sebagai implikasi proses selular pada perawatan piranti ortodonsi salah satunya adalah adanya perubahan pada jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan sementum pada sementum gigi. Pada penelitian ini digunakan kekuatan piranti ortodonsi cekat yang diaplikasikan terhadap pasien pada gigi yang diindikasikan akan dicabut dan setelah dicabut dilakukan pemeriksaan pada daerah tekanan sementum gigi sehingga diketahui perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan sementumnya.

## 1.2. Rumusan masalah

1. Apakah ada peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan sementum setelah

**pemakaian piranti ortodonsi cekat di daerah tekanan sementum gigi dibandingkan kelompok kontrol ?**

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan umum**

Membuktikan perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan presementum pada sementum terhadap pemakaian piranti ortodonsi cekat

#### **1.3.2. Tujuan khusus**

1. Membuktikan bahwa dengan pemakaian piranti ortodonsi cekat, jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan presementum pada sementum gigi setelah pemakaian piranti meningkat di daerah tekanan sementum gigi dibandingkan kelompok kontrol
2. Menentukan kontribusi yang dominan diantara variabel jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan ketebalan presentum di daerah tekanan sementum gigi pada pemakaian piranti ortodonsi cekat.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Aspek Teori**

1. Mengungkap mekanisme fisiobiologis serat kolagen ligamen periodontal, *inserting periodontal ligament fibre bundles*, dan presementum di daerah tekanan setelah pemakaian piranti ortodonsi cekat dan modulasi sinyalingnya pada proses remodeling tulang.
2. Mengungkap mekanisme selular perubahan sementum gigi pada pemakaian piranti ortodonsi
3. Membantu mengungkap mekanisme relaps gigi

### **1.4.2. Aspek Klinis**

1. Mengetahui perubahan paling besar pada daerah tekanan sementum gigi pada saat pergerakan awal pemakaian piranti ortodonsi
2. Meningkatkan keberhasilan perawatan pada pemakaian piranti ortodonsi terutama terhadap terjadinya relaps setelah pemakaian piranti ortodonsi selesai

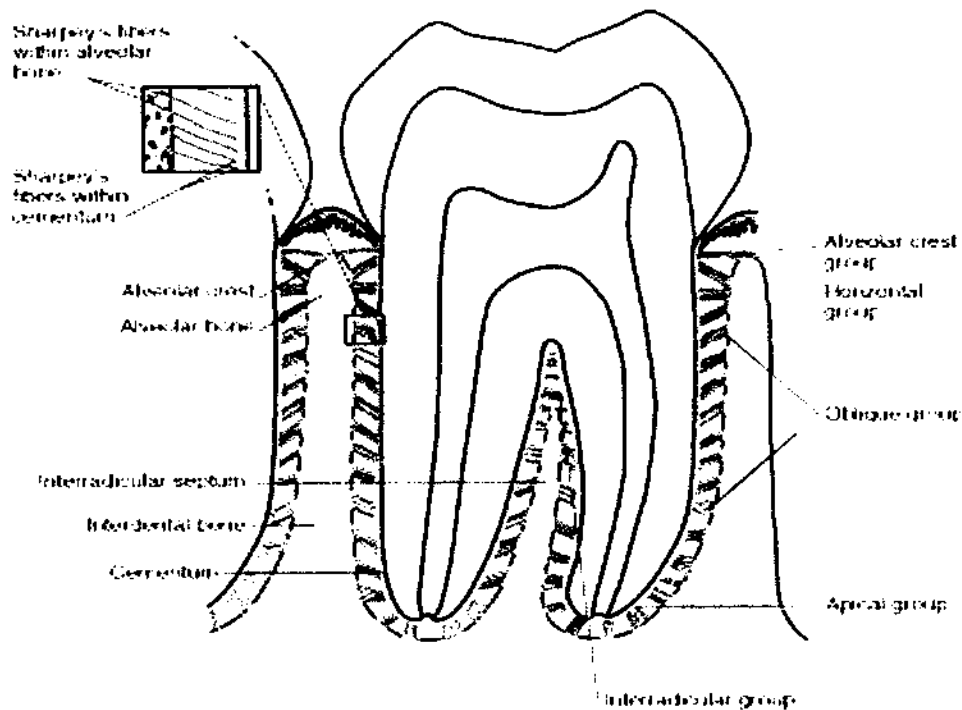
## B A B 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sementum

##### 2.1.1. Struktur dan Fungsi Sementum

Sementum merupakan jaringan yang terkalsifikasi menutupi akar gigi berasal dari jaringan ektomesenkimal (Avery, 1988). Sementum terdiri dari bahan-bahan inorganik 65 %, bahan-bahan organik 23 % dan air 12 %. Bahan inorganik yang utama yaitu hidroksiapatit dan kalsium. Sedangkan bahan organik matrik terutama dari kolagen tipe I dan sedikit tipe III, V dan VI serta elemen non kolagen seperti osteopontin, osteonektin, osteokalsin, dan sialoprotein (Berkovitz, 2002; Waddington, 2001).



**Gambar 2.1 :** Irisan sagital gigi (Nanci, 2003)

Sementum tersusun dari matriks fibrous termineralisasi dan sel-sel. Matriks fibrous terdiri dari serat *Sharpey* merupakan bagian serat kolagen berasal dari ligamen periodontal yang sebagian menembus bagian luar sementum dengan inklinasi 90 derajat. Serat ini berfungsi sebagai pengikat antara gigi dan tulang alveolar (Nanci, 2003). Pada sediaan histologi serat *Sharpey* tidak berkapur, jadi tampak sebagai saluran jernih (Leeson, 1985). Sedangkan serat intrinsik non periodontal dalam sementum adalah serat kolagen yang dibuat oleh sementoblas, arahnya paralel dengan *dentinoenamel junction* (Nanci, 2003).

Sel-sel pada sementum yaitu sementosit berada dalam lakuna yang mempunyai kanalikuli. Tidak seperti tulang, kanalikuli pada sementum tidak mempunyai saraf dan berorientasi menuju pada periodontal ligamen namun didalamnya terjadi proses sementositik untuk masuknya nutrisi dari ligamen yang mempunyai vaskularisasi (Nanci, 2003)

Sementum merupakan jaringan yang menutupi dentin akar gigi mulai dari ujung bawahnya, dan berfungsi untuk mengikat gigi pada membran periodontal. Sementum tidak mempunyai sistem *Havers* dan pembuluh darah dan tidak terdapat saraf. Pada umumnya sementum tipis dan tidak mempunyai sel pada 1/3 bagian atas (sementum aselular), tapi pada bagian apikal akar gigi lebih tebal dan terdapat sel-sel yang mirip osteosit yaitu sementosit (sementum selular) dimana lapisan tertipis (20 – 50  $\mu\text{m}$ ) terdapat pada *cementoenamel junction* dan meningkat ketebalannya (150 – 200  $\mu\text{m}$ ) sedikit demi sedikit sampai pada ujung akar yang mengelilingi foramen apikal (Junquera, 1995; Avery, 1988; Leeson, 1985 ).



**Gambar 2.2** : Sementum aselular (A) dan sementum selular (B) distribusinya (Berkovitz, 2002).

Sementum selular terdiri dari sel-sel (sementosit) sedangkan sementum aselular tidak. Sementum aselular menutupi akar yang dekat dengan dentin sedangkan sementum selular terutama ditemukan pada daerah apikal. Sementum aselular terlihat lebih tidak terstruktur dibandingkan dengan sementum selular. Pada daerah dentin radikular dapat terlihat lapisan granular dari *Tomes* yang diluarnya terdapat lapisan hialin dari *Hopewell-Smith*. Garis hitam antara lapisan hialin dan sementum aselular merupakan sementum afibrilar. Perbedaan struktur antara sementum aselular dan selular menyebabkan adanya perbedaan kecepatan pembentukan matriks, dimana sementum selular lebih cepat membentuk matriks dibandingkan sementum aselular. Adanya kecepatan pembentukan sementum yang lebih cepat pada sementum selular ditunjukkan dengan adanya lapisan presementum dan lebarnya jarak garis incremental. Pada perkembangan sementum selular, sementoblas yang merupakan sel pembentuk sementum akan tersimpan dalam jaringan sebagai sementosit (Berkovitz, 2002).

Matriks organik sementum berasal dari dua sumber yaitu dari serat *Sharpey* ligamen periodontal disebut serat ekstrinsik dan dari sementoblas disebut serat intrinsik. Arah serat intrinsik paralel dengan permukaan akar dan berada sebelah kanan serat ekstrinsik. Jaringan yang terdapat kedua serat ekstrinsik dan intrinsik disebut sementum serat campuran (Berkovitz, 2002)

Sementum dibentuk sangat lambat dan diikuti oleh perlekatan pada serat ligamen periodontal. Pada dentin terdapat lapisan tipis (3-5  $\mu\text{m}$ ) merupakan matriks tidak terkalsifikasi disebut prementum (Berkovitz, 2002).

Fungsi sementum utama adalah untuk perlekatan serat ligamen periodontal dan stabilitas gigi pada soketnya. Perlekatan serat ligamen periodontal selalu konstan dan dipengaruhi faktor-faktor yang menyebabkan pergerakan gigi selama fase erupsi atau hasil dari perawatan ortodonsi. Jika gigi mengadakan perubahan posisi, serat ligamen periodontal tidak lagi berupa serat lurus tapi berubah inklinasinya. Pada deposisi sementum, pada inklinasi yang baru serat akan tetap berupa serat lurus (Rensburg, 1995).

Sementum merupakan jaringan yang labil dan bereaksi atas resorpsi atau produksi/deposisi jaringan baru sesuai dengan stress yang diterima. Bila ligamen periodontal mengalami kerusakan, sementum juga akan mengalami respon yang sesuai (Junquera, 1995; Leeson, 1985). Sementum merupakan jaringan yang penting pada pergerakan gigi ortodontik karena merupakan jaringan yang sedikit teresorpsi hal ini berkaitan dengan fisikokemikal dan biologis sementum, adanya prementum, peningkatan densitas serat *Sharpey* terutama pada sementum aselular, serta proksimitas sel epitel *rests* terhadap permukaan akar (Berkovitz, 2002)



**Gambar 2.3** : Sementum yang tebal melapisi ujung akar dan pada furkasi (Berkovitz, 2002)

### 2.1.2. Regulasi Sementum

Pada pembentukan sementum baru dan restorasi perlekatan jaringan lunak sementum membutuhkan sementoblas. Selama pertumbuhan gigi, sel dental folikel dari ektomesenkimal bertanggung jawab terhadap proses sementogenesis. Pada saat dewasa, sementoblas yang berasal dari ligamen periodontal membentuk nodul *cementum-like* termineralisasi dan *marker* sementum spesifik. Sementoblas dapat juga berasal dari sel stem yang terdapat pada ligamen periodontal, gingival, atau tulang alveolar (Grzesik, 2002)

Terdapat banyak faktor-faktor kemotaktik, molekul adhesi, *growth factors* dan matriks ekstraselular berperan dalam merekrut progenitor, ekspansi dan diferensiasi sementoblas. Komponen matriks sementum beserta fungsinya yaitu (Grzesik, 2002):

Komponen matrik	Fungsinya
Kolagen	Adhesi sel, diferensiasi, dan regulasi proliferasi
Bone Sialoprotein (BSP)	Adhesi sel, diferensiasi, mineralisasi



Osteopontin (OPN)	Adhesi sel, diferensiasi, survival
Fibronektin	Adhesi sel, diferensiasi, regulasi proliferasi
Osteonektin	Regulasi angiogenesis, diferensiasi, proliferasi
<i>Cementum-attachment protein (CAP)</i>	Adhesi sel, diferensiasi

Selain itu, awal pembentukan sementum dipengaruhi oleh sinyal komponen matriks dentin. Dari penelitian didapatkan kemungkinan migrasi dari protein dentin matriks mempengaruhi diferensiasi sel sementoblas (Diekwish, 2001)

Sementum sendiri sudah mempunyai komponen yang dibutuhkan untuk merekrut, proliferasi, dan diferensiasi sel sehingga tidak dibutuhkan komponen dari sirkulasi. Mekanisme seleksi progenitor sementoblas melibatkan integrin dan proses signaling tertentu.

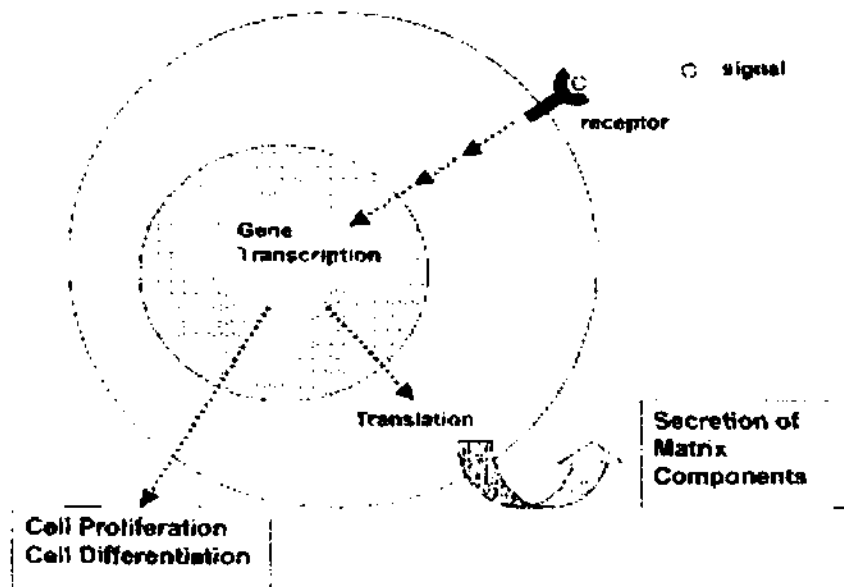
Integrin merupakan mekanoreseptor pada proses mekanotransduksi. Integrin adalah glikoprotein terkait membrane yang disusun oleh subunit  $\alpha$  dan subunit  $\beta$ . Setiap subunit mempunyai domain ekstraselular yang besar, regio transmembran dan domain sitoplasmik pendek. Domain ekstraselular berikatan langsung dengan protein matriks ekstraselular seperti vitronektin, fibronektin, laminin dan kolagen. Domain sitoplasmik baik pada subunit  $\alpha$  maupun pada subunit  $\beta$  berinteraksi dengan molekul sinyaling dan protein sitoskeletal yang meregulasi proses selular seperti transduksi sinyal, organisasi sitoskeletal dan motilitas sel melalui modulasi afinitas integrin yang dapat merubah konformasi heterodimer sehingga dapat meningkatkan efektivitas ikatan dengan ligand (Setyawan, 2005; Shyy, 2002).

Integrin terlibat pada proses transduksi mekanis. Integrin menyebabkan aktivasi berturut-turut pada jalur *extracellular-signal-regulated kinase (ERK)* dan *Jun Kinase (JNK)*. Aktivasi integrin terkait langsung dengan famili Rho GTPase. Famili Rho GTPase merubah bentuk ikatan GDP inaktif menjadi bentuk ikatan GTP aktif dan

menghasilkan respon seperti adhesi sel, pembentukan serat baru, dan meningkatkan motilitas. Reaksi sinyaling juga mengaktivasi *tyrosine phosphorylation of focal adhesion kinase* (FAK) yang bertanggung jawab terhadap proses pengaturan pertumbuhan dan protein sinyaling lainnya, mengaktivasi *mitogen-activated protein kinase* (MAP kinase) berturutan, ekspresi c-fos dan peningkatan levels cyclin tertentu. Jalur sinyaling dipengaruhi oleh komponen matriks ekstraselular yang bekerjasama dengan *growth factor* dalam memediasi fungsinya. Pada proses pembentukan presementum terdapat peningkatan jumlah ligand aktif integrin adhesif pada permukaan yang termineralisasi sehingga dikatakan integrin terlibat langsung pada beberapa proses pembentukan presementum (Grzesik,2002)

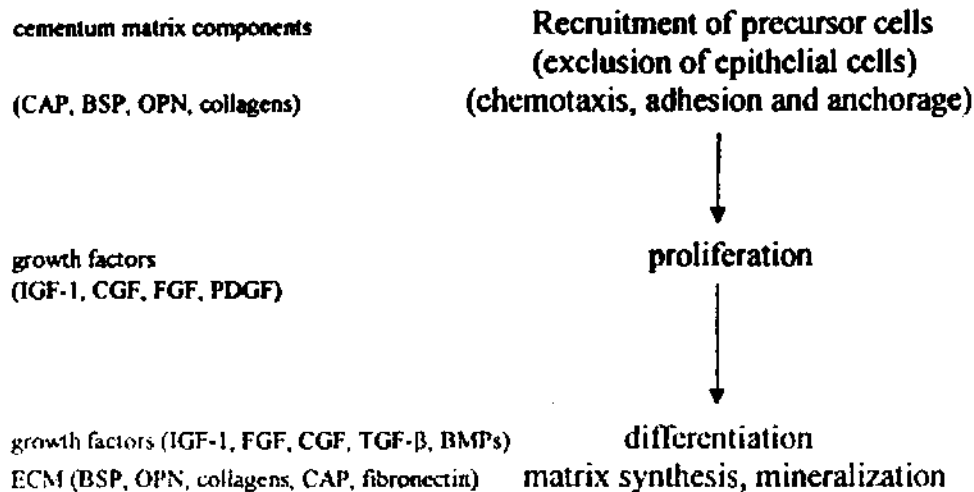
Setelah terseleksi, sel progenitor akan menempel pada permukaan akar dimana proses ekspansinya dimediasi oleh *growth factor* yang terdapat matriks sementum. *Growth Factor* yang diidentifikasi terdapat pada sementum yaitu *Insulin-Like Growth Factor-I* (IGF-1) termasuk isoformnya *Cementum Growth Factor* (CGF), *Fibroblast Growth Factor* (FGF), *Platelet Derived Growth Factor* (PDGF), *Epidermal Growth Factor* (EGF), *Bone Morphogen Protein* (BMP) dan *Transforming Growth Factor- $\beta$*  (TGF- $\beta$ ). Fungsinya adalah (Grzesik, 2002) :

<b>Growth Factor</b>	<b>Aktivitas Biologis</b>
IGF-I	Proliferasi, diferensiasi, sintesis matriks
CGF	Proliferasi, diferensiasi
FGF	Proliferasi, diferensiasi, sintesis matriks, angiogenesis
PDGF	Proliferasi, diferensiasi, sintesis matriks
TGF- $\beta$	Sintesis matriks, angiogenesis, kemotaksis
BMPs	Sintesis matriks, diferensiasi, pembentukan tulang
EGF	Proliferasi, diferensiasi



**Gambar 2.4** : Interaksi *growth factor* dengan reseptor spesifik pada permukaan sel menghasilkan transduksi sinyal yang menghasilkan respon proliferasi, diferensiasi, dan sekresi matriks (Smith, 2003).

Mekanisme kemotaktik migrasi, adhesi, proliferasi, dan diferensiasi dapat diregulasi oleh komponen sementum, *growth factor*, matriks ekstraselular berdasarkan fungsinya beberapa komponen berfungsi lebih daripada yang lain sesuai proses yang dibutuhkan sementum. Pada proses merekrut sel prekursor dibutuhkan komponen matriks sementum, pada proses proliferasi dibutuhkan peranan berbagai *growth factor*, sedangkan untuk proses diferensiasi, sintesis matriks dan mineralisasi dibutuhkan interaksi antara *growth factor* dan matrik ekstraselular (Grzesik, 2002).



**Gambar 2.5** : Aktivitas sel yang dibutuhkan untuk sementum baru dan pembentukan perlekatan serta komponen sementum yang meregulasi proses-proses tersebut (Grzesik, 2002)

## 2.2 Serat Kolagen Ligamen Periodontal pada Sementum

Kolagen merupakan protein yang paling banyak dijumpai pada tubuh manusia, mencakup 30 % dari berat keringnya. Sintesis kolagen terjadi dalam fibroblas, kondroblas, osteoblas, odontoblas, serta banyak sel lainnya. Asam amino utama yang menyusun kolagen adalah glisin (33,5 %), prolin (12 %), dan hidroksiprolin (10%) (Junquera,1995).

Serat kolagen terdapat disemua jenis jaringan ikat. Pada sediaan yang tidak dipulas serat kolagen berupa benang-benang tidak berwarna berdiameter 0,5-10  $\mu\text{m}$  dengan panjang tidak terbatas. Serat ini tidak bercabang dan dalam jaringan ikat longgar orientasinya acak. Pada serat lebih besar, tampak samar garis memanjang, terdiri dari serat-serat yang lebih halus. (Fawcett, 1994).

Unit fibril pada serat kolagen merupakan polimer molekul-molekul kolagen disebut tropokolagen, masing-masing dengan panjang 300 nm dan berdiameter 1,4 nm. Unit ini disusun oleh tiga rantai polipeptida, disebut rantai  $\alpha$ , masing-masing dengan berat molekul sekitar 100.000. Rantai ini memiliki konfigurasi heliks dan ketiganya menganyam membentuk triple heliks dimana setiap lingkaran berjarak 8 nm. Rantai  $\alpha$  bergabung dalam triple heliks oleh ikatan hidrogen (Junquera, 1995; Fawcett, 1994).

Ada lebih dari 12 macam kolagen yang sudah diidentifikasi dibedakan berdasarkan komposisi kimianya, ciri morfologi, distribusi, fungsi dan patologi. Beberapa macam kolagen dapat digolongkan menjadi : kolagen tipe I adalah yang paling banyak , terdapat di dermis, tulang, tendo, fasia, dalam simpai organ-organ. Serabut melintangnya berdiameter 50-9- nm, beragregasi membentuk serat dan berkas kolagen dengan berbagai ukuran. Seratnya fleksibel namun tahan terhadap regangan. Kekuatan menahan tendo mencapai ratusan kilometer persegi meski serat kolagen hanya memanjang berapa persen dari panjang asalnya (Bartold, 1998; Fawcett, 1994).

Kolagen tipe II terdapat pada tulang rawan hialin dan elastis, dalam nucleus pulposus dari discus intervertebralis dan dalam korpus vitreus mata. Serat kolagen ini berupa serabut sangat halus terbenam dalam banyak substansi dasar (Fawcett, 1994)

Kolagen tipe III banyak terdapat di jaringan ikat longgar, dinding pembuluh darah, stroma berbagai kelenjar, dan di limpa, ginjal, dan uterus. Serat ini membentuk serat argirofilik/serat retikuler. Kolagen I,II, dan III membentuk serat yang tampak dengan mikroskop disebut sebagai kolagen interstisial (Fawcett,1994).

Kolagen tipe IV adalah bentuk khusus yang terbatas pada lamina basal epitel. Bersama laminin dan proteoglikan heparin sulfat, serat kolagen jenis ini membentuk

jaringan rapat filament halus, yang merupakan penyokong fisik dari epitel dan sawar filtrasi selektif bagi makromolekul (Fawcett, 1994).

Kolagen tipe V tersebar luas namun hanya dalam jumlah kecil. Serat ini berhubungan dengan lamina eksterna serat otot polos dan rangka dan lamina basal epitel. Serat ini juga berhubungan dengan kolagen interstisial yaitu terlibat dalam ikatan di dalam dan antar serat (Fawcett, 1994).

Kolagen tipe VI adalah molekul rantai pendek terdiri atas segmen tripel heliks dengan panjang 100 nm dengan domain globular pada kedua ujungnya. Molekul ini terakit secara lateral menjadi tetramer, yang pada keadaan tertentu dapat berpolimerisasi ujung ke ujung membentuk serabut halus berdiameter 5-10 nm, dengan simpul sepanjangnya dengan periodisitas 110 nm. Kolagen ini terdapat dalam jumlah kecil, kebanyakan menyertai tipe I dan tipe III, di dalam ginjal, hati, dan uterus, tipe ini terdapat 0,5 % dari kolagen total, namun dalam kornea mata hampir 25 % dari kolagen total (Fawcett, 1994).

Kolagen tipe VII berhubungan dengan lamina basal banyak epitel, namun paling banyak pada batas dermis-epidermis kulit. Mempunyai molekul terpanjang sampai 800 nm. Fungsinya menstabilkan dan melekatkan epitel pada dermis (Fawcett, 1994).

Kolagen tipe VIII ditemukan sebagai produk sekresi sel endotel in vitro sehingga kadang disebut kolagen endothelial. Kolagen ini berhubungan erat dengan permukaan sel, namun manfaatnya belum jelas. Kolagen ini merupakan komponen utama membrane Descemet yaitu lamina basal tipis dari epitel kornea (Fawcett, 1994).

Kolagen tipe IX terutama terdapat dalam tulang rawan. Kolagen ini menyertai kolagen tipe II pada tulang rawan. Kolagen ini berfungsi untuk mempertahankan susunan

tiga dimensi dari serat kolagen tipe II dalam matriks dan sebagai pengikat (Fawcett,1994).

Kolagen tipe X juga terdapat pada tulang rawan dan bertemu dalam matriks tepat mengelilingi kondrosit hipertrofik yg terlibat dalam pembentukan tulang endokondral. Diduga kolagen ini berperan dalam mengawali kalsifikasi dalam matriks. Sedangkan kolagen tipe XI berhubungan dengan kolagen tipe II dalam tulang rawan, fungsinya belum diketahui. Kolagen tipe XII diketahui terdapat persamaan sifat dengan kolagen tipe IX namun sedikit sekali diketahui tentang fungsinya (Fawcett, 1994)

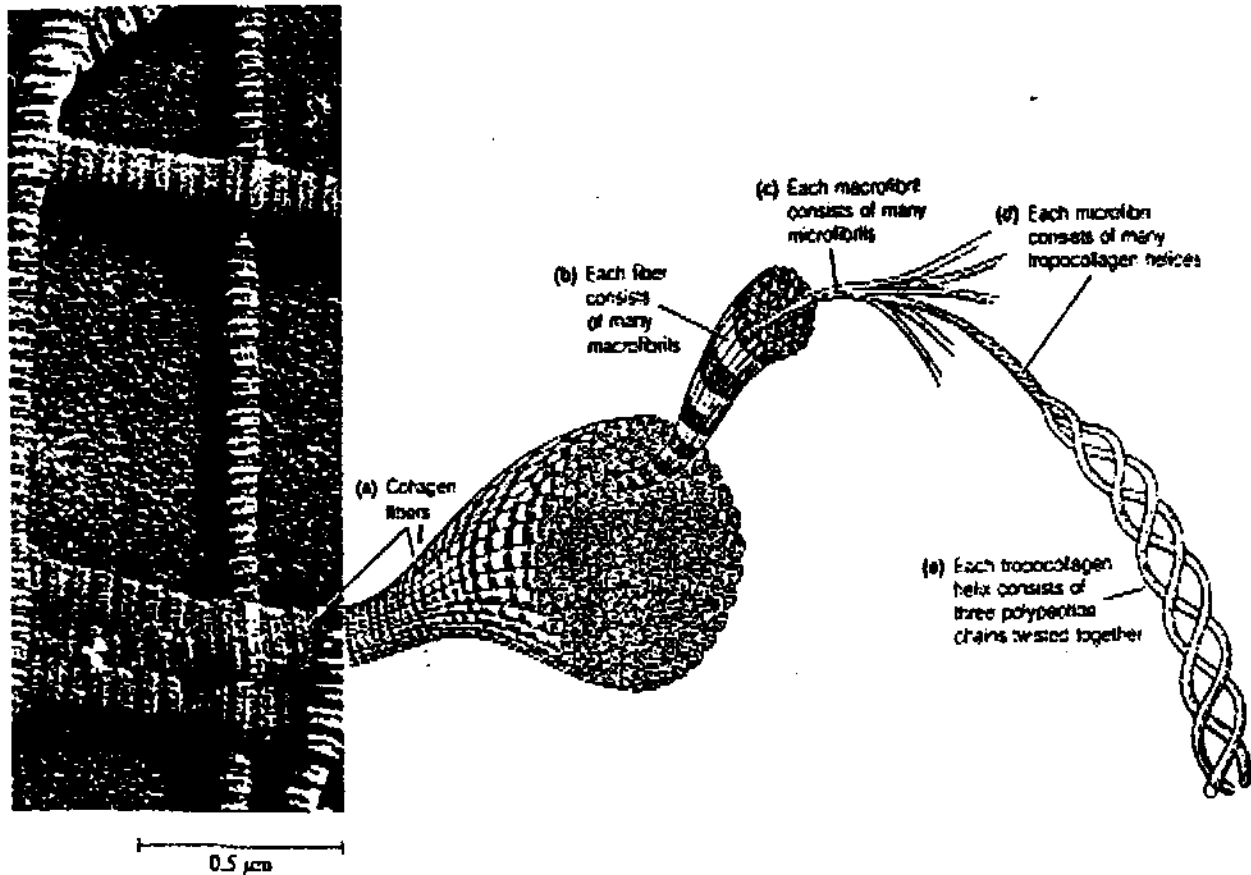
Pada kebanyakan organ, jaringan ikat kolagennya mencakup lebih dari satu macam kolagen. Penetapan jenis paling banyak pada satu organ yang menggambarkan ukuran serat, susunannya dan hubungannya dengan jenis kolagen lain, atau dengan sel-sel organ itu didapat dengan mikroskop cahaya, dengan optik polarisasi dan pulasan khusus, atau dengan mikroskop electron dibantu penetapan lokasi secara imunohistokimia dengan antibody jenis spesifik. Ukuran dan pola serat kolagen pada organ yang berbeda tidak tergantung dari perbedaan dalam molekul kolagen secara genetik, namun dipengaruhi oleh modifikasi pasca-translasi, oleh hubungannya dengan proteoglikan, matriks, dan oleh faktor-faktor lain dalam lingkungan mikro setempat. Serat kolagen yang terdapat pada sementum merupakan kolagen tipe I dan sedikit tipe III, V, VI (Berkovitz, 2002; Waddington, 2001; Bartold,1998 Junquera, 1995; Fawcett, 1994).

Pada sementum terdapat penggolongan utama yaitu : *acellular extrinsic fibre cementum*, *cellular intrinsic fibre cementum*, serta *mixed-fibre cementum*. Pada *acellular extrinsic fibre cementum*, kolagen berasal seluruhnya dari serat *Sharpey* dari ligamen periodontal menutupi dua pertiga dari servikal akar, diproduksi oleh sementoblas dan sel

fibroblas ligamen periodontal. Serat ini menembus bagian luar sementum dengan inklinasi 90 derajat. Serat ini berfungsi sebagai pengikat antara gigi dan tulang alveolar. Serat kolagen ini dibentuk lambat dan umumnya mengalami mineralisasi yang baik kecuali pada bagian bawah. Sedangkan pada *cellular intrinsic fibre cementum* kolagen berasal dari serat intrinsik saja sehingga bagian sementum ini tidak berperan terhadap perlekatan gigi. Serat intrinsik ini terdapat pada bagian apikal dengan arah paralel terhadap akar gigi. Pembentukan serat intrinsik biasanya sangat cepat tetapi kadang pada beberapa keadaan serat intrinsik sementum dibentuk lambat dan tidak melibatkan sel (*acellular intrinsic fibre cementum*).

Menuju pada apikal akar dan pada daerah furkasi akar ganda terdapat *cellular mixed stratified cementum* yang merupakan lapisan campuran antara *acellular extrinsic fibre cementum* dan *cellular intrinsic fibre cementum*. Pembentukan serat campuran ini ada yang cepat dan mengalami mineralisasi serta ada yang lambat dan kurang termineralisasi. Serat intrinsik berjalan diantara serat ekstrinsik pada orientasi yang berbeda. Selain itu pada sementum terdapat daerah yang tidak terdapat kolagen disebut sementum afibrilar. Sementum ini jarang terdistribusi, berasal dari sel epitel, biasanya menutupi enamel servikal atau daerah antara sementum fibrilar dan dentin dan dibentuk berkaitan dengan berkurangnya epitel enamel. (Berkovitz, 2002).





Gambar 2.6 : Struktur Kolagen (Becker, 1996)

### 2.2.1. Modulasi Fisiobiologis Kolagen

Terdapat protein polipeptida yang disebut *growth factor* yang berperan dalam koordinasi metabolisme kolagen. *Insulin Like Growth Factor-I* (IGF-I) merupakan salah satu *growth factor* yang meningkatkan sintesis kolagen tipe I. Sedangkan *Fibroblast Growth Factor* pada beberapa studi yang dilakukan mempengaruhi penurunan produksi kolagen oleh fibroblas (Warren, 2004).

*Growth factor* lainnya yaitu *Transforming Growth Factor-β* (TGF-β) menstimulasi pembentukan matriks ekstraselular dengan meningkatkan sintesis kolagen tipe 1. TGF-β juga memelihara keseimbangan terdapatnya matriks jaringan ikat yang

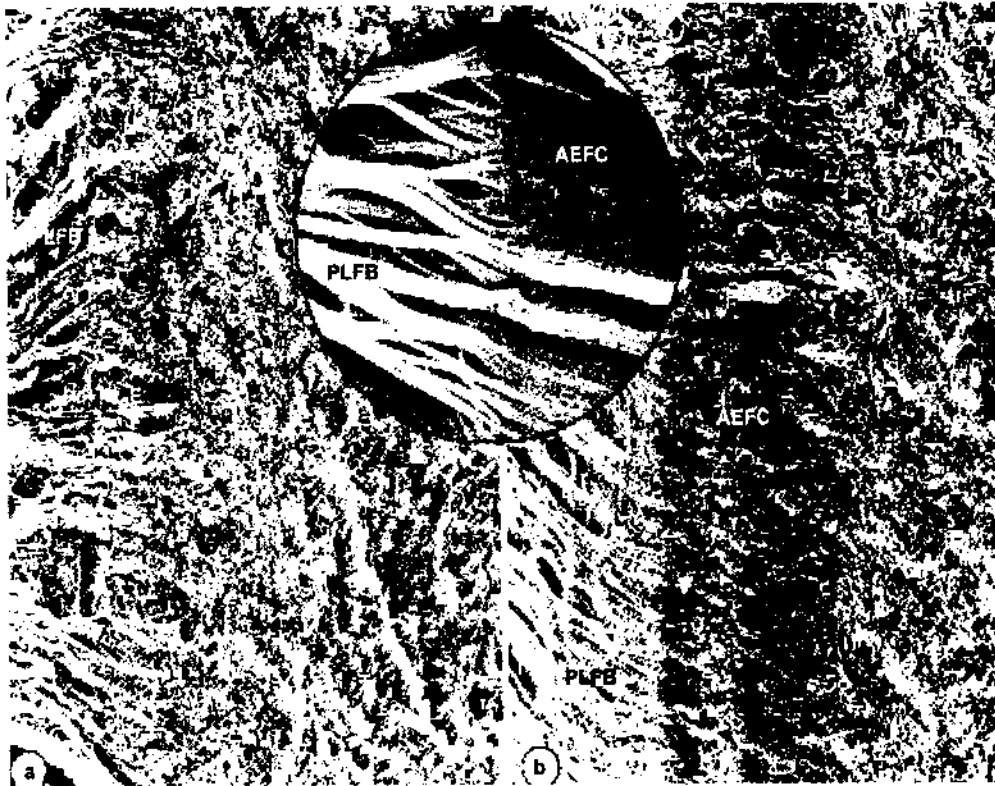
penting bagi mineralisasi tulang dengan menghambat sintesis metalloproteinases dan inhibitor aktivator plasminogen. Sedangkan *Bone Morphogen Protein* (BMP) bersama-sama dengan matriks kolagen mempengaruhi regenerasi sementum sehingga dikatakan bahwa BMP berfungsi mengawali proses sementogenesis (Warren, 2004).

Selain itu protease dikatakan mempunyai peran dalam mengontrol proliferasi dan migrasi sel karena protease dan inhibitorynya aktif berpartisipasi pada remodeling dan menghambat aksi protease spesifik seperti kolagenase (Warren, 2004).

### ***2.3. Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles (PLFB)***

*Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundles* adalah masuknya bundel serat yang berasal dari ligamen periodontal. Pada serat ekstrinsik terlihat pada irisan bawah sebagai inti yang tidak termineralisasi dan pada cahaya yang ditransmisikan memperlihatkan gambaran garis hitam tipis (Berkovitz, 2002).

Bundel serat ekstrinsik berbeda ukurannya dengan serat intrinsik. Pada serat ekstrinsik bundel serat berbentuk bulat atau ovoid dengan diameter 5-7  $\mu\text{m}$  sedangkan pada serat intrinsic berbentuk bulat dengan diameter lebih kecil 1-2  $\mu\text{m}$  (Berkovitz, 2002).



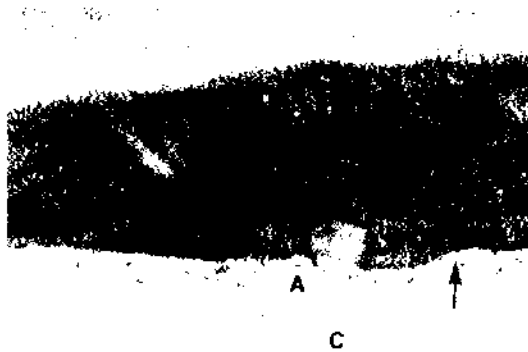
**Gambar 2.7** : Ilustrasi *acellular extrinsic fibre cementum* (AEFC), *inserting periodontal ligament fibre bundles* (PLFB) dan *cellular intrinsic fibre cementum* (CIFIC) (Berkovitz,2002)

#### 2.4. Presementum

Sementum dibentuk terus sepanjang hidup sebagai perlekatan ligamen periodontal bahkan ada beberapa pendapat yang menyebut sementum sebagai komponen yang terkalsifikasi dari ligamen. Pada sementum terdapat lapisan tipis (3-5  $\mu\text{m}$ ) merupakan matriks tidak terkalsifikasi pada permukaan sementum (Berkovitz, 2002).

Serat ligamen periodontal masuk ke sementum pada matrik organik presementum. Mineralisasi presementum sering dikaitkan dengan masuknya serat ekstrinsik kedalam sementum. Kalsifikasi presementum mungkin diawali oleh adanya mineral dentin akar yang dilanjutkan pada sekitar serat kolagen (Berkovitz, 2002).

Pada proses perbaikan sementum, terdapat lapisan sel-sel formatif (sementoblas) yang mendeposisikan selapis tipis matrik presementum pada defisiensi sementum (Berkovitz, 2002)



**Gambar 2.8** : Hubungan antara sementum (B), presementum (tanda panah) dan lapisan sementoblas ( A) serta serat ligamen periodontal (C) (Berkovitz,2002)

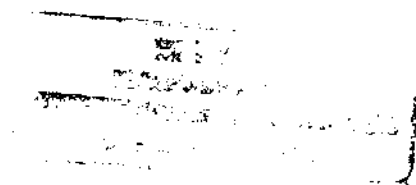
## 2.5. Piranti Ortodonti Cekat

### 2.5.1 Pengertian Piranti Ortodonti

Piranti ortodonti cekat adalah piranti ortodonti dimana peletakan perlekatannya melekat pada gigi dan kekuatan yang diberikan untuk menggerakkan gigi diberikan oleh busur kawat dan pegas pembantu (*auxiliaries*) yang disalurkan melalui perlekatan-perlekatan tersebut. Jadi, piranti ortodonti cekat bekerja melalui perlekatan yang dipasang langsung pada gigi-gigi. Perlekatan ini bisa diwelding pada band baja tahan karat yang disemenkan pada gigi-gigi, atau dibonding ke gigi dengan salah satu sistem bonding etsa asam (Proffit, 1993).

Keuntungan piranti ortodonti cekat yaitu (Foster, 1997):

1. Retensi baik karena dilekatkan pada gigi sehingga tidak terjadi ungkitan pada piranti karena komponen tekanan



2. Beberapa tekanan bisa diaplikasikan pada gigi secara bersamaan jadi memungkinkan terjadinya pergerakan gigi multipel sehingga mengurangi waktu perawatan yang dibutuhkan
3. Kurang membutuhkan keterampilan pasien dalam mengendalikan piranti
4. Bisa melakukan pergerakan yang tidak dapat dilakukan oleh piranti ortodonsi lepasan karena komponen tekanan piranti ortodonsi cekat dapat diaplikasikan pada bagian gigi yang lebih luas, gerakan juga dapat dikontrol sehingga diperoleh gerakan *bodily* dan *torque*

Kerugian piranti ortodonsi cekat (Foster, 1997)

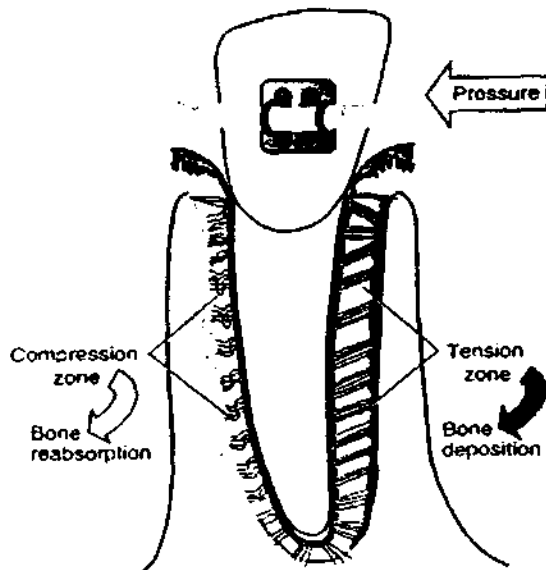
1. Pasien yang tidak kooperatif, dimana kebersihan mulutnya jelek, perawatan tidak dapat dilakukan karena perawatan piranti ortodonsi lepasan lebih susah dibersihkan terutama pada daerah perlekatan dengan gigi-gigi
2. Banyaknya pergerakan gigi dibatasi oleh respon biologik dari jaringan penyangga gigi. Piranti ortodonsi cekat dapat menghasilkan pergerakan gigi yang merugikan. Tekanan yang terlalu besar dapat merusak struktur penyangga gigi. Selain itu, dengan piranti ortodonsi cekat sangat mudah mendapatkan gerak yang tidak diinginkan melalui tekanan resiprokal sehingga sebaiknya dikerjakan oleh operator yang sudah berpengalaman.

Perlekatan secara garis besar terdiri atas *tube*, Kawat busur labial dan pegas tambahan untuk komponen tekanan. *Tube* biasanya dipasang pada gigi molar terakhir dalam lengkung rahang, bisa berpenampang bulat maupun persegi untuk tempat Kawat busur labial (Foster, 1997).

Kawat busur labial dapat berbentuk bulat dan persegi. Kawat busur labial terikat pada braket dengan menggunakan ligatur kawat lunak dan ringan, plastik, kawat *stainless steel*. Pemakaian kawat busur labial tergantung dari teknik yang dipergunakan misalnya teknik *Edgewise* dan teknik *Begg*. Sedangkan pegas tambahan merupakan komponen tekanan berupa pegas atau elastik (Foster, 1997).

Teknik *Edgewise* merupakan teknik yang sering dipakai, menggunakan braket yang mempunyai kunci berpenampang persegi untuk tempat Kawat busur labial dan ligatur untuk mengikat kawat busur labial. Braket dibuat dengan berbagai ukuran lebar dan kadang-kadang dibuat braket ganda atau tripel yang dipasang sekaligus. Kunci dibuat menyudut. Untuk pemakaian braket *Edgewise*, lebar perlekatan merupakan hal yang penting diperhatikan karena mengontrol pergeseran gigi dalam bidang mesio-distal. Selain itu, kunci persegi jika digunakan dengan kawat busur labial yang berpenampang sama akan mengontrol pergerakan gigi dalam bidang labio/buko-palatal/lingual (Foster, 1997).

Teknik *Begg* menggunakan braket yang berbeda bentuknya yaitu tidak mempunyai lebar dan lokasi yang pasti untuk kawat busur labial, sehingga gigi-gigi bisa digerakkan tipping atau berotasi secara bebas dibawah pengaruh tekanan. Hampir selalu digunakan dengan kawat busur labial yang bulat dan komponen tekanannya biasanya dibentuk pada kawat busur labial maupun ditambahkan dalam bentuk pegas tambahan. Kawat busur labial dipegang longgar dalam braket dengan bantuan pasak logam lunak (Foster, 1997).



**Gambar 2.9** : Proses Pergerakan Gigi Ortodontik (Nanci, 2003)

### 2.5.2 Prinsip Mekanis Kontrol Kekuatan Piranti Ortodonsi Cekat

Pergerakan gigi optimal dihasilkan oleh kekuatan yang terus menerus. Pemakaian material elastik yang sesuai dan faktor mekanik yang merespon oleh gigi merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam sistem piranti ortodonsi cekat (Proffit, 1993).

Pada pergerakan gigi ada 3 ukuran perhitungan material elastik yaitu : kekuatan (*strength*), kekakuan / kelenturan (*stiffness/springiness*), dan jarak (*range*). Kekuatan didefinisikan sebagai kekuatan maksimum kawat yang dapat didistribusikan pada saat kawat digunakan sebagai pegas. Kekuatan diukur sebagai stress unit ( $\text{gm/cm}^2$ ). Kekakuan merupakan hal yang berkebalikan dengan kelenturan. Sedangkan jarak didefinisikan sebagai jarak dimana kawat mulai dilekatkan pada gigi supaya bergerak sampai terjadinya deformasi permanen. Hubungan ketiganya dirumuskan sebagai :

Kekuatan = Kekakuan X Jarak . Kawat ideal yang digunakan dalam pergerakan ortodonsi

harus memenuhi kriteria : mempunyai kekuatan yang tinggi, kekakuan yang rendah pada kebanyakan aplikasi, jarak yang jauh dan mudah dibentuk (Proffit, 1993).

Material kawat ada berbagai macam yaitu *metal alloys*, *stainless steel*, *chrome-cobalt alloys* dan *titanium alloys*. *Metal alloys* digunakan sebelum tahun 1950, harganya sangat mahal. *Stainless steel* pada kekuatan yang besar mudah patah terutama jika dibelokkan sedangkan *chrome-cobalt alloys* lebih bisa menghantarkan kekuatan dan lebih mudah dibentuk dan kemudian dapat dikeraskan oleh pemberian panas setelah dibentuk. Pada akhir tahun 1970 dikenal pemakaian *titanium alloys*. *Titanium alloys* yang tersedia di pasaran yaitu Logam Nitinolol (*Nickel, Titanium, Naval Ordnance Laboratory*) dan TMA (*Titanium Molybdenum Alloy*). Keduanya mempunyai kombinasi kekuatan dan kekakuan/kelenturan yang ideal untuk pergerakan gigi dan mudah dibentuk dibanding ketiga bahan diatas (Proffit, 1993).

Kekuatan, kekakuan/kelenturan, jarak sangat dipengaruhi oleh ukuran (diameter dan panjang) dan bentuk material elastik. Meningkatkan dua kali diameter kawat akan meningkatkan kekuatan kawat menjadi delapan kali, kelenturan menurun enam belas kali dan menurunkan jarak dua kali. Sedangkan perubahan pada panjang kawat dapat menurunkan kekuatan hingga setengahnya, namun kelenturan meningkat delapan kali jarak meningkat empat kali. Cara perlekatan baik yang terikat erat maupun yang longgar juga menentukan piranti (Proffit, 1993).

Jangka waktu (durasi) pemberian gaya ortodonsi akan berpengaruh pada hasil perawatan. Penelitian klinik memperlihatkan bahwa durasi gaya yang diberikan paling sedikit selama 6 jam dan akan lebih efektif bila durasinya terus menerus dengan gaya yang diberikan tidak mengecil selama waktu pemakaian (Mulyani, 1994)



### 2.5.3. Fisiobiologi Pemakaian Piranti Ortodonsi Cekat

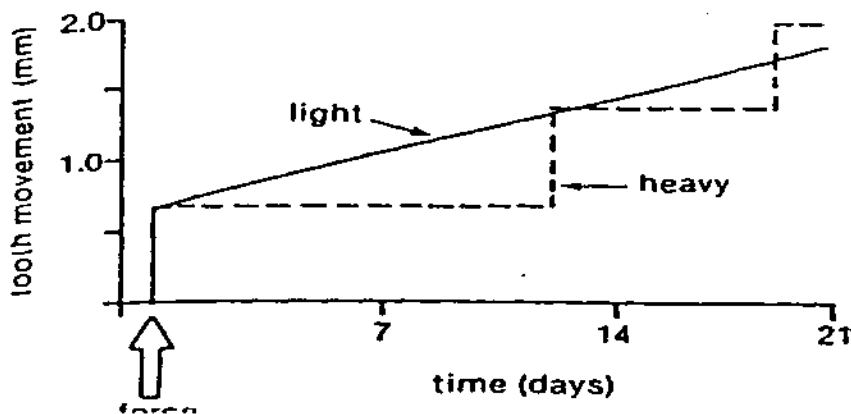
Pergerakan gigi pada pemakaian piranti ortodonsi merupakan proses remodeling tulang pada gigi. Pada pergerakan gigi terjadi resorpsi pada satu sisi dan deposisi pada sisi lainnya sehingga memindahkan soket gigi. Respon remodeling tersebut dimediasi pertamakali oleh ligamen periodontal (Proffit, 1993).

Elemen kontrol biologik dalam pemakaian piranti ortodonsi ada dua yaitu elektrik biologik dan aliran darah. Kontrol elektrik diterangkan oleh teori *piezoelectric* yang menghubungkan gerakan gigi pada perubahan metabolisme tulang yang dikontrol oleh sinyal listrik yang dihasilkan oleh perubahan tulang alveolar. *Piezoelectricity* adalah suatu fenomena yang terlihat pada matriks inorganik yang berkrystal dimana deformasi struktur kristal akan menghasilkan aliran listrik karena adanya perpindahan elektron pada kristal-kristal tersebut. Sinyal ini nampak singkat hanya terlihat pada waktu pemberian dan penghilangan tekanan. Sedangkan teori aliran darah, aliran darah akan berkurang bila ligamen periodontal mendapat tekanan dan akan bertambah dan akan bertambah atau tetap saja jika ligamen periodontal mendapat tarikan. Perubahan aliran darah akan mengubah keadaan kimia darah. Level oksigen akan berkurang pada daerah tekanan dan akan bertambah pada daerah tarikan. Perubahan kimia ini menyebabkan perubahan seluler akibat pergerakan gigi (Mulyani, 1994).

Pada pemakaian piranti ortodonsi cekat diperlukan kekuatan optimal. Pada pergerakan *bodily* pada pemakaian piranti ortodonsi cekat dimana kekuatan diaplikasikan secara simultan terhadap mahkota gigi menghasilkan pergerakan yang sama baik jumlah dan arah dari mahkota dan apeks akar. Kekuatan optimum yang diperlukan untuk

pergerakan *bodily* yaitu 100-150 gm dimana kekuatan yang diberikan tergantung pada ukuran gigi. Kekuatan terendah diberikan pada gigi insisif dan kekuatan yang lebih tinggi diberikan pada gigi-gigi posterior (Proffit, 1993).

Kunci untuk menghasilkan pergerakan gigi yaitu adanya aplikasi kekuatan dengan benar. Pada piranti ortodonsi cekat kekuatan yang diaplikasikan adalah kekuatan yang kontinu / terus menerus menghasilkan pergerakan gigi yang paling efisien dimana kekuatan yang ringan menghasilkan pergerakan gigi yang lebih efisien dibandingkan aplikasi kekuatan yang besar. Kekuatan yang cukup ringan akan relatif menghasilkan pergerakan gigi yang halus sebagai akibat dari resorpsi frontal. Sedangkan pada aplikasi kekuatan besar pergerakan gigi akan tertunda sampai selesainya resorpsi undermining (resorpsi dari tulang alveolar yang dekat dengan gigi yang bergerak) (Proffit, 1993).



**Gambar 2.10** : Diagram menggambarkan antara waktu aplikasi piranti ortodonsi dengan pergerakan gigi dikaitkan dengan resorpsi undermining (Proffit, 1993).

Jaringan penyangga gigi normal selalu mengalami remodeling dengan adanya pergerakan gigi fisiologis dan pada perawatan ortodontik. Pada fase awal pergerakan gigi ortodontik, terjadi reaksi *inflammatory-like* dalam jaringan periodontal yang ditandai dengan adanya perubahan vaskular dan migrasi leukosit keluar dari kapiler ligamen

periodontal. Proses remodeling melibatkan diferensiasi sel menjadi osteoblas dan fibroblas serta osteoklas. Osteoblas merupakan sel yang sangat berperan baik pada proses resorpsi maupun aposisi pada remodeling jaringan sebagai respon terhadap rangsang mekanis yang dimediasi oleh sitokin-sitokin. Osteoblas memproduksi kolagenase yang melakukan degradasi osteoid yang tidak termineralisasi pada permukaan tulang dan mengakibatkan osteoklas dapat meresorpsi jaringan termineralisasi. Prostaglandin berfungsi sebagai mediator resorpsi tulang (Waddington,2001).

Banyak proses metabolik yang terjadi selama proses pergerakan gigi ortodontik terutama pada jaringan periodonsium selama remodeling jaringan normal dan setelah aplikasi piranti ortodonsi. Seluruh jaringan ikat siap melakukan remodeling, sintesis, pemecahan makromolekul untuk menjaga integritas jaringan (Waddington, 2001). Ligamen periodontal merupakan salah satu jaringan yang aktif dalam tubuh. *Half Life* ligamen periodontal pada tikus terhadap penggantian kolagen matur adalah 2 hari jika dibandingkan dengan gingiva 2 hari, tulang alveolar 6 hari (Waddington, 2001).

Degradasi dari matriks ekstraselular penting karena berpengaruh terhadap fungsi selular untuk interaksi sel-matriks dan jalur signaling sel. Remodeling matriks ekstraselular merupakan proses penting dalam mengontrol proses mineralisasi selama pembentukan tulang (Waddington, 2001).

Sejumlah enzim penting terlibat dalam remodeling matrik ekstraselular termasuk serin protease, aspartat protease dan sistein protease namun penelitian terbaru menyebutkan enzim utama yang berperan dalam degradasi matriks yaitu *matrix metalloproteinase* (MMP) merupakan famili dari endoprotease. Selama remodeling jaringan, seperti pembentukan matriks dan perbaikan matriks, *matrix metalloproteinase*

(MMP) mampu memproduksi pelepasan protein matriks ekstraselular dalam lokal jaringan untuk mengkoordinasi proses remodeling. Perubahan aktivitas dan profil *matrix metalloproteinase* bersamaan dengan ekspresi inhibitor natural TIMP (*tissue inhibitor of Metalloproteinases*) pada ekstraselular juga penting untuk monitoring aktifitas metabolik jaringan periodontal dan menentukan jalur metabolit jaringan ikat pada *gingival crevicular fluid* (GCF).

Matriks ekstraselular berespon terhadap tekanan yang diberikan piranti ortodonsi. Sel fibroblas pada daerah tarikan berbentuk lebih datar / *flattened* dan pada daerah tekanan berbentuk lebih bulat. Penelitian *in vitro* yang dilakukan pada fibroblas mengindikasikan adanya sel yang berubah bentuk lebih datar / *flattened* mensintesa lebih banyak DNA daripada yang berbentuk lebih bulat. Sedangkan sel yang berbentuk bulat lebih berfungsi katabolik dibanding anabolik ditunjukkan dengan adanya peningkatan ekspresi kolagenase dan aktivator plasminogen. Sehingga dikatakan pada daerah tekanan menghasilkan degradasi matriks ekstraselular dan daerah tarikan terjadi proses sintesis (Waddington, 2001).

Selama pergerakan gigi ortodontik juga terjadi perubahan terhadap komponen dan komposisi kolagen. Saat aplikasi piranti terjadi peningkatan pergantian/turnover kolagen pada jaringan dan komposisi kolagen berubah dengan adanya peningkatan kolagen tipe-III (Waddington, 2001).

Pada penelitian yang dilakukan selama dua tahun pada saat retraksi gigi aktif, terjadi peningkatan volume *gingival crevicular fluid* (GCF) dan pada saat fase retensi terjadi penurunan GCF. GCF menggambarkan situasi klinis susunan faktor biokimia dan selular sehingga dikatakan biomarker keadaan periodontium. Selama pergerakan gigi

ortodontik ditemukan *chondroitin sulphate proteoglycan* yang menunjukkan adanya pergantian ligamen periodontal dan tulang alveolar. Selain itu pada GCF merupakan marker perubahan profil dan kadar beberapa sitokin dan *growth factor*. Beberapa sitokin dan *growth factor* selama pergerakan ortodontik meningkat yaitu IL-1, IL-6, TNF- $\alpha$ , TGF- $\beta$  dan EGF serta Prostaglandin E pada awal pemasangan piranti dibandingkan gigi kontralateral sebagai kontrolnya. Alkalin fosfatase yang dihubungkan dengan metabolisme tulang mencapai puncak setelah 3 minggu pemakaian. (Waddington, 2001).

#### **2.5.4. Pengaruh Piranti Ortodonsi terhadap Struktur Sementum**

Pemakaian piranti ortodonsi berpengaruh terhadap struktur sementum. Pemberian tekanan piranti ortodonsi menyebabkan daerah tekanan pada sementum terjadi resorpsi. Pada daerah itu kemudian akan diisi lagi oleh sementum yang baru sehingga struktur akar gigi menjadi relatif tidak berubah. Jadi pada saat kekuatan piranti ortodonsi aktif, sementum akan hilang dari permukaan akar namun kemudian akan dikembalikan lagi dalam waktu yang relatif cepat (Proffit, 1993).

Namun, pada tekanan ortodontik yang sama, sementum dibandingkan tulang relatif kurang teresorpsi. Meski demikian, kebanyakan akar menunjukkan adanya daerah kecil terlokalisir yang mengalami resorpsi berhubungan dengan adanya mikrotrauma. Resorpsi dilakukan oleh odontoklas multinukleat yang terdiri dari banyak lisosom dan mitokondria dengan *ruffled border* yang berhubungan dengan jaringan keras dan kemudian diteruskan ke dalam dentin. Sedangkan jaringan ikat dari sementum akan diresorpsi oleh fibroblas dan makrofag. Daerah yang teresorpsi diisi oleh deposisi jaringan yang termineralisasi. Jaringan reparatif tampak dipisahkan oleh sebuah garis

terhadap jaringan normal sementum. Perbaikan jaringan diawali dengan adanya lapisan sel-sel formatif (sementoblas) mengadakan deposisi selapis tipis matriks (presementum) pada daerah teresorpsi. (Berkovitz, 2002; Rensburg, 1995).



**Gambar 2.11** : Proses reparatif sementum yang teresorpsi : sementum aselular (A), dentin akar (B), garis yang memisahkan jaringan reparative dari jaringan normal sementum, panah menunjukkan adanya sementoblas mengadakan deposisi lapisan presementum pada jaringan teresorpsi (C), dan ligamen periodontal (D) (Berkovitz, 2002)

Pada kekuatan yang sangat besar sehingga menimbulkan defek yang dalam, sebagian sementum akan terlepas dari permukaan akar, dimana bagian itu akan teresorpsi dan tidak akan diganti. Namun, defek yang dalam berbentuk krater pada permukaan akar gigi akan diisi lagi oleh sementum yang baru saat pergerakan gigi ortodonsi berhenti. Berbeda jika defek terjadi pada apeks akar gigi sehingga terdapat bagian apeks yang terlepas dari permukaan akar gigi, perbaikan pada apeks akar tidak mungkin terjadi (Proffit, 1993).

Pada penelitian yang sudah dilakukan pada manusia mengenai perubahan selular oleh karena kekuatan mekanis piranti ortodonsi namun banyak hal yang belum jelas sehingga perlu penelitian lebih lanjut. Pada percobaan menggunakan *proliferating cell nuclear antigen* (PCNA), selama aplikasi piranti ortodonsi didapatkan pada daerah tarikan, proliferasi sel pada ligamen periodontal menurun pada hari ke-3 sampai hari ke-28 sedangkan pada daerah tekanan di daerah permukaan tulang proliferasi sel meningkat pada hari ke-3 sampai ke-10 kemudian menurun sampai pada hari ke-28, dan macam sel yang banyak ditemukan pada permukaan tulang yaitu osteoklas multinukleat sedangkan pada ligamen periodontal yaitu fibroblas dan sedikit osteoblas serta sel prekursor sementoblas. Selain itu ditemukan peningkatan jumlah sel apoptosis baik pada daerah tekanan maupun daerah tarikan (Mabuchi, 2002).

Selain itu penggunaan piranti ortodonsi mempunyai resiko tinggi terhadap akumulasi plak yang berpotensi untuk merusak gigi, gingiva, serta tulang alveolar (Bishara, 2001). Penggunaan piranti ortodonsi dapat menahan plak bakteri, debris sisa makanan dan menyebabkan gingivitis serta berkemampuan merubah ekosistem dari jaringan periodonsium termasuk sementum. Setelah pemakaian piranti ortodonsi terdapat peningkatan bakteri *Prevotella melaninogenica*, *Prevotella intermedia*, dan *Actinomyces Odontolyticus* dan terdapat pengurangan proporsi mikroorganisme fakultatif. Pada penelitian lebih lanjut didapatkan juga *Actinobacillus Actinomycetemcomitans* ditemukan setidaknya pada satu tempat pada 85 % anak yang menggunakan piranti ortodonsi (Carranza, 2002). Produk/ komponen dari bakteri yaitu lipopolisakarida menginduksi peningkatan IL-1, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , metabolisme asam arakidonat, serta peningkatan produksi PGE2 dan PGI2 dan direspon jaringan dengan melepaskan substansi vasoaktif

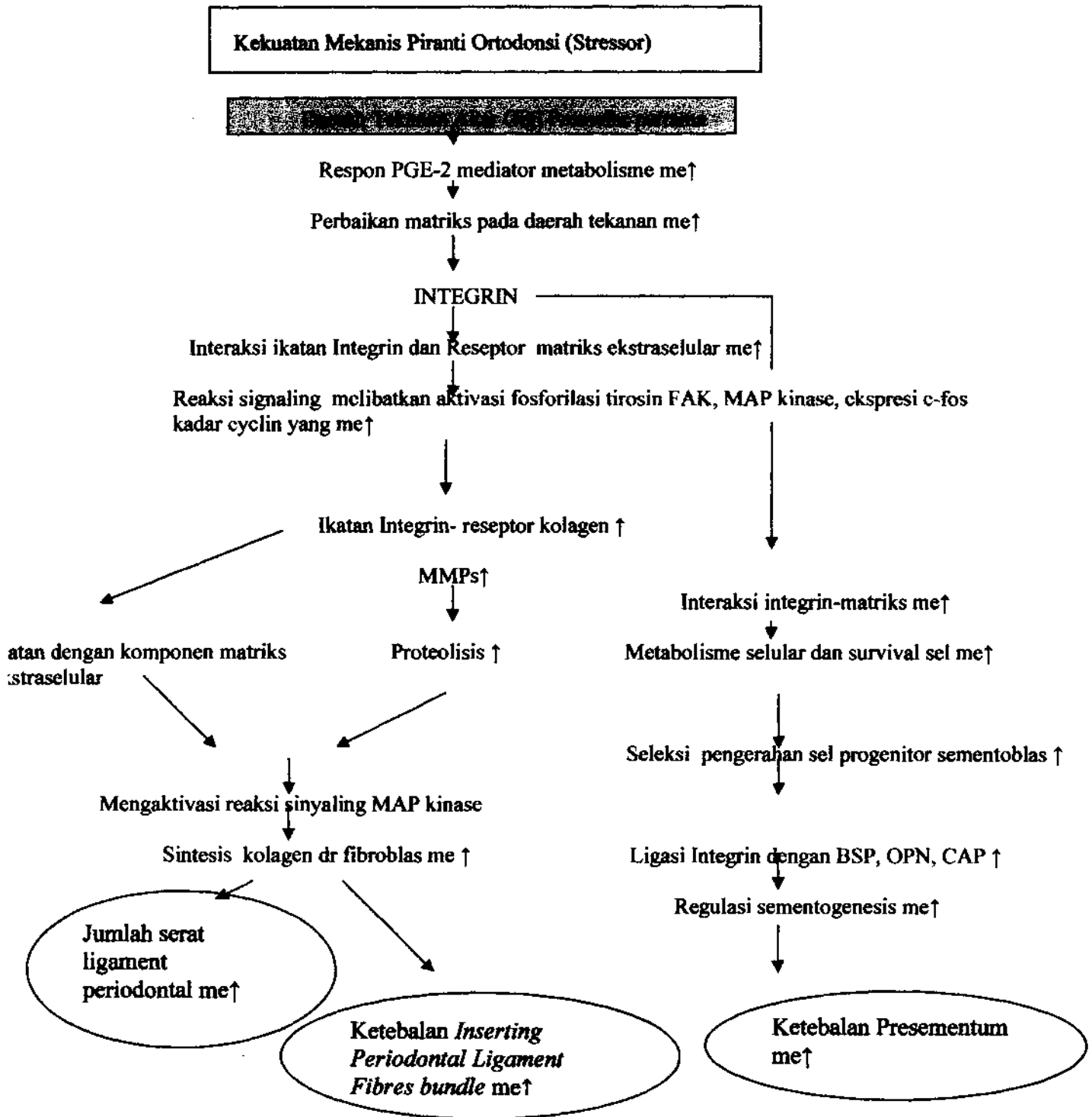
inflamasi seperti histamin, bradikinin, serotonin, prostaglandin dan leukotrien serta meningkatkan Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) sehingga permeabilitas vaskular meningkat (Matsushita, 1999)

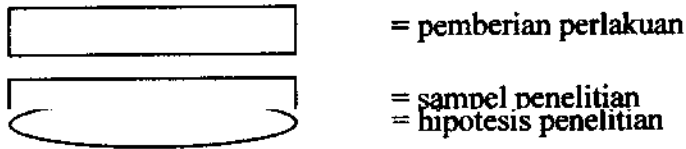


### B A B 3

## KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Konseptual Penelitian



**Keterangan gambar :****Keterangan kerangka konsep :**

Pemakaian piranti ortodonsia cekat memberikan kekuatan mekanis pada gigi premolar pertama yang digerakkan. Pada daerah tekanan sementum gigi pertama terjadi perubahan metabolisme berupa peningkatan prostaglandin yang dibentuk dan dilepaskan oleh metabolisme asam arakidonat pada membrane sel sebagai respon terhadap inflamasi, stress mekanis serta faktor lokal. Perubahan metabolisme tersebut berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas sel-sel, termasuk sel fibroblas. Sel fibroblas merupakan sel terpenting fungsinya dalam mensintesa kolagen berfungsi untuk mempertahankan integritas struktural dan homeostasis matriks ekstraselular jaringan sehingga peningkatan aktivitas sel fibroblas erat kaitannya dengan perbaikan matriks (Waddington,2001).

Integritas struktural dan komposisi biokimia yang khusus pada matriks ekstraselular penting bagi homestasis dan regenerasi setelah trauma. Sebagai respon terhadap kekuatan mekanis, sel-sel akan merespon dengan mengadakan ikatan dengan matriks ekstraselular melalui integrin (Setyawan,2005). Integrin merupakan mekanoreseptor pada transduksi mekanis. Ikatan tersebut akan menyebabkan reaksi sinyaling berturutan termasuk jalur *extracellular-signal-regulated kinase* (ERK) dan *Jun Kinase* (JNK). Reaksi sinyalling akan mengaktivasi *tyrosine phosphorylation of focal adhesion kinase* (FAK) yang bertanggung jawab terhadap proses pengaturan

pertumbuhan dan protein sinyaling lainnya, mengaktivasi *mitogen-activated protein kinase* (MAP kinase) berturutan, ekspresi *c-fos* dan peningkatan levels *cyclin* tertentu. Jalur sinyaling akan dipengaruhi oleh komponen matrik ekstraselular yang bekerjasama dengan *growth factor* dalam memediasi fungsinya. Sinyal yang dipengaruhi oleh integrin dan *growth factor* penting untuk ekspresi  $G_1$  *cyclin* dan majunya siklus sel dari  $G_0/G_1$  ke fase S. Regulasi *cyclin* penting kaitannya dengan proses pembelahan sel. Keseluruhan jalur tersebut terkait sebagai jalur proliferasi sel. Aktivasi jalur-jalur pada daerah tekanan sementum yang terkena kekuatan mekanis pemakaian piranti ortodonsi cekat menimbulkan pengaruh yaitu meningkatkan produksi serat kolagen dari sel fibroblas dan sel ligamen periodontal sehingga jumlah serat kolagen ligamen periodontal meningkat (Schwartz,2001; Grzesik, 2002; Setiawan, 2005).

Kekuatan mekanis piranti ortodonsi cekat akan memberikan respon terhadap gigi untuk memperkuat ikatannya yang berupa insersi serat kolagen ligamen periodontal dari ligamen periodontal ke sementum gigi. Terjadi perubahan komposisi dan struktur serat kolagen ligamen periodontal. Sel-sel inflamasi yang teraktivasi pada pemakaian piranti ortodonsi cekat selama tekanan akan memproduksi *matrix metalloproteinases* (MMPs) yang akan menghancurkan kolagen (proteolisis). Proteolisis akan merangsang dibentuknya serat kolagen baru dengan transformasi dan komposisi kolagen pada posisi yang baru melalui aktivasi jalur MAP kinase. Peningkatan ikatan antara gigi dan jaringan pendukungnya terlihat sebagai peningkatan ketebalan pada ujung serat kolagen ligamen periodontal pada daerah yang masuk pada sementum gigi (Kerrigan, 2000 ; Grzesik,2002).

Akibat pemakaian piranti ortodonsia cekat, sel progenitor sementoblas jumlahnya akan meningkat. Beberapa integrin dan ligand naturalnya diekspresikan oleh sel-sel sementoblas seperti kolagen, *bone sialoprotein* (BSP), *osteopontin* (OPN), *cementum-attachment protein* (CAP) untuk meregulasi sementogenesis. Peningkatan jumlah ligand aktif integrin adhesif pada permukaan yang termineralisasi akan meningkatkan pembentukan sementum (Grzesik, 2002). Sel progenitor yang telah terseleksi, akan menempel pada permukaan akar dengan difasilitasi dengan *growth factor* yang terdapat pada matrik sementum yaitu IGF-I, FGFs, EGF, BMPs, dan TGF- $\beta$  pada proses adhesi maupun pada proliferasi sehingga terjadi pembentukan sementum baru (presementum). Pembentukan sementum baru tersebut meningkatkan ketebalan presementum (Grzesik, 2002).

### 3.2. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka konseptual yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan hipotesis penelitian adalah sebagai berikut :

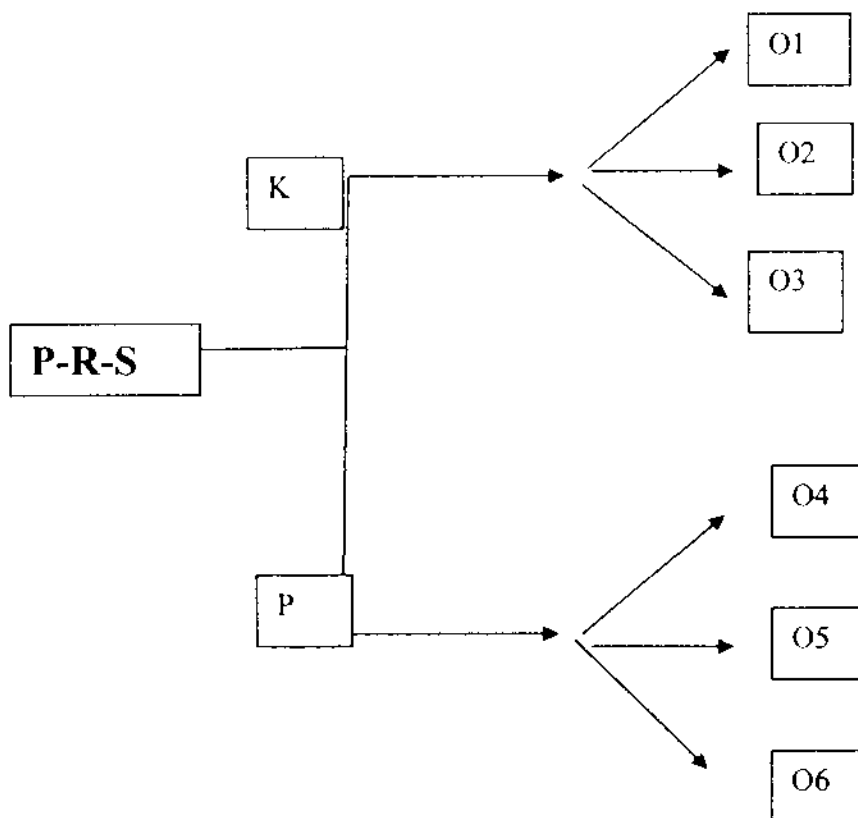
Ada peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum pada pemakaian piranti ortodonsi cekat di daerah tekanan sementum gigi dibandingkan kelompok kontrol

## B A B 4

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 1.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan *post test only control group design*. Secara skematis rancangan penelitian tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Keterangan :

- PRS = Pemilihan sampel secara random
- K = Kelompok kontrol tanpa perlakuan
- P = Kelompok perlakuan dengan pemberian tarikan ke bukal pada gigi premolar pertama menggunakan piranti ortodonsi cekat
- O1 = Jumlah serat kolagen ligamen periodontal pada kelompok kontrol
- O2 = Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok kontrol
- O3 = Ketebalan presementum pada kelompok kontrol
- O4 = Jumlah serat kolagen ligamen periodontal pada kelompok perlakuan
- O5 = Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan
- O6 = Ketebalan presementum pada kelompok perlakuan

#### 4.2. Populasi, Sampel, Teknik Pengambilan sampel, dan Besar sampel

Populasi pada penelitian ini yaitu pasien yang menjalani perawatan dengan piranti ortodonsi cekat pada Bagian Ortodonsia Departemen Gigi dan Mulut Rumah Sakit Dr Ramelan Surabaya.

Sampel merupakan gigi premolar pertama kanan dengan kriteria yang sesuai untuk diindikasikan dicabut karena alasan perawatan ortodonsi, kemudian menggunakan piranti ortodonsi cekat dengan perlekatan braket pada gigi premolar pertama dilakukan tarikan oleh kawat busur labial logam Nitinol 0,012 inchi ke arah bukal. Sedangkan

kontrol adalah gigi premolar satu kontralateral (kiri) yang tidak dilakukan pemasangan piranti. Persyaratan sampel lainnya yaitu :

1. Tidak adanya karies dan tidak adanya periodontitis pada gigi premolar satu rahang atas
2. Perempuan
3. Umur antara 16 tahun-20 tahun karena merupakan fase setelah pertumbuhan aktif yang relatif stabil
4. Gigi penelitian dipilih pada maksila (rahang atas) karena kasus lebih banyak

Semua sampel sebelumnya telah diberi penerangan secukupnya tentang tujuan dan manfaat penelitian serta diminta kesediaan dengan menandatangani surat persetujuan (*informed consent*).

Teknik sampling : pertama dilakukan identifikasi sampel pada semua pasien yang memiliki kriteria sampel sebagai calon sampel. Selanjutnya calon sampel diberi nomor kemudian dilakukan pemilihan sampel secara random menurut urutan bilangan 1,3,5,7,9,11,13,15,17, dan seterusnya.

Besar sampel minimal ditentukan berdasarkan rumus besar sampel dari Pudjirahardjo, 1993 untuk populasi (N) tidak diketahui untuk kelompok yang berpasangan digunakan formulasi sebagai berikut :

$$n = \frac{(Z_a + Z_b)^2 \cdot QD^2}{d^2}$$

untuk grup yang berpasangan  $QD^2/d^2 = 1$ , sehingga  $n = (z\alpha + z\beta)^2$

$$\mathbf{n = 8,59 \text{ (dibulatkan 9)}}$$

Keterangan :

n = besarnya masing-masing kelompok sampel

Za = harga standar  $\alpha$  0,05 = 1,65

Zb = harga standar  $\beta$  0,05 = 1,28

### 4.3. Unit Analisis

Bagian Sementum pada daerah tekanan gigi premolar pertama yang dicabut dan dihitung :

1. jumlah serat kolagen ligamen periodontal
2. ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*
3. ketebalan presementum

### 4.4. Variabel Penelitian

#### 4.4.1. Variabel bebas

Pemberian tarikan pada gigi premolar pertama yang menggunakan piranti ortodonsi cekat dengan perlekatan braket 0,018 oleh kawat busur labial logam Nitinol 0,012 inchi dengan diberikan lekukan sebanyak 3 mm menggunakan tang *angled utility arch* ke arah horisontal atau disebut *first ordered band, out step* bidang horisontal sehingga gigi premolar pertama tertarik ke arah bukal



#### 4.4.2. Variabel tergantung

1. Jumlah serat kolagen ligamen periodontal pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama kelompok kontrol dan kelompok perlakuan
2. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama kelompok kontrol dan kelompok perlakuan
3. Ketebalan presentum pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

#### 4.4.3. Variabel kendali

Variabel kendali pada penelitian ini meliputi :

1. kesehatan jaringan gigi
2. kesehatan sistemik
3. jenis kelamin
4. umur
5. rahang yang diteliti
5. jenis piranti yang digunakan
6. diameter piranti ortodonsi
7. kekuatan piranti
8. durasi / lama pemakaian piranti
9. prosedur pencabutan

## **4.5. Batasan Operasional**

### **4.5.1. Penarikan piranti ortodonsi ke bukal**

Kekuatan tarikan yang diberikan pada gigi premolar pertama yang menggunakan piranti ortodonsi cekat dengan perlekatan braket 0,018 oleh kawat busur labial logam Nitinol 0,012 inchi yang mempunyai fleksibilitas yang tinggi dan kekuatan yang ringan dengan diberikan lekukan sebanyak 3 mm menggunakan tang *angled utility arch* ke arah horisontal atau disebut *first ordered band, out step* bidang horisontal sehingga gigi premolar pertama tertarik ke arah bukal selama 10 hari.

### **4.5.2. Jumlah serat kolagen ligamen periodontal**

Jumlah serat kolagen yang dihitung adalah serat kolagen yang nampak sebagai satu kesatuan dari periodontal ligamen pada perlekatan sementum gigi premolar pertama daerah tekanan sementum gigi premolar satu pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X diambil dari bagian tengah cervical apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama yang diukur dengan program image tool oleh dua observer dengan satuan penghitungan adalah jumlah serat per satu lapangan pandang.

### **4.5.3. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle***

Tebal *inserting periodontal ligament fibre bundle* yang dihitung adalah rata-rata tebal bundel serat kolagen ligamen periodontal yang masuk kedalam permukaan sementum gigi premolar pertama yang tampak sebagai daerah lebih gelap pada daerah tekanan bagian bawah kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada satu lapangan

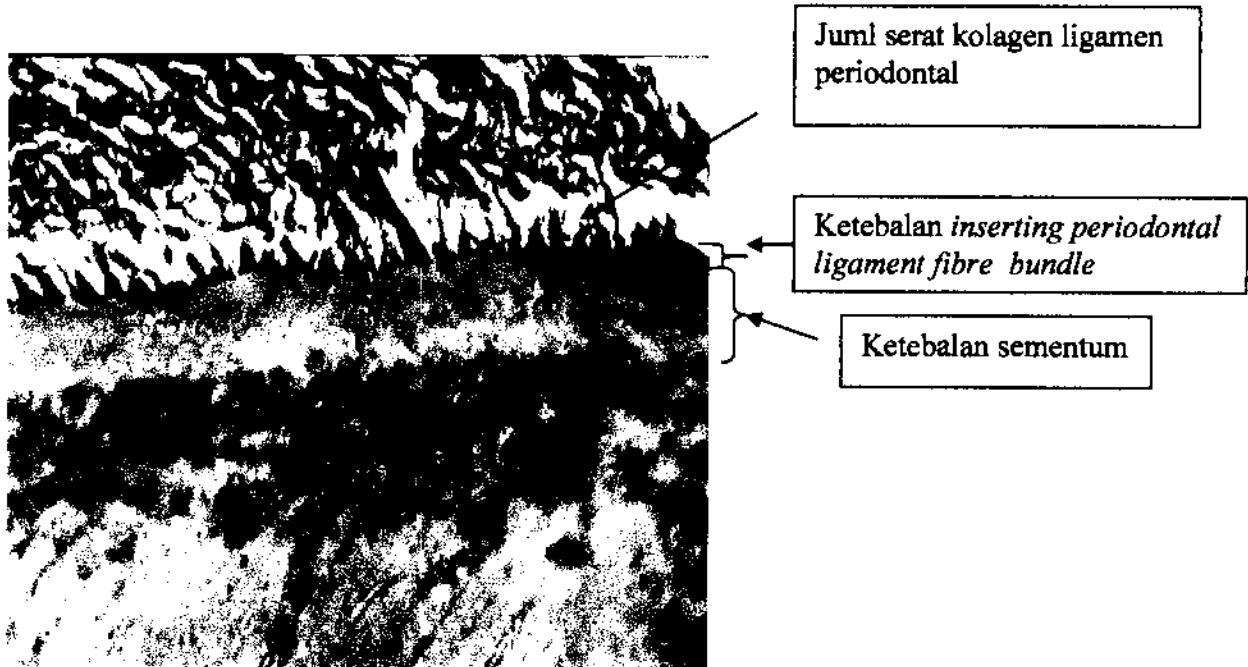
pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X diambil dari bagian tengah cervikal apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama. Pengukuran dilakukan tiga kali pada sisi paling kiri, tengah, dan pada sisi paling kanan lapangan pandang yang diukur dengan program image tool oleh dua observer. Satuan penghitungan adalah mikron.

#### **4.5.4. Ketebalan presementum**

Tebal presementum yang dihitung adalah rata-rata ketebalan lapisan matriks yang tidak mengalami kalsifikasi pada lapisan luar sementum yang dihasilkan oleh sementoblas pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X diambil dari bagian tengah cervikal apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama. Pengukuran dilakukan tiga kali pada sisi paling kiri, tengah, dan pada sisi paling kanan lapangan pandang yang diukur dengan program image tool oleh dua observer dengan satuan penghitungan adalah mikron.

#### **4.5.5. Daerah tekanan sementum gigi**

Daerah tekanan gigi adalah daerah bagian bukal pada sementum gigi yang mendapatkan tekanan oleh karena efek penarikan gigi oleh piranti ortodonsi. Daerah ini akan mengalami resorpsi yang diperlukan untuk pergerakan gigi.



**Gambar 4.1** : Gambar satu lapangan pandang daerah tekanan sementum gigi premolar pertama

#### 4.6. Bahan dan Instrumen penelitian

##### 4.6.1 Bahan Penelitian

1. Piranti ortodonsi cekat : Kawat busur labial Logam Nitinol 0,012 inchi, braket 0,018
2. Bahan anestesi : pehacain
3. *Buffer formaline 10 %*
4. *Xylol PA*
5. Alkohol
6. Larutan asam fuchsin (metode *Mallory's*)

7. Parafin
8. Kertas label, kapas, Tissue

#### **4.6.2. Instrumen Penelitian**

1. Tang untuk pencabutan gigi premolar pertama
2. objek glass
3. *Cover glass*
4. Inkubator
5. Lembaran kaca
6. Mikroskop cahaya merek *Nicon S-123355* buatan Jepang
7. Perlengkapan fotografi
8. *Image tool program*
9. Botol berlabel penyimpan jaringan

#### **4.7. Prosedur Penelitian**

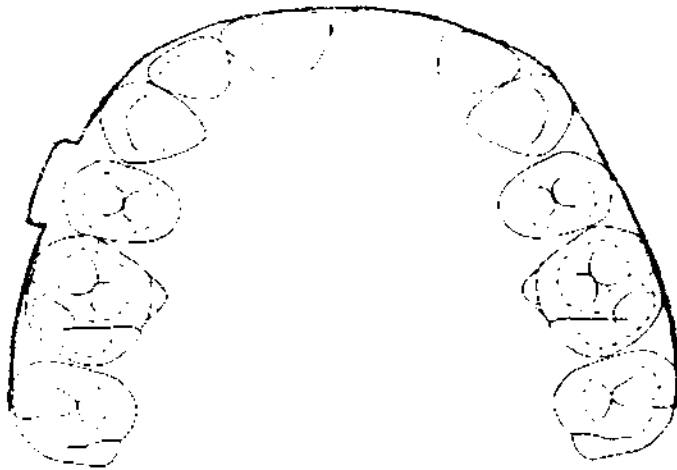
##### **4.7.1 Persiapan sampel**

Pasien diberi penjelasan mengenai keperluan penelitian ini. Bila bersedia ikut serta dalam penelitian ini, maka pasien diminta untuk menandatangani *informed consent* sebagai bukti kesediaan. Gigi premolar pertama kanan dan gigi premolar pertama kiri diperiksa keadaan giginya. Pasien yang mengalami karies dan periodontitis tidak dipergunakan sebagai sampel. Selain itu persyaratan lainnya adalah perempuan karena pasien terbanyak pada perawatan ortodonsia untuk estetik adalah perempuan, umur antara

16 tahun-20 tahun karena merupakan fase setelah pertumbuhan aktif yang relatif stabil serta gigi penelitian dipilih pada maksila (rahang atas) karena kasus lebih banyak

Pada gigi premolar pertama yang telah dipasang braket, diberi perlakuan dengan menggunakan Kawat busur labial labial bahan logam Logam Nitinol diameter 0,012 inchi yang diberikan lekukan menggunakan tang *angled utility arch* ke arah horisontal atau disebut *first ordered band, out step* bidang horisontal sehingga gigi premolar pertama tertarik ke arah bukal. Kawat busur labial bahan logam Nitinol bulat yang digunakan berdiameter 0,012 inchi karena mempunyai fleksibilitas yang tinggi dan kekuatan yang ringan. Sedangkan braketnya menggunakan braket 0,018 yang efektif untuk pergerakan *torque* dan *sliding*.

Gigi premolar pertama kontralateral digunakan sebagai kontrol. Kemudian diberikan instruksi mengenai prosedur pemakaian piranti, *dental health education*, dan efek samping pemasangan.



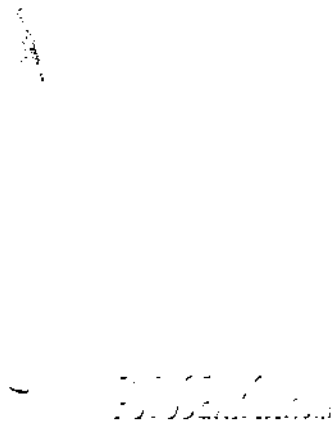
**Gambar 4.2** : Penarikan gigi premolar satu menggunakan kawat busur yang beri lekukan disebut *first ordered band, out step* bidang horisontal.



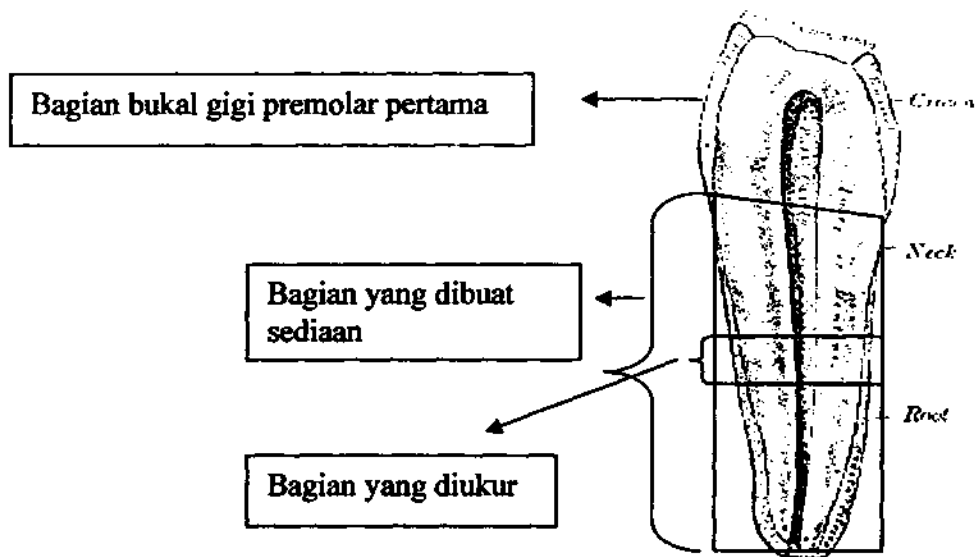
**Gambar 4.3** : Tang *angled utility arch* mempunyai *angled beak* untuk membentuk dan menempatkan kawat busur *utility*. Step yang dapat dibentuk sebesar 3 mm.

Setelah pemakaian 10 hari, dicabut gigi premolar pertama kanan sebagai kelompok perlakuan dan gigi premolar kiri sebagai kelompok kontrol. Prosedur pencabutan dengan menggunakan teknik anestesi lokal pada bukal fold gigi premolar pertama dan pengambilan gigi dengan luksasi arah bukal-palatal. Gigi yang dicabut harus utuh struktur akarnya sehingga sementum dapat dilihat dengan lengkap. Gigi yang dicabut disimpan dalam larutan *buffer formaline* 10 %. Kemudian dilakukan dekalsifikasi gigi supaya jaringan keras gigi kehilangan kalsium. Setelah itu dilakukan irisan sagital pada tengah jurusan bukal-palatal sementum gigi dan pembuatan sediaan histologi. Setelah itu dilakukan foto pada mikroskop cahaya pembesaran 400 X pada satu lapangan pandang yang diambil dari bagian tengah cervical apikal bagian palatal tegak lurus dengan pulpa dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama. Pengukuran dilakukan satu kali untuk penghitungan jumlah serat kolagen ligamen periodontal dan rata-rata tiga kali

hasil pengukuran pada sisi paling kiri, tengah, dan pada sisi paling kanan lapangan pandang untuk ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum dengan program *image tool*.



**Gambar 4.4 :** Gambar bagian bukal gigi premolar pertama



**Gambar 4.5 :** Irisan sagital gigi premolar pertama pada tengah jurusan bukal-palatal



#### **4.7.2. Waktu pengukuran**

Jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum daerah tekanan sementum gigi premolar pertama kelompok perlakuan dan kelompok kontrol diukur setelah 10 hari.

### **4. 8. Lokasi dan Waktu Penelitian**

#### **4.8.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di bagian Ortodonsia Departemen Gigi dan Mulut Rumah Sakit Dr Ramelan Surabaya untuk penelitian pada pasien, Laboratorium Patologi Anatomi Rumah Sakit Dr Sutomo untuk pembuatan sediaan histologi dan Laboratorium Anatomi Histologi Universitas Airlangga Surabaya untuk pembuatan foto mikroskop dan penghitungan pengukuran menggunakan *image tool program*.

#### **4.8.2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan dalam waktu 3 bulan

### **4.9. Analisis Data**

Data hasil penelitian ditabulasi dan direncanakan dianalisis dengan uji statistik deskriptif, uji normalitas distribusi, uji MANOVA, uji diskriminan

1. Uji statistik deskriptif
2. Uji normalitas distriibusi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berasal dari populasi dengan distribusi normal

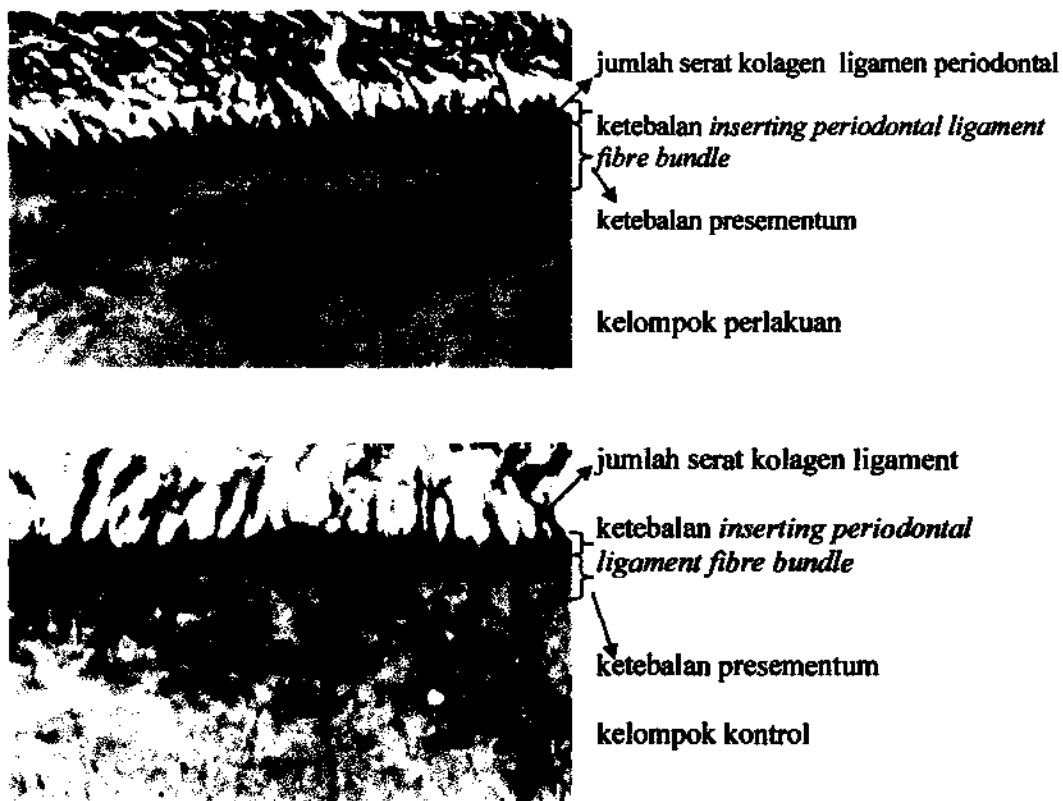
3. Uji MANOVA (*Multiple analysis of varians*) untuk menganalisa perbedaan setiap variabel dibandingkan kontrol : jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, ketebalan presementum pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama yang dicabut setelah 10 hari pada kelompok perlakuan dengan penarikan pada gigi premolar pertama yang menggunakan piranti ortodonsi cekat perlekatan braket oleh kawat busur labial Logam Nitinol 0,012 inchi ke arah bukal dan kelompok kontrol.
4. Uji diskriminan untuk mengidentifikasi variabel pembeda yang dominan untuk mengetahui pola perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, ketebalan presementum di daerah tekanan sementum gigi pada pemakaian piranti ortodonsi cekat.

## B A B 5

### ANALISIS HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Data Penelitian

Data yang didapat dari hasil penelitian berupa jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum. Hasil pemeriksaan berupa foto mikroskop :



**Gambar 5.1** : Hasil foto mikroskop satu lapang pandang daerah tekanan sementum gigi pada kelompok perlakuan dan kontrol pada pemeriksaan dengan mikroskop cahaya pembesaran 400 X

Data penelitian secara lengkap terdapat pada lampiran 9. Data yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut selanjutnya dideskripsikan dan diuji, dengan taraf signifikansi 95 % ( $p < 0,05$ ).

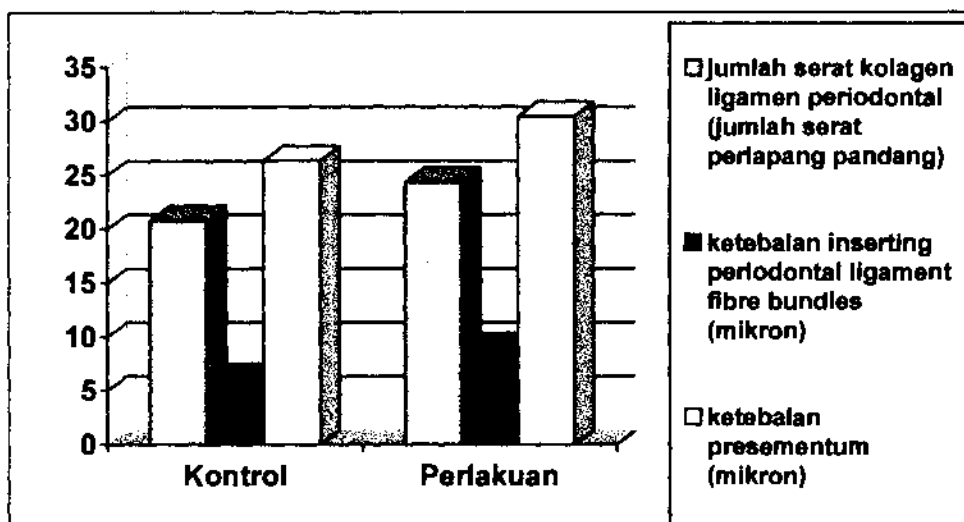
## 5.2 Hasil Uji Analisis Deskriptif

Data hasil penelitian mencakup data variabel tergantung, kemudian data tersebut dianalisis secara statistik deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran distribusi dan peringkasan data guna memperjelas penyajian hasil.

Hasil analisis deskriptif variabel tergantung dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

**Tabel 5.1 Rata-rata dan simpangan baku (standard deviasi) jumlah serat kolagen ligament periodontal (jumlah serat perlapangan pandang), ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* (mikron) dan ketebalan presementum (mikron).**

Variabel tergantung	Kelompok			
	Kontrol		Perlakuan	
	X	SD	X	SD
Jml serat kolagen ligament periodontal (jml plp)	20,8182	3,7635	24,3636	2,3779
Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i> (mikron)	6,0418	1,0746	8,9773	1,4380
Ketebalan presementum (mikron)	26,3991	11,4540	30,4673	11,3103



**Gambar 5.2** : Grafik rata-rata hasil penelitian jumlah serat kolagen ligament periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

### 5.3. Hasil Uji Normalitas

Sebelum melakukan analisis data hasil penelitian dengan uji MANOVA dan uji diskriminan, maka data diuji normalitas distribusinya dengan uji Kolmogorov-Smirnov seperti pada tabel di bawah ini :

**Tabel 5.2 Hasil Uji Normalitas distribusi (Uji Kolmogorov-Smirnov)**

Variabel	Kolmogorov-Smirnov Z	Sig (2-tailed)
Jml serat kolagen ligament periodontal kelompok kontrol	0,770	0,594
Jml serat kolagen ligament periodontal kelompok perlakuan	0,501	0,964
Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i> kelompok kontrol	0,748	0,631

Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i> kelompok perlakuan	0,734	0,654
Ketebalan presementum kelompok kontrol	0,537	0,935
Ketebalan presementum kelompok perlakuan	0,545	0,928

Dari tabel 5.2 diatas dapat dilihat bahwa variabel jumlah serat kolagen ligament periodontal pada kelompok kontrol, jumlah serat kolagen ligament periodontal pada kelompok perlakuan, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok kontrol, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan, ketebalan presementum pada kelompok kontrol dan ketebalan presementum pada kelompok perlakuan berdistribusi normal pada semua kelompok ( $p > 0.05$ ).

#### 5.4 Hasil Uji MANOVA

Analisis atau uji MANOVA digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan jumlah serat kolagen ligament periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum pada masing-masing kelompok perlakuan secara terpisah maupun secara bersama-sama

**Tabel 5.3 Hasil uji MANOVA multivariat**

	Nilai	F	Sig
Hotelling trace	2,085	12,508	,000

Dari tabel 5.3 memperlihatkan hasil analisis multivariat terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) pada masing-masing kelompok perlakuan pada ketiga variabel

jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum.

**Tabel 5.4 Hasil uji univariat**

Variabel	F	Sig
Jumlah serat kolagen ligamen periodontal	6,977	,016
Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i>	29,41	0,000
Ketebalan presementum	,703	,412

Dari tabel 5.4 memperlihatkan hasil analisis univariat terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) pada kelompok perlakuan variabel jumlah serat kolagen ligamen periodontal dan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*. Sedangkan pada kelompok variabel ketebalan presementum menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna ( $p > 0,05$ ).

### 5.5. Hasil uji diskriminan

**Tabel 5.5 Hasil Uji Diskriminan**

Variabel	Wilks' Lambda	
	Statistik	F Sig
Ketebalan <i>inserting periodontal ligament fibre bundle</i>	0,405	0,000

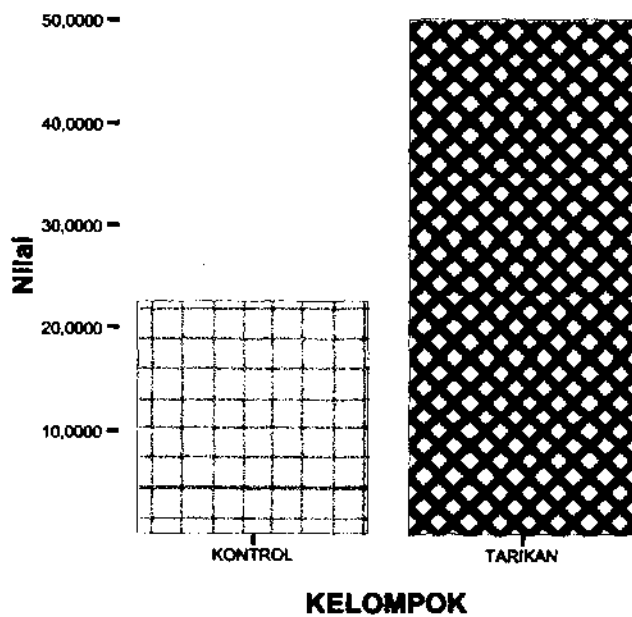
Tabel 5.5 mengidentifikasi variabel pembeda yang sangat dominan pada pola perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat yaitu ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*

**Tabel 5.6 Rata-rata Kontribusi Ketebalan *Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundle***

Kelompok	Kontribusi ketebalan <i>Inserting Ligament Fibre Bundle</i>
Kontrol	22,6568
Perlakuan	50,0214

Tabel 5.6 menunjukkan bahwa rata-rata kontribusi ketebalan *inserting ligament fibre bundle* pada kelompok kontrol 22,6568 dan pada kelompok perlakuan 50,0214

Statistik : Rerata  
Variabel : KONTRIBUSI TEB LIGAMEN



**Gambar 5.3 : Grafik rata-rata kontribusi ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan dan kontrol**



### 5.6 Jumlah Serat Kolagen Ligamen Periodontal

Berdasarkan hasil analisis statistik data penelitian, menunjukkan bahwa data pemeriksaan jumlah serat kolagen ligamen periodontal mempunyai distribusi yang normal (menurut uji Kolmogorov-Smirnov;  $p > 0,05$ ), lihat tabel 5.2. Jumlah serat ligament periodontal pada kelompok kontrol  $20,8182 \pm 3,7635$  jumlah serat perlapang pandang dan pada kelompok perlakuan  $24,3636 \pm 2,3779$  jumlah serat perlapang pandang.

Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa jumlah serat ligament periodontal pada kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.3.

Hasil analisis univariat menunjukkan bahwa jumlah serat ligament periodontal pada kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.4.

### 5.7 Ketebalan *Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundle*

Berdasarkan hasil analisis statistik data penelitian, menunjukkan bahwa data pemeriksaan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* mempunyai distribusi yang normal (menurut uji Kolmogorov-Smirnov;  $p > 0,05$ ), lihat tabel 5.2. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok kontrol  $6,0418 \pm 1,0746$  mikron dan pada kelompok perlakuan  $8,9773 \pm 1,4380$  mikron.

Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa jumlah *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.3.

Hasil analisis univariat menunjukkan bahwa ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.4.

Hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* merupakan variabel pembeda yang paling dominan pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat seperti pada tabel 5.5 dengan rata-rata kontribusi ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada kelompok kontrol 22,6568 dan pada kelompok perlakuan 50,0214.

### 5.8 Ketebalan Presementum

Berdasarkan hasil analisis statistik data penelitian, menunjukkan bahwa data pemeriksaan ketebalan presementum mempunyai distribusi yang normal (menurut uji Kolmogorov-Smirnov;  $p > 0,05$ ), lihat tabel 5.2. Ketebalan presementum pada kelompok kontrol  $26,3991 \pm 11,4540$  mikron dan pada kelompok perlakuan  $30,4673 \pm 11,3103$  mikron .

Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa ketebalan presementum pada kelompok perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.3.

Hasil analisis univariat menunjukkan bahwa ketebalan presementum pada kelompok perlakuan tidak terdapat perbedaan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) seperti terlihat pada tabel 5.4.

## B A B 6

### PEMBAHASAN

Penelitian ini terutama bertujuan untuk melihat perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, dan ketebalan presementum pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat. Penelitian ini bersifat eksperimental murni karena ada kelompok kontrol terhadap perlakuan yang diberikan dan ada intervensi pemakaian piranti ortodonsi cekat dalam meneliti perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, dan ketebalan presementum pada kelompok perlakuan (Zainudin, 2000). Rancangan penelitian menggunakan *post test only control group design* karena pada penelitian ini pengukuran awal tidak dilaksanakan, hanya uji komparasi mengetahui efek perlakuan dibandingkan kontrol. Sampel gigi premolar pertama pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan berasal dari satu orang sehingga tidak diperlukan uji homogenitas sampel. Pengambilan unit analisis bagian sementum pada gigi premolar pertama memerlukan ketrampilan khusus dan dilakukan oleh satu orang ahli.

Pengambilan sampel dilakukan pada pasien yang dipilih dan dikendalikan yaitu pasien perempuan didasarkan atas penelitian bahwa pasien terbanyak pada perawatan ortodonsia cekat adalah perempuan (Proffit, 1993), umur 16-20 tahun karena merupakan fase yang relatif stabil setelah pertumbuhan aktif, dengan kondisi jaringan gigi dan periodontal baik yaitu tidak terdapatnya karies gigi dan periodontitis dengan pemeriksaan klinis hal ini ditujukan untuk mendapatkan pengaruh pemakaian piranti ortodonsi cekat seperti yang diinginkan karena karies gigi dan periodontitis dapat

mempengaruhi pergerakan gigi dan proses perubahan jaringan, dengan kondisi sistemik yang baik yaitu tidak adanya penyakit diabetes mellitus dan kardiovaskular yang didapat dari anamnesa pasien.

Untuk melihat perubahan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, dan ketebalan presementum pada sementum pasien dengan pemakaian piranti ortodonsi cekat maka diberikan kekuatan tarikan kearah bukal pada gigi premolar pertama menggunakan piranti ortodonsi cekat dengan perlekatan braket 0,018 oleh kawat busur labial logam Nitinol 0,012 inchi diberi lekukan sebanyak 3 mm kearah horizontal atau disebut *first ordered band, out step horizontal*. Digunakan braket 0,018 karena efektif untuk pergerakan torque dan sliding sedangkan kawat busur labial digunakan bahan logam Nitinol yang mempunyai kombinasi kekuatan, kekakuan/kelenturan yang ideal untuk pergerakan gigi dengan diameter bulat 0,012 inchi mempunyai fleksibilitas yang tinggi dan kekuatan yang ringan. Kekuatan tarikan pada gigi premolar pertama menggunakan lekukan sebanyak 3 mm kearah horizontal atau disebut *first ordered band, out step horizontal* yang menghasilkan pergerakan *bodily* setara dengan 150 gram/cm<sup>2</sup> (Proffit, 1993).

Untuk mengontrol perlakuan, tarikan yang dihasilkan dari pemberian lekukan 3 mm kearah horizontal atau disebut *first ordered band, out step horizontal* dibuat oleh tang *angled utility arch*. Selain itu pengontrolan dilakukan dengan memilih kasus indikasi pencabutan dengan gigi premolar pertama pada garis lengkung yang sesuai, tidak lebih maju ke bukal atau mundur ke palatal dibanding gigi sebelahnya ataupun berdesakan.

Pengambilan sampel setelah 10 hari dilakukan penarikan gigi karena pergerakan gigi terjadi setelah 7 hari setelah penarikan gigi (Proffit, 1993). Pada 10 hari setelah

penarikan gigi terjadi perubahan selular. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mabuchi, 2002 perbedaan proliferasi selular pada daerah tekanan dan pada daerah tarikan akan nampak pada hari ke-3 sampai hari ke-10 yaitu pada daerah tekanan terjadi peningkatan proliferasi sel sedangkan pada daerah tarikan terjadi penurunan proliferasi sel, dan setelah hari ke-10 pada daerah tarikan dan pada daerah tekanan terjadi penurunan proliferasi selular. Perubahan selular yang terjadi dapat berupa perubahan elemen selular sel fibroblas, osteoblas, osteoklas, dan sel ligamen periodontal maupun perubahan cairan jaringan. Perubahan selular yang terjadi pada sementum setelah 10 hari penarikan gigi dapat terjadi akibat adanya remodeling dan perbaikan jaringan sebagai respon normal fungsi sementum (Shaw, 2004).

Pemberian tarikan ke bukal pada gigi premolar pertama dengan memberikan lekukan 3 mm kearah horizontal atau disebut *first ordered band, out step horizontal* bertujuan untuk melihat adanya aktifitas sel-sel dan matriks ekstraseluler pada daerah tekanan sementum gigi.

Pemberian tarikan ke bukal pada gigi premolar pertama tidak dilakukan pada tekanan tertentu karena belum ada kesepakatan mengenai tekanan optimal bagi ligament periodontal untuk pergerakan gigi ortodontik. Schwartz (1932) menyatakan tekanan yang optimal untuk pergerakan gigi ortodontik adalah lebih rendah daripada 2,6 kPa (26 g/cm<sup>2</sup>), Jarabak dan Fizzell (1963) menyatakan 20-25 kPa ideal untuk pergerakan gigi bodily, sedangkan Lee (1965) menyatakan 18 kPa ideal. Tekanan optimal yang seharusnya diterima gigi pada pergerakan gigi ortodontik secara klinis sangat sulit karena tergantung dari arah, kecondongan, momen terhadap rasio tekanan, durasi atau frekuensi, kurva defleksi beban, serta kisaran aktivasi dari sistem keseluruhan tekanan (Pillon, 1996)

Sementum merupakan jaringan yang unik dalam menerima respon tarikan gigi kearah bukal. Beberapa respon pada sementum gigi premolar pertama terhadap tarikan ke bukal adalah pembentukan serat ekstrinsik sementum baru, sintesis serat Sharpey dan insersinya pada permukaan akar, pembentukan sementum baru. Sementum adalah tempat perlekatan jaringan lunak dan matriks sementum merupakan jaringan yang kaya *growth factors* yang berpengaruh meningkatkan aktivitas beberapa macam sel periodontal (Grzesik, 2002). Sementum juga merupakan jaringan termineralisasi yang sangat responsive, berperan dalam menjaga integritas akar gigi, membantu menjaga posisi fungsional gigi, serta terlibat pada proses perbaikan dan regenerasi gigi (Berkovitz, 2002, Grzesik, 2002).

Proses pewarnaan yang digunakan adalah metode Mallory karena metode ini mempunyai keistimewaan yaitu merupakan pengecatan khusus untuk serat kolagen dan terlihat jelas perbedaan antara serat kolagen yang berwarna biru dan sel-sel sementosit berwarna merah (Sudiana, 1993)

Selama proses penarikan gigi premolar pertama, angiogenesis serta sintesis kolagen dan komponen matriks ekstraselular menjadi aktif. Pada daerah tekanan terjadi perubahan sel meliputi migrasi, adhesi, proliferasi, dan diferensiasi beberapa macam sel. Aktivitas diatas membutuhkan pengaktifan mediator polipeptida yang berikatan dengan reseptor permukaan sel serta pengikatan integrin pada komponen ekstraseluler (Grzesik, 2002).

### **6.1. Jumlah serat kolagen ligamen periodontal**

Pada penelitian ini diperiksa jumlah serat kolagen ligamen periodontal sebagai parameter respons aktivitas matriks ekstraselular pada daerah tekanan sementum gigi

akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat sebab yang diukur adalah produk dari aktivitas fibroblas. Pengukuran tidak langsung dilakukan pada sel fibroblas langsung disebabkan karena kesulitan melihat sel fibroblas langsung pada pewarnaan hematoxilin eosin. Pada pemakaian piranti ortodonsia cekat didapatkan terjadi peningkatan aktivitas sel-sel terutama sel osteoklas, sel fibroblas, sedikit sel osteoblas, dan sel prekursor osteosit pada daerah tekanan sementum gigi pada (Shaw, 2004). Salah satu fungsi fibroblas yang penting pada pemakaian piranti ortodonsi cekat adalah meningkatkan produksi serat kolagen ligamen periodontal yang masuk pada daerah tekanan sementum gigi pada hari ke 3 sampai hari ke-10 akibat adanya tarikan yang dilakukan pada gigi premolar pertama sebagai mekanisme keseimbangan alami respon selular ligamen periodontal yang berfungsi sebagai jaringan pengikat antara ligamen periodontal dan sementum gigi (Pillon, 1996). Peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal merupakan indikasi adanya peningkatan aktivitas sel fibroblas dan juga faktor yang penting sebagai jaringan yang mengikat gigi dengan jaringan penyangga sekitarnya dalam hal ini ligamen periodontal dalam mempertahankan posisi gigi terhadap tekanan yang diterima (Pillon, 1996).

Pada penelitian ini pemakaian piranti ortodonsi cekat selama 10 hari menyebabkan rata-rata jumlah serat ligamen periodontal meningkat kelompok perlakuan  $24,3636 \pm 2,37793$  jumlah serat per lapang pandang dibandingkan pada kelompok kontrol  $20,8182 \pm 3,76346$  jumlah serat per lapang pandang. Hasil ini sesuai dengan penelitian Pilon (1996) dan Shaw (2004) yang mengemukakan bahwa pemakaian piranti ortodonsi cekat selama 10 hari dapat meningkatkan aktivitas sel fibroblas pada ligamen periodontal ditandai dengan adanya peningkatan jumlah serat

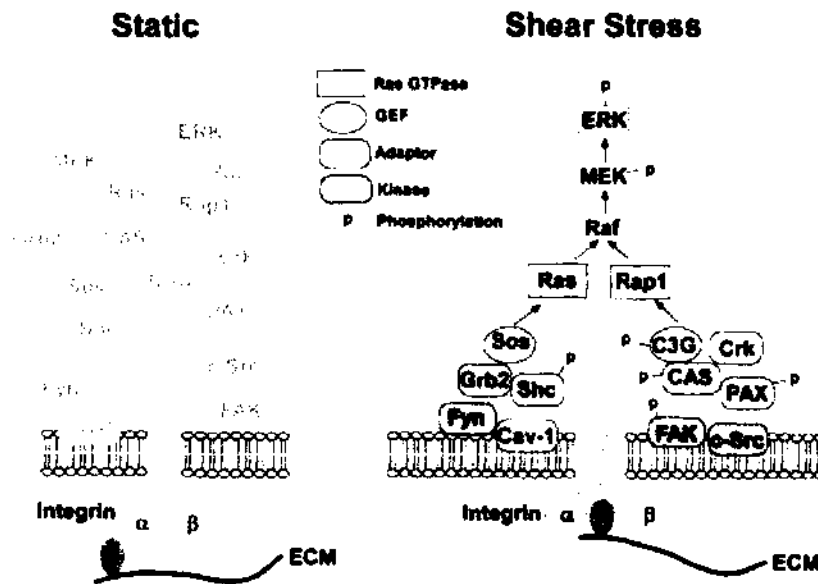
kolagen ligamen periodontal pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama yang ditarik ke bukal.

Peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal pada daerah tekanan berkaitan dengan adanya peningkatan sintesis matriks ekstraselular oleh karena adanya tarikan gigi premolar satu kearah bukal. Peningkatan sintesis ini bertujuan untuk menentukan susunan tiga dimensi sel yang sesuai serta melakukan transmisi dan translasi terhadap tekanan mekanis eksternal untuk direspons dengan sinyal yang sesuai. Adhesi terhadap matriks ekstraselular penting kaitannya dengan *cell cycle*. Matriks ekstraselular juga meregulasi ekspresi gen dari *growth factor*, reseptor *growth factor* serta protein lainnya, serta menentukan respon sel terhadap *growth factor* (Grzesik, 2002).

Peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal dalam kaitannya dengan proses mekanosensitif melalui regulasi volume sel-sel karena adanya kekuatan mekanis piranti ortodonsi cekat dapat dijelaskan sebagai berikut : pemakaian piranti ortodonsi cekat dengan memberi tarikan ke bukal pada gigi premolar pertama merupakan kekuatan mekanis (Pilon, 1996; Proffit, 1993). Sebagai respon terhadap kekuatan mekanis, sel-sel akan merespon dengan mengadakan ikatan dengan matriks ekstraselular melalui integrin (Setyawan,2005). Integrin merupakan mekanoreseptor pada transduksi mekanis. Ikatan tersebut akan menyebabkan reaksi sinyaling berturutan termasuk jalur *extracellular-signal-regulated kinase* (ERK) dan *Jun Kinase* (JNK). Reaksi sinyaling akan mengaktivasi *tyrosine phosphorylation of focal adhesion kinase* (FAK) yang bertanggung jawab terhadap proses pengaturan pertumbuhan dan protein sinyaling lainnya, mengaktivasi *mitogen-activated protein kinase* (MAP kinase) berturutan, ekspresi c-fos dan peningkatan levels *cyclin* tertentu. Jalur sinyaling akan



dipengaruhi oleh komponen matrik ekstraselular yang bekerjasama dengan *growth factor* dalam memediasi fungsinya. Sinyal yang dipengaruhi oleh integrin dan *growth factor* penting untuk ekspresi  $G_1$  *cyclin* dan majunya siklus sel dari  $G_0/G_1$  ke fase S. Regulasi *cyclin* penting kaitannya dengan proses pembelahan sel (Schwartz,2001; Grzesik, 2002; Setiawan,2005)



Gambar 6.1 : Jalur transduksi mekanis dimediasi oleh integrin (Shyy,2002)

*Growth factor* lain juga berperan mengatur fungsi matriks ekstraseluler yaitu *platelet-derived growth factor* (PDGF) yang bersifat mitogen terhadap fibroblas. Selain itu sintesis kolagen oleh fibroblas diaktivasi oleh TGF- $\beta$  dan *connective tissue growth factor* (CTGF) (Grzesik, 2002).

Pemakaian piranti ortodonsi cekat dengan menarik gigi premolar pertama ke arah bukal selama 10 hari menyebabkan peningkatan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) jumlah serat kolagen ligamen periodontal meskipun pada uji diskriminan menunjukkan bahwa serat kolagen ligamen periodontal bukan variabel pembeda yang paling dominan yang

memberikan kontribusi pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat. Hal ini menunjukkan fungsi serat kolagen sebagai pengikat antara gigi dan jaringan penyangga lebih banyak diperankan oleh bundel serat yang masuk ke dalam sementum gigi dibandingkan dengan adanya peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal yang memegang gigi sebagai respon oleh karena kekuatan mekanis (Kerrigan,2000)

## 6.2. Ketebalan *Inserting Periodontal Ligament fiber bundle*

*Inserting periodontal ligament fibre bundles* adalah masuknya bundel serat yang berasal dari ligamen periodontal untuk kemudian masuk ke dalam sementum gigi. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles* berfungsi untuk memperkuat ikatan antara gigi terutama pada daerah sementum yang merespon terhadap kekuatan mekanis dan ligamen periodontal sebagai jaringan penyangga gigi melalui serat kolagen ligamen periodontal (Berkovitz, 2002)

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa dengan pemakaian piranti ortodonsia cekat dengan menarik gigi premolar pertama kearah bukal selama 10 hari menunjukkan bahwa ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* di daerah tekanan sementum gigi meningkat  $8,9773 \pm 1,438$  mikron dibandingkan pada kelompok kontrol  $6,0418 \pm 1,0746$  mikron.

Teori mengenai *inserting periodontal ligament fibre bundle* masih belum banyak dibahas bahkan pada buku teks anatomi histologi. Kemungkinan terjadi peningkatan ketebalan pada ujung serat kolagen ligamen periodontal pada daerah yang masuk pada sementum gigi disebabkan juga karena respon terhadap kekuatan mekanis dan berkaitan pula dengan fungsi integrin. Jika *inserting periodontal ligament fibre bundles* berasal

dari serat kolagen ligamen periodontal yang berubah karena adanya tekanan akibat tarikan oleh piranti ortodonsi cekat maka dibutuhkan proteolisis untuk proses migrasi sel selama remodeling jaringan. Sel-sel inflamasi yang teraktivasi selama tekanan akan memproduksi *matrix metalloproteinases* (MMPs) yang akan menghancurkan kolagen dan menentukan transformasi dan komposisi kolagen untuk migrasi dan terletak pada posisi yang baru (Kerrigan, 2000 ; Grzesik,2002).

Pemakaian piranti ortodonsi cekat dengan menarik gigi premolar pertama ke arah bukal selama 10 hari menyebabkan peningkatan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles* dan pada uji diskriminan menunjukkan bahwa ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles* merupakan variabel pembeda yang paling dominan ( $p = 0,000$ ) yang memberikan kontribusi pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat. Hal ini disebabkan karena *inserting periodontal ligament fibre bundles* dapat memperkuat matrik sementum untuk mempertahankan posisi gigi terhadap kekuatan mekanis yang diterimanya (Kerrigan, 2000). Sehingga dapat dikatakan bahwa peranan paling besar yang memberikan kekuatan gigi untuk mempertahankan posisinya terhadap kekuatan mekanis yang diterimanya bukan berasal dari jumlah serat kolagen ligamen periodontal namun berasal dari ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundles* yang masuk kedalam sementum gigi.

### 6.3. Ketebalan presementum

Sementum merupakan komponen dari jaringan periodonsium yang peranan utama adalah sebagai tempat perlekatan serat kolagen utama (*Sharpey's fibers*). Pada

proses remodeling akibat adanya rangsangan mekanis, akan dibentuk sementum baru sebagai perlekatan serat kolagen ligamen periodontal (Berkovitz, 2002).

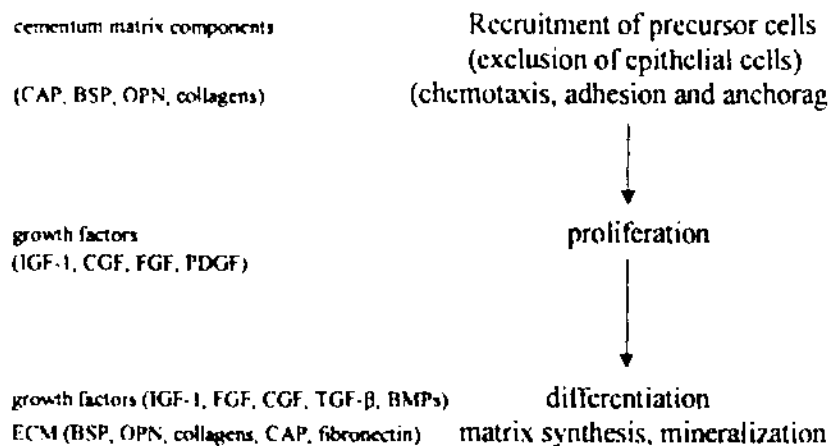
Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa dengan pemakaian piranti ortodonsia cekat dengan menarik gigi premolar pertama kearah bukal selama 10 hari menunjukkan bahwa ketebalan presementum di daerah tekanan sementum gigi meningkat pada kelompok perlakuan  $30,4673 \pm 11,31030$  mikron dibandingkan pada kelompok kontrol  $26,3991 \pm 11,45401$  mikron namun pada uji univariat peningkatan itu tidak bermakna ( $p > 0,005$ ). Sehingga ketebalan presementum juga bukan variabel pembeda yang paling dominan yang memberikan kontribusi pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat .

Ketebalan presementum meningkat disebabkan karena adanya pembentukan perlekatan sementum baru. Sementum baru diproduksi oleh sementoblas yang akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat jumlahnya meningkat pada daerah tepi sepanjang permukaan luar sementum (Grzesik, 2002). Berbagai macam faktor kemotaktik, molekul adhesi, *growth factor*, komponen matriks ekstraselular berperan dalam pengerahan progenitor sementoblas. Beberapa studi menyatakan bahwa regulasi aktivitas selular dilakukan oleh komponen dalam sementum sendiri dan ini tidak ditemukan pada struktur jaringan periodontal lainnya sehingga molekul-molekul yang berasal dari sirkulasi untuk pengerahan, proliferasi dan diferensiasi sel dalam sementum tidak dibutuhkan (Grzesik, 2002)

Mekanisme seleksi progenitor sementoblas dalam memproduksi presementum belum diketahui pasti namun melibatkan integrin dan proses sinyalling. Saat sel progenitor telah terseleksi, mereka akan menempel pada permukaan akar dengan difasilitasi dengan *growth factor* yang terdapat pada matrik sementum yaitu IGF-I,

FGFs, EGF, BMPs, dan TGF- $\beta$  pada proses adhesi maupun pada proliferasi. Tahap ini sangat penting untuk meningkatkan pembentukan presementum (Grzesik, 2002).

Pembentukan presementum juga melibatkan interaksi integrin dan matriks yang berperan bagi metabolisme selular untuk memelihara struktur dan fungsi yang sesuai. Beberapa integrin dan ligand naturalnya yang diekspresikan oleh sel-sel sementoblas seperti kolagen, *bone sialoprotein* (BSP), *osteopontin* (OPN), *cementum-attachment protein* (CAP) merupakan regulator yang penting bagi sementogenesis. Pada peningkatan jumlah ligand aktif integrin *adhesive* pada permukaan yang termineralisasi akan meningkatkan pembentukan sementum sehingga dapat dikatakan bahwa integrin langsung terlibat pada beberapa aspek pembentukan presementum (Grzesik, 2002)



**Gambar 6.2** : Aktivitas sel yang dibutuhkan untuk pembentukan sementum dan pembentukan perlekatan dan beberapa komponen yang meregulasi (Grzesik,2002).

Pada penelitian ini, bagian sementum gigi yang diperiksa pada bagian tengah cerviko-apikal merupakan bagian sementum aselular yang sangat berperan terhadap

ikatan gigi terhadap jaringan penyangganya namun pembentukan sementum baru sebagai respon terhadap kekuatan mekanis sangatlah lambat sehingga hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan adanya peningkatan ketebalan sementum namun tidak signifikan (Berkovitz, 2002).

#### 6.4. Respon Multivariabel

Tarikan yang dilakukan oleh piranti ortodonsi cekat menyebabkan peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal dan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*. Atas dasar hasil uji diskriminan, didapatkan bahwa yang menunjukkan dominan respon tarikan pada daerah tekanan sementum gigi adalah ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*. Sehingga dikatakan bahwa meskipun tarikan oleh pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat meningkatkan jumlah serat kolagen ligamen periodontal namun ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* lebih mencerminkan respon penguatan gigi terhadap tarikan piranti ortodonsi cekat.

Peningkatan jumlah serat kolagen ligamen periodontal mencerminkan adanya peningkatan matriks ekstraselular kolagen tipe I yang diproduksi oleh sel-sel ligamen periodontal dan fibroblas. Kolagen tipe I merupakan penyusun utama matriks ekstraselular dalam serat kolagen ligamen periodontal. Namun kolagen tipe III juga sering ditemukan sebagai penyusun bersama kolagen tipe I. Hal ini menjelaskan bahwa komposisi matriks dan susunan kolagen yang menyusun dapat berubah sesuai dengan fungsinya. Perubahan fungsi kolagen dalam meningkatkan penguatan gigi terhadap respon tarikan piranti ortodonsi cekat dicerminkan dengan adanya peningkatan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* (Berkovitz, 2002).

## **B A B 7**

### **PENUTUP**

#### **7.1. Kesimpulan**

1. Pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat meningkatkan jumlah serat kolagen ligament periodontal dan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada pemakaian di daerah tekanan sementum gigi
2. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* mempunyai kontribusi terbesar sebagai pembeda yang paling dominan pada perubahan di daerah tekanan sementum gigi akibat pemakaian piranti ortodonsi cekat

#### **7.2. Saran**

Penelitian ini memang membuktikan bahwa pada pemakaian piranti ortodonsi cekat dapat meningkatkan jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* dan ketebalan presementum didaerah tekanan sementum gigi, tetapi masih banyak permasalahan yang belum dapat dijawab melalui penelitian ini sehingga diperlukan penelitian-penelitian lanjutan seperti :

1. Penelitian pada daerah tarikan sementum gigi
2. Penelitian pada dosis pemakaian piranti ortodonsi yang berbeda
3. Penelitian pada waktu pemakaian piranti ortodonsi yang berbeda

## DAFTAR PUSTAKA

- Albert B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P, 2002. *Molecular Biology of The Cell*. 4<sup>th</sup> edition. New York : Garland Science, pp 1091-1098.
- Avery J, 1988. *Oral Development and Histology*. Philadelphia : BC Decker Inc, pp 271-280
- Bartold M, Narayanan S, 1998. *Periodontal Connective Tissues*. Chicago : Quintessence Publishing Co, Inc, pp 173-192.
- Becker W, Reece J, Poenie M, 1996. *The World of The Cell*. 3<sup>rd</sup> edition. California: The Benjamin/Cumming Publishing Company, pp 278.
- Berkovitz B, Holland G, Moxham B, 2002. *Oral Anatomy Histology and Embryologi*. 3<sup>rd</sup> edition. St Louis : Mosby, pp 168-177.
- Bishara S, 2001. *Textbook of Orthodontics*. Philadelphia : WB Saunders Company, pp 468-472.
- Buman A, Carvalho R, Schwarzer C, Yen E, 1997. *Collagen Synthesis from Human Periodontal Ligament Cells following Orthodontic Tooth Movement*. *The European Journal of Orthodontics*. Vol. 19 (1): 29-37.
- Carranza F, 2002. *Clinical Periodontology*. 9<sup>th</sup> edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company, pp 50-440
- Diekwisch T, 2001. *Developmental Biology of Cementum*. *International Journal Developmental Biology*. Vol. 45, pp 695-706.
- Fawcett D, 1994. *A Textbook of Histology*. 12<sup>th</sup> edition. Chapman & Hall Inc, pp 121-131.



- Foster T, 1997. *A Textbook of Orthodontics*. 3<sup>rd</sup> edition. Oxford : Blackwell Scientific Publications Limited, pp 240-241.
- Grzesik W, Narayanan A, 2002. Cementum and Periodontal Wound Healing and Regeneration. *Critical Review Oral Biology and Medicine*. Vol 13 ( 6): pp 474-484.
- Hatai T, Yokozeki M, 2001. Apoptosis of Periodontal Ligament Cells induced by Mechanical Stress during Tooth Movement. *Oral Disease*. Vol 7: pp 287-290
- Junqueira C, Carneiro J, Kelley R. 1995. *Basic Histology*. Stamford : Appleton & Lange, pp 284-286.
- Kerrigan J, Mansell J, Sandy J, 2000. Matrix Turnover. *Journal of Orthodontic*. Vol 27 (3): pp 227-233.
- Ko K, Arora P, McCulloch C, 2001. Cadherin Mediate Intercellular Mechanical Signaling in Fibroblasts by Activation of Stretch-sensitive Calcium-permeable Channels. *Journal of Biological Chemistry*. Vol 276 (38): pp 35967-35977.
- Leeson R, Leeson T, Paparo A, 1985. *Textbook of Histology*. 5<sup>th</sup> edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company, pp 335-336.
- Mabuchi R, Matsuzaka K, Shimono M, 2002. Cell Proliferation and Cell Death in Periodontal Ligaments during Orthodontic Tooth Movement. *Journal Periodontal Res*. Vol 37: pp 118-124.
- Matsushita K, Motani R, Sakuta T, 1999. Lipopolysaccharide Enhances the Production of Vascular Endothelial Growth Factor by Human Pulp Cells in Culture. *Infection and Immunity*. Vol 67 (4): pp 1633-1639.
- Mulyani, 1994. *Biomekanik Pergerakan Gigi*. Cetakan I. Jakarta: Widya Medika, pp 32-44.

- Nanci A, 2003. *Ten Cate's Oral Histology Development, Structure and Function*. 6<sup>th</sup> edition. St Louis: Mosby, pp 191-209.
- Pelham R, Wang Y, 1999. High Resolution Detection of Mechanical Forces Exerted by Locomoting Fibroblasts on the Substrate. *Molecular Biology of The Cell*. Vol 10 (4): pp 935-945.
- Pillon J, 1996. *Orthodontic Forces and Tooth Movement : Orthodontic Forces and Relapse, an Experimental Study in Beagle Dogs*. Thesis. Medical Sciences of the University of Nijmegen. Available at [www.orthodontics.nl/research/PHD\\_thesis\\_jjgm-pilon.htm](http://www.orthodontics.nl/research/PHD_thesis_jjgm-pilon.htm). Accessed in 13-1-2005.
- Proffit W, 1993. *Contemporary Orthodontics*. 2<sup>nd</sup> edition. St Louis : Mosby Year Book, Inc, pp 266-339.
- Pudjirahardjo W, Poernomo H, Machfoed H, 1993. *Metode Penelitian dan Statistik Terapan*. Surabaya : Airlangga University Press. Pp 57-58.
- Rensburg J, 1995. *Oral Biology*. Berlin : Quintessence Publishing Co, Inc, pp 301-312.
- Schwartz M, Assoia R, 2001. Integrin and Cell Proliferation. *Journal of Cell Science*. Vol 114 : pp 2553-2560
- Setyawan S, 2002. Biologis Fibroblas terhadap Pertumbuhan dan Penyebaran Sel Kanker. Makalah Seminar Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia cabang Surabaya pada 9 September 2002, pp 1-2.
- Setyawan S, 2005. *Mechanotransduction-Integrins and Cellular Responses*. Makalah Seminar Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia cabang Surabaya pada 22 Agustus 2005, pp 1-5.

- Shaw A, Sameshima G, Vu H, 2004. Mechanical Stress Generated by Orthodontic Forces on Apical Root Cementum : a Finite Element Model. *Orthodontics & Craniofacial Research*. Vol 7 (2) : pp 98.
- Shyy J, Chien S, 2002. Role of Integrin in Endothelial Mechanosensing of Shear Stress. *Circulation Research*. Vol 91: pp 769-775.
- Smith A, 2003. Vitality of the Dentin-Pulp Complex in Health and Disease : Growth Factors as Key Mediators. *Journal of Dental Education*. Vol. 67 (6): pp 678-687.
- Sudiana I, 1993. Teknik Praktis untuk Jaringan-Sel. Negara : CV Dharma Sandi, pp 2-35.
- Suntoro H, 1983. Metode Pewarnaan (Histologi dan Histokimia). Penerbit Bharatara Karya Aksara, pp 30-303
- Waddington R, Embery G, 2001. Proteoglycans and Orthodontic Tooth Movement. *Journal of Orthodontics*. British Orthodontic Society. Vol 28: pp 281-290.
- Warrenton A, Roozegar S, 2004. Regenerative Periodontal Therapies. Review. Department of Periodontology instiotute of Odontology, Karolinska Institutet, Stockholm. Available at [www.kj.se/odontology/cariologi.endodonti.com](http://www.kj.se/odontology/cariologi.endodonti.com). Accessed in 8-1-2004
- Yoshida Y, Sasaki T, 1999. Cellular Roles in Relapse Processes of Experimentally-moved rat molars. *Journal Electron Microscopy*. Vol 48 (2): pp 147-57.

## Lampiran 1

### **PENJELASAN INFORMASI PENELITIAN (INFORM FOR INFORMED CONSENT)**

- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah serat kolagen ligamen periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* (PLFB), ketebalan presementum pada daerah tekanan sementum gigi premolar pertama
- Pada penelitian ini akan diambil gigi premolar pertama yang sebenarnya diindikasikan untuk dicabut pada perawatan, dengan memberikan perlakuan pemasangan piranti ortodonsi terlebih dahulu selama 10 hari. Selanjutnya gigi akan dicabut untuk diperiksa secara khusus di laboratorium
- Data saudara bersifat rahasia dan akan diolah secara ilmiah

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROGRAM PASCA SARJANA UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

#### Surat Persetujuan Pemeriksaan

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**1. Nama** :

**Umur** :

**Alamat/Telp** :

Setelah mendapat penjelasan dari peneliti tentang maksud dan tujuan penelitian , kami telah memahami tentang latar belakang, tujuan, kegunaan dan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan/ dialami serta pemeriksaannya.

Menyatakan bersedia menjadi sampel / subyek / peserta dalam penelitian atas nama :  
Noengki Prameswari dengan judul “Peningkatan Jumlah Serat Kolagen Ligamen Periodontal, Ketebalan Inserting Periodontal Ligament Fibre Bundle (PLFB) dan Ketebalan Presementum pada Daerah Tekanan Sementum Gigi Akibat Pemakaian Piranti Ortodonsi Cekat”

**2. Nama** :  
**Alamat** :  
**Status** : orang tua / wali

Menyadari akan besarnya manfaat dan sumbangan yang diperoleh bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan kecilnya resiko yang mungkin terjadi, maka dengan ini kami memberi persetujuan pada anak kami untuk mengikuti kegiatan dan tindak medik penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan protokol penelitian dan standar etika profesi kedokteran yang berlaku

SURABAYA,

PENELITI

YANG MEMBERI PERNYATAAN

Noengki Prameswari ( )

## Lampiran 2

### TAHAPAN DEKALSIFIKASI DAN PEMBUATAN SEDIAAN HISTOLOGI

Tahap-tahap pada dekalsifikasi meliputi (Sudiana, 1993) :

1. Sebelum dilakukan dekalsifikasi dilakukan fiksasi yang disebut *acid fixative* artinya larutan fiksasi dicampur bersama-sama dengan larutan dekalsifikasi.
2. Kemudian bahan yang akan diperiksa, dimasukkan kedalam 5-10 % asam nitrat dalam air, kemudian diperiksa setelah 1-4 hari dilakukan proses dekalsifikasi dengan mengganti larutan tiap hari, bahan yang diperiksa dapat ditest oleh secara fisika, kimia atau pemeriksaan *X-ray*.
3. Dibilas pada air mengalir selama 24 jam
4. Ditambahkan sedikit formalin untuk mengurangi kerusakan jaringan,
5. Dibilas pada air mengalir 24-48 jam
6. apabila proses dekalsifikasinya sudah sempurna, hendaknya jaringan tersebut dipindah kedalam alkohol 70 % dan
7. Selanjutnya dapat kita proses dengan metoda parafin atau *celloidin*, kelebihan asamnya akan hilang pada waktu melakukan dehidrasi.

Dilakukan pembuatan sediaan histologi menurut metode Humason (1972) yang dikutip dari (Suntoro, 1983; Sudiana, 1993) melalui beberapa tahap kerja sebagai berikut :

1. Fiksasi.

Dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer formaline* 10 % dengan tujuan agar mudah melakukan proses pemotongan, mempertahankan struktur serta

komponen sel seperti semula, menampilkan perbedaan refraksi komponen jaringan serta untuk mencegah proses pembusukan atau mencegah pertumbuhan bakteri atau jamur

## 2. Dehidrasi

Merendam jaringan kedalam alkohol dengan konsentrasi yang meningkat, mulai dari alkohol 70 %, 80 %, 90 %, 96 % dan alkohol absolut. Tujuannya untuk menghilangkan sisa air dalam jaringan dan memberi suasana alkohol

## 3. *Clearing*

Merendam jaringan kedalam *xylol*, tahap ini dilakukan dengan tujuan agar jaringan menjadi transparan atau mengklarifikasi jaringan yang akan diblok

## 4. *Impregnasi*

Pertama jaringan dimasukkan kedalam campuran parafin cair dan *xylol* dengan perbandingan 1 : 1 pada suhu 65° C selama 30 menit. Kemudian jaringan dimasukkan kedalam parafin murni (dalam bentuk cairan) dengan suhu 55-58° C sebanyak tiga kali masing-masing selama 30 menit. Tujuannya agar konsistensi jaringan sama dengan bahan blok.

## 5. *Embedding*

Proses infiltrasi jaringan dengan parafin cair, dituangkan kedalam cetakan, kemudian jaringan dimasukkan kedalamnya dengan posisi yang diatur sebaik mungkin, lalu dianginkan hingga parafin menjadi beku. Tujuannya untuk memberikan suatu penyangga agar jaringan dapat dipotong dengan mikrotom tanpa menimbulkan distorsi yang berarti pada susunannya.

## 6. Pemotongan (*section*)

Jaringan yang telah diblok parafin dipotong menggunakan mikrotom, dengan tebal sayatan antara empat sampai enam mikron, dengan hasil irisan yang disebut *ribbon*.

#### 7. Mounting 1

Hasil irisan (*ribbon*) dimasukkan kedalam water bath dengan suhu 56° C, sehingga dalam beberapa saat akan mekar, dalam keadaan ini jaringan dilekatkan pada kaca sediaan dengan menggunakan perekat campuran asam cuka, albumin, dan aquadestilata dengan perbandingan 1 : 1 : 5

#### 8. Deparafinisasi

Mula-mula dimasukkan kedalam larutan *xylol* I, selama tiga menit lalu *xylol* II selama tiga menit. Kemudian dimasukkan secara berturut-turut kedalam alkohol absolut, alkohol 95 %, 80 %, dan alkohol 70 % masing-masing dua kali selama satu menit. Tujuannya untuk melarutkan sisa parafin.

#### 9. Hidrasi

Mencuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kejenuhan, kemudian dibilas dengan aquadestilata

#### 10. Pewarnaan

Sediaan dibersihkan dari kristal merkuri klorida dengan iodine dan direndam dengan larutan sodium tiosulfat, setelah itu dicuci dengan air yang mengalir selama 10-20 menit, lalu dibilas dengan aquadestilata. Pewarnaan dilanjutkan dengan larutan asam fuchsin yang bertujuan untuk memberikan gambaran kolagen lebih tajam. Kemudian diubah langsung pada larutan *aniline blue-orange G* selama 30-60 menit atau bahkan lebih lama. Didehidrasi dengan alkohol 95 % kemudian alkohol absolute.



### *11. Clearing*

Dilakukan dengan merendam dalam larutan *xylol* I, selama tiga menit, dan *xylol* II selama tiga menit.

### *12. Mounting II*

Merupakan suatu proses meletakkan kaca penutup jaringan (*cover glass*) diatas kaca sediaan. Mula-mula, perekat balsam kanada diteteskan secukupnya dikaca penutup (*cover glass*) kemudian dilekatkan pada kaca sediaan, dan dijaga agar tidak ada gelembung udara masuk di sela-sela antara dua kaca tersebut. Sisa-sisa perekat yang berasal dari sediaan dibersihkan agar cepat kering, dan sediaan dianginkan selama 24-48 jam di oven. Hasil dari pewarnaan ini, inti sel berwarna merah, fibril kolagen berwarna biru.

### *13. Labelling*

Masing-masing sediaan diberi label sesuai dengan nomor urut sampel gunanya supaya memudahkan pemeriksaan ulang dan agar bahan tidak tertukar. Selanjutnya dilakukan pengamatan secara mikroskopis

### Lampiran 3

#### CARA PENGHITUNGAN JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMENT PERIODONTAL, KETEBALAN *INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT* *FIBRE BUNDLE*, DAN KETEBALAN PRESEMENTUM

##### 4.5.2. Jumlah serat kolagen ligamen periodontal

Jumlah serat kolagen yang dihitung adalah serat kolagen yang nampak sebagai satu kesatuan dari periodontal ligamen pada perlekatan sementum gigi premolar pertama daerah tekanan sementum gigi premolar satu pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X.

Pemeriksaan dilakukan setelah gigi premolar pertama dicabut, dilakukan dekalsifikasi, dipotong pada irisan sagital pada tengah sediaan gigi jurusan bukal-palatal, kemudian dibuat sediaan preparat dengan menggunakan pewarnaan metode *Mallory*. Penghitungan jumlah serat kolagen ligament periodontal pada tiap-tiap sediaan dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya *Nicon SKT. S-123355*, dilengkapi dengan kamera digital. Bagian sementum yang difoto adalah daerah tekanan diambil dari bagian tengah cervical apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X. Jumlah serat pada satu lapangan pandang dihitung dengan program *image tool* pada komputer oleh dua observer dengan satuan penghitungan adalah jumlah serat per satu lapangan pandang .

#### **4.5.3. Ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle***

Tebal *inserting periodontal ligament fibre bundle* yang dihitung adalah rata-rata tebal bundel serat kolagen ligamen periodontal yang masuk kedalam permukaan sementum gigi premolar pertama daerah tekanan bagian bawah kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X.

Pemeriksaan dilakukan setelah gigi premolar pertama dicabut, dilakukan dekalsifikasi, dipotong pada irisan sagital pada tengah sediaan gigi jurusan bukal-palatal, kemudian dibuat sediaan preparat dengan menggunakan pewarnaan metode *Mallory*. Penghitungan ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada tiap-tiap sediaan dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya *Nicon SKT. S-123355*, dilengkapi dengan kamera digital. Bagian sementum yang difoto adalah daerah tekanan diambil dari bagian tengah cervical apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X. Tebal *inserting periodontal ligament fibre bundle* pada satu lapangan pandang dihitung dengan program *image tool* pada computer oleh dua observer. Pengukuran dilakukan tiga kali pada sisi paling kiri, tengah, dan pada sisi paling kanan lapangan pandang. Satuan penghitungan adalah mikron

#### **4.5.4. Ketebalan presementum**

Tebal presementum yang dihitung adalah rata-rata ketebalan lapisan matriks yang tidak mengalami kalsifikasi pada lapisan luar sementum yang dihasilkan oleh sementoblas pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X.

Pemeriksaan dilakukan setelah gigi premolar pertama dicabut, dilakukan dekalsifikasi, dipotong pada irisan sagital pada tengah sediaan gigi jurusan bukal-

palatal, kemudian dibuat sediaan preparat dengan menggunakan pewarnaan metode *Mallory*. Penghitungan ketebalan presementum pada tiap-tiap sediaan dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya *Nikon SKT. S-123355*, dilengkapi dengan kamera digital. Bagian sementum yang difoto adalah daerah tekanan diambil dari bagian tengah servikal apikal dan bagian kanan kirinya pada lebar yang sama pada satu lapangan pandang mikroskop cahaya pembesaran 400 X. Tebal presementum pada satu lapangan pandang dihitung dengan program *image tool* pada komputer oleh dua observer. Pengukuran dilakukan tiga kali pada sisi paling kiri, tengah, dan pada sisi paling kanan lapangan pandang. Satuan penghitungan adalah mikron

**Lampiran 4**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK (ETHICAL CLEARANCE)**



**PANITIA KELAIKAN ETIK  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK  
("ETHICAL CLEARANCE")**

Nomor : 27/KKEPK. FKG/VI/2005

Komisi Kelaikan Etik Penelitian Kesehatan (KKEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, telah mengkaji secara seksama rancangan penelitian yang diusulkan, maka dengan ini menyatakan bahwa penelitian berjudul :

**"PENINGKATAN JUMLAH FIBROBLAS DAN SEMENTOSIT PADA DAERAH  
TEKANAN SEMENTUM GIGI AKIBAT PEMAKAIAN PIRANTI ORTODONSI CEKAT"**

Peneliti Utama : **NOENGI PRAMESWARI, drg**

Unit / Lembaga/ Tempat Penelitian : - Bagian Ortodonsia Departemen Gigi & Mulut  
RSAL. Dr. Ramelan Surabaya

**DINYATAKAN LAIK ETIK**

Surabaya, 28 Juni 2005



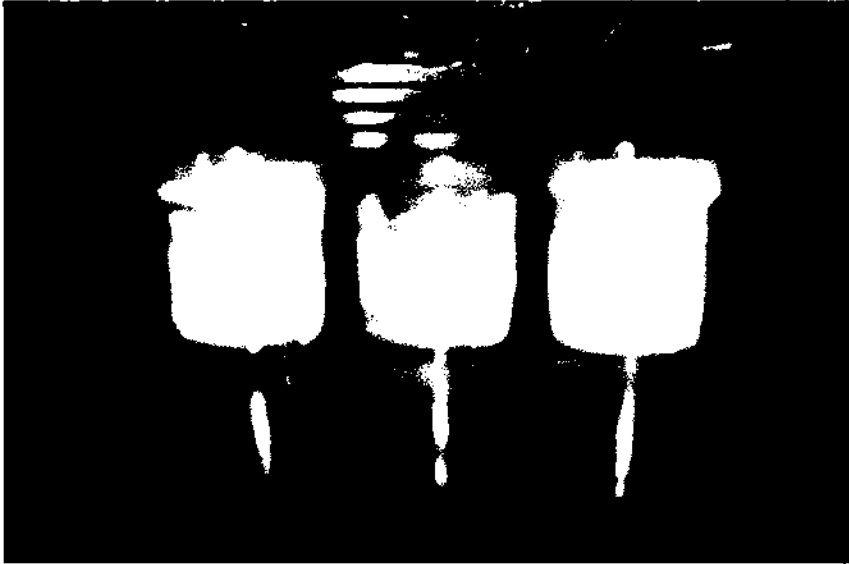
## Lampiran 5 DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN



1. Persiapan pemasangan piranti ortodonsia cekat



2. Pencabutan gigi premolar pertama kiri setelah 10 hari dilakukan penarikan kearah bukal



**3. Gigi premolar satu dalam larutan buffer formalin**



**4. Persiapan dekalsifikasi : Gigi premolar pertama beserta larutan fiksatif dan asam nitrat 2 %**

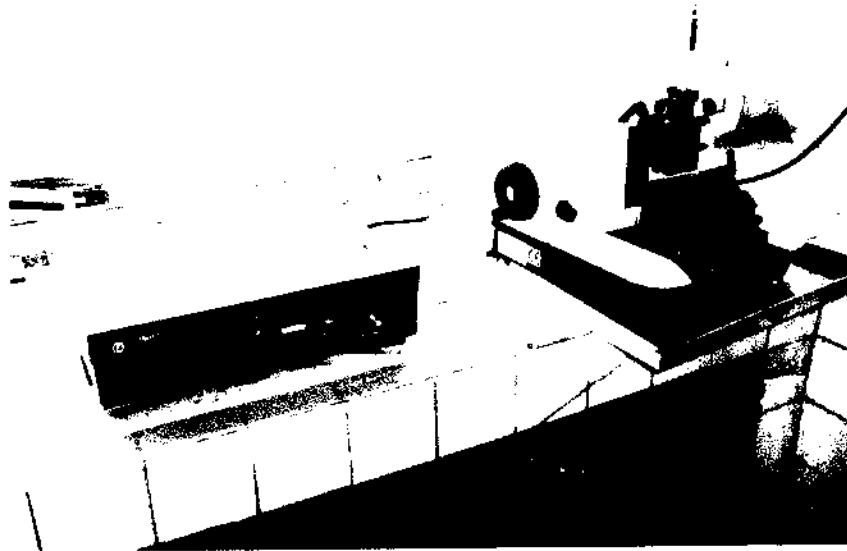


**5. Pemrosesan jaringan**

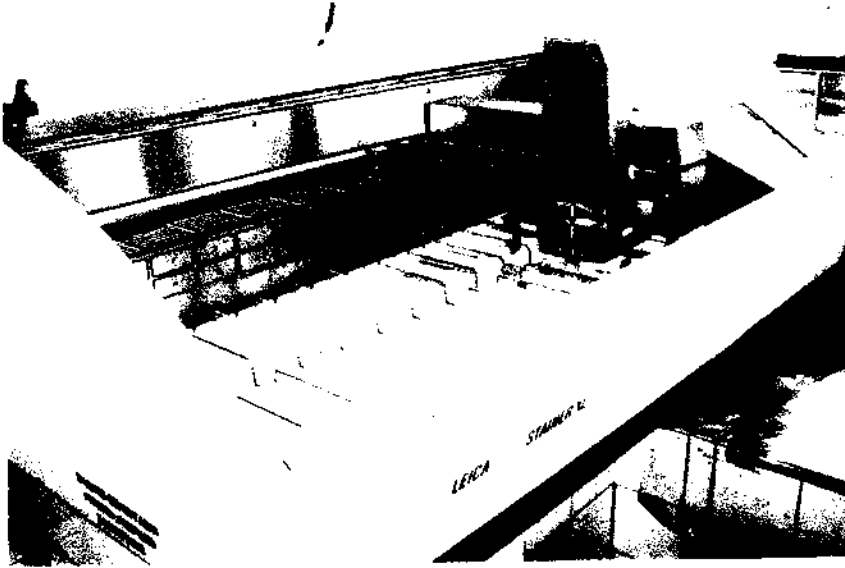




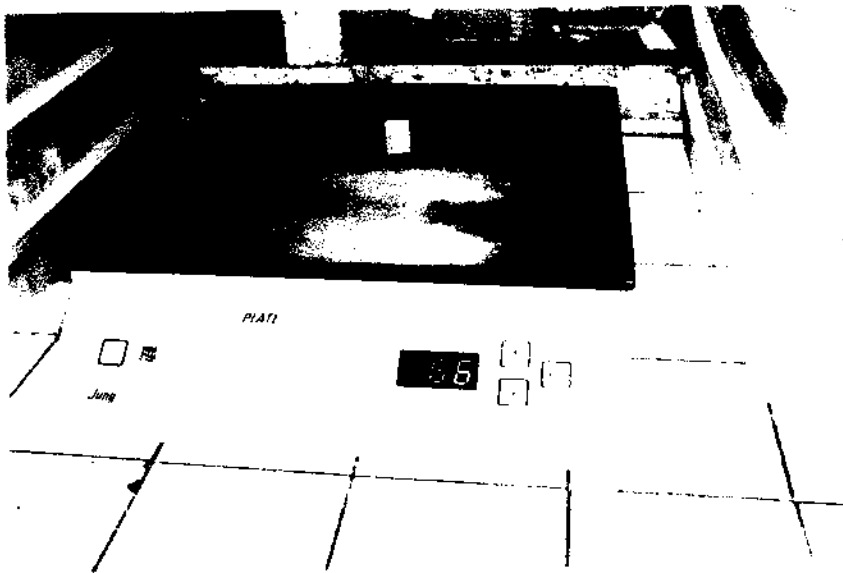
**6. Pemrosesan jaringan**



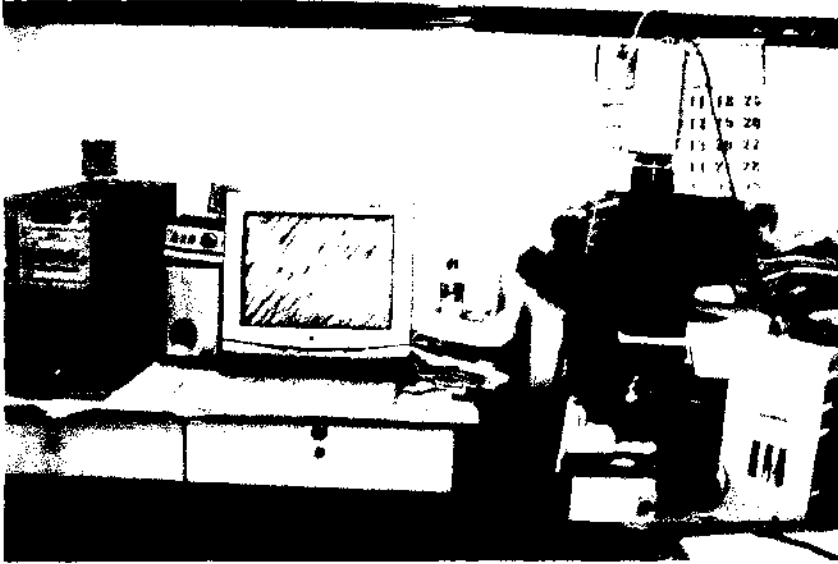
**7. Pemotongan jaringan oleh mikrotom dan water bath untuk proses mounting I**



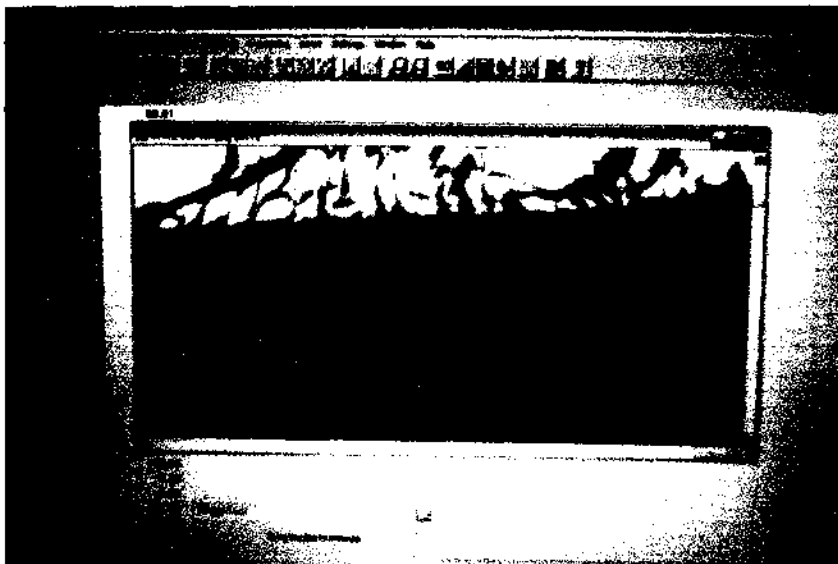
**8. Proses perwanaaan**



**9. Proses Mounting II : melekatkan jaringan pada obyek glass**



10. Pengambilan foto bagian yang akan dilakukan pengukuran dari sediaan histologi

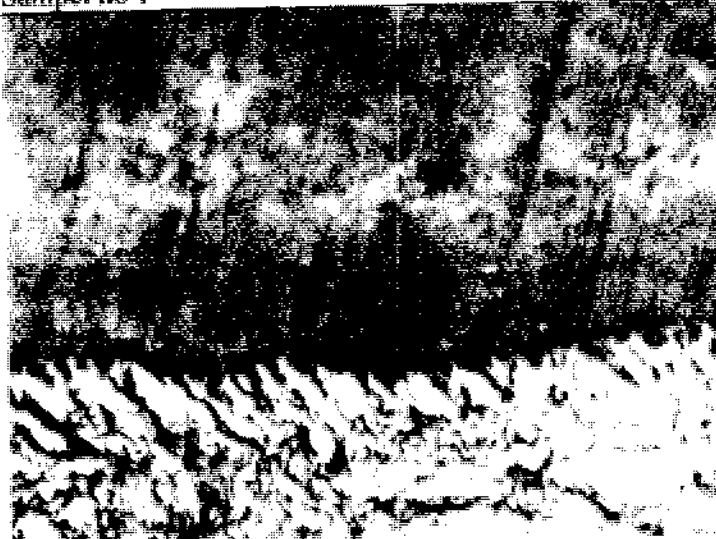


11. Penghitungan jumlah serat kolagen ligament periodontal, ketebalan *inserting periodontal ligament fibre bundle*, ketebalan presegmentum dengan program image tool

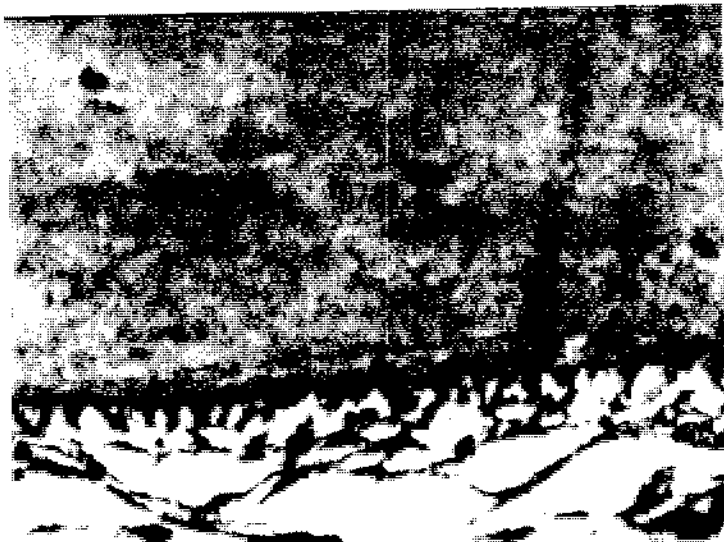
## Lampiran 6

### FOTO PENELITIAN SEDIAAN DARI PENGAMATAN MIKROSKOP CAHAYA PEMBESARAN 400 X

Sampel no 1



Kelompok perlakuan



Kelompok kontrol

**Sampel no2**



**Kelompok perlakuan**

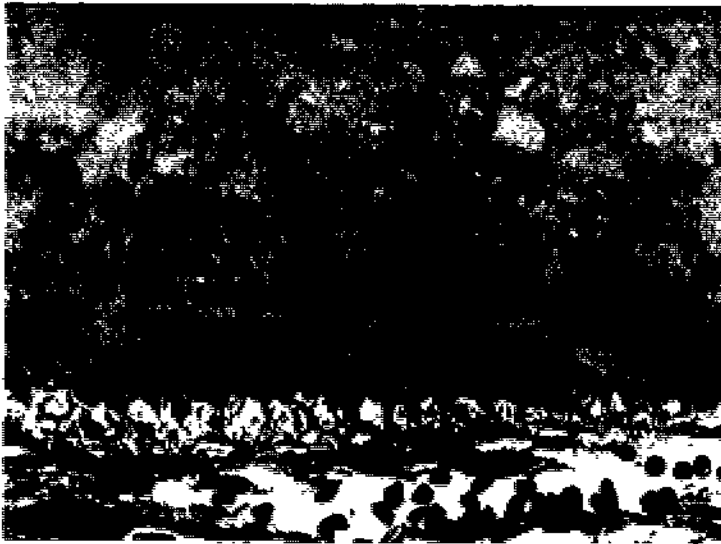


**Kelompok kontrol**

**Sampel no 3**



**Kelompok perlakuan**



**Kelompok kontrol**

**Sampel no 4**



**Kelompok perlakuan**



**Kelompok kontrol**

**Sampel no 5**



**Kelompok perlakuan**



**Kelompok kontrol**



**Sampel no 6**

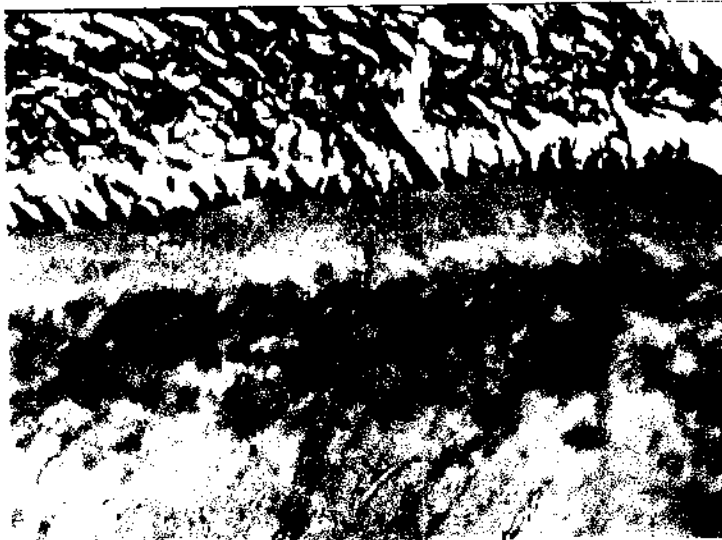


**Kelompok perlakuan**



**Kelompok kontrol**

Sampel no 7



Kelompok perlakuan



Kelompok kontrol

**Sampel no 8**



**Kelompok perlakuan**

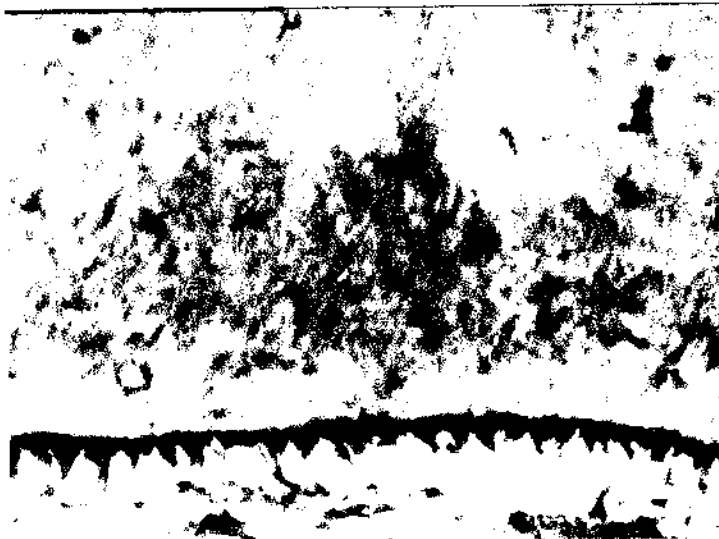


**Kelompok kontrol**

Sampel no 9

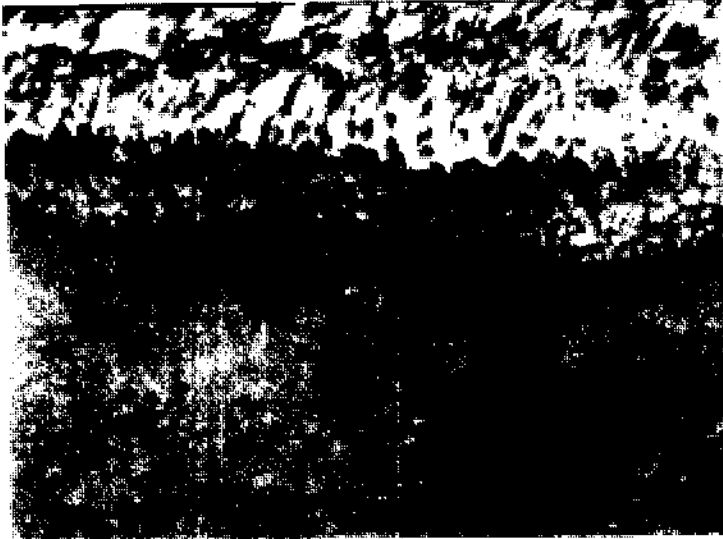


Kelompok perlakuan



Kelompok kontrol

Sampel no 10



Kelompok perlakuan



Kelompok kontrol



**Kelompok perlakuan**



**Kelompok kontrol**

**Lampiran 7****PENGOLAHAN DATA STATISTIK****Data Penelitian****Rata-rata Hasil Pemeriksaan Penelitian oleh 2 observer**

No	Kelompok kontrol			Kelompok perlakuan		
	A	B	C	A	B	C
1	24,00	5,01	20,31	27,00	8,05	24,01
2	25,00	5,80	11,08	27,00	8,25	15,30
3	20,00	5,50	40,11	22,00	8,02	44,07
4	13,00	6,65	16,23	22,00	9,30	20,63
5	21,00	8,13	43,71	25,00	12,40	47,44
6	24,00	4,40	11,15	25,00	7,16	15,67
7	22,00	6,80	32,65	27,00	9,33	36,72
8	15,00	6,76	33,81	20,00	9,21	37,46
9	22,00	7,23	22,03	26,00	10,44	26,25
10	20,00	5,52	23,24	23,00	8,26	27,06
11	23,00	5,66	36,07	24,00	8,33	40,53

**Keterangan :**

- A : Jumlah serat kolagen ligament periodontal (jumlah serat per lapang pandang)  
 B : Ketebalan inserting periodontal ligament fibre bundle (mikron)  
 C : Ketebalan presementum (mikron)

**Means****Report**

KELOMPOK		KOLAGEN (jum plp)	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	TEBAL PRESEMEN (mikron)
KONTROL	Mean	20,8182	6,0418	26,3991
	Std. Deviation	3,7635	1,0746	11,4540
	N	11	11	11
TARIKAN	Mean	24,3636	8,9773	30,4673
	Std. Deviation	2,3779	1,4380	11,3103
	N	11	11	11

**NPar Tests****KELOMPOK = KONTROL**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		KOLAGEN (jum pip)	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	TEBAL PRESEMEN (mikron)
N		11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	20,8182	6,0418	26,3991
	Std. Deviation	3,7635	1,0746	11,4540
Most Extreme Differences	Absolute	,232	,225	,162
	Positive	,133	,225	,154
	Negative	-,232	-,125	-,162
Kolmogorov-Smirnov Z		,770	,748	,537
Asymp. Sig. (2-tailed)		,594	,631	,935

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = KONTROL



**KELOMPOK = TARIKAN****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		KOLAGEN ( $\mu\text{m plp}$ )	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	TEBAL PRESEMEN (mikron)
N		11	11	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	24,3636	8,9773	30,4673
	Std. Deviation	2,3779	1,4380	11,3103
Most Extreme Differences	Absolute	,151	,221	,164
	Positive	,134	,221	,164
	Negative	-,151	-,162	-,164
Kolmogorov-Smirnov Z		,501	,734	,545
Asymp. Sig. (2-tailed)		,964	,654	,928

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = TARIKAN

**General Linear Model****Between-Subjects Factors**

	Value Label	N
KELOMPOK 1	KONTROL	11
2	TARIKAN	11

**Descriptive Statistics**

	KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
KOLAGEN ( $\mu\text{m plp}$ )	KONTROL	20,8182	3,7635	11
	TARIKAN	24,3636	2,3779	11
	Total	22,5909	3,5678	22
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	KONTROL	6,0418	1,0748	11
	TARIKAN	8,9773	1,4380	11
	Total	7,5095	1,9471	22
TEBAL PRESEMEN (mikron)	KONTROL	26,3991	11,4540	11
	TARIKAN	30,4673	11,3103	11
	Total	28,4332	11,3015	22

**Multivariate Tests<sup>b</sup>**

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,990	625,363 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Wilks' Lambda	,010	625,363 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Hotelling's Trace	104,227	625,363 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Roy's Largest Root	104,227	625,363 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
KEL	Pillai's Trace	,676	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Wilks' Lambda	,324	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Hotelling's Trace	2,085	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
	Roy's Largest Root	2,085	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000

a. Exact statistic

b. Design: Intercept+KEL

**Tests of Between-Subjects Effects**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	KOLAGEN (jum plp)	69,136 <sup>a</sup>	1	69,136	6,977	,016
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	47,393 <sup>b</sup>	1	47,393	29,414	,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	91,026 <sup>c</sup>	1	91,026	,703	,412
Intercept	KOLAGEN (jum plp)	11227,682	1	11227,682	1133	,000
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1240,652	1	1240,652	770,0	,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	17785,808	1	17785,808	137,3	,000
KEL	KOLAGEN (jum plp)	69,136	1	69,136	6,977	,016
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	47,393	1	47,393	29,414	,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	91,026	1	91,026	,703	,412
Error	KOLAGEN (jum plp)	198,182	20	9,909		
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	32,225	20	1,611		
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	2591,174	20	129,559		
Total	KOLAGEN (jum plp)	11495,000	22			
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1320,270	22			
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	20468,008	22			
Corrected Total	KOLAGEN (jum plp)	267,318	21			
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	79,618	21			
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	2682,199	21			

a. R Squared = ,259 (Adjusted R Squared = ,222)

b. R Squared = ,595 (Adjusted R Squared = ,575)

c. R Squared = ,034 (Adjusted R Squared = -,014)

### Estimated Marginal Means KELOMPOK

**Estimates**

Dependent Variable	KELOMPOK	Mean	Std. Error
KOLAGEN (jum plp)	KONTROL	20,818	,949
	TARIKAN	24,364	,949
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	KONTROL	8,042	,383
	TARIKAN	8,977	,383
TEBAL PRESEMEN (mikron)	KONTROL	28,399	3,432
	TARIKAN	30,467	3,432

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable	(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
KOLAGEN (jum plp)	KONTROL	TARIKAN	-3,545	1,342	,018
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	KONTROL	TARIKAN	-2,935	,541	,000
TEBAL PRESEMEN	KONTROL	TARIKAN	-4,068	4,853	,412

Based on estimated marginal means

- a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

**Multivariate Tests**

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,676	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
Wilks' lambda	,324	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
Hotelling's trace	2,085	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000
Roy's largest root	2,085	12,508 <sup>a</sup>	3,000	18,000	,000

Each F tests the multivariate effect of KELOMPOK. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

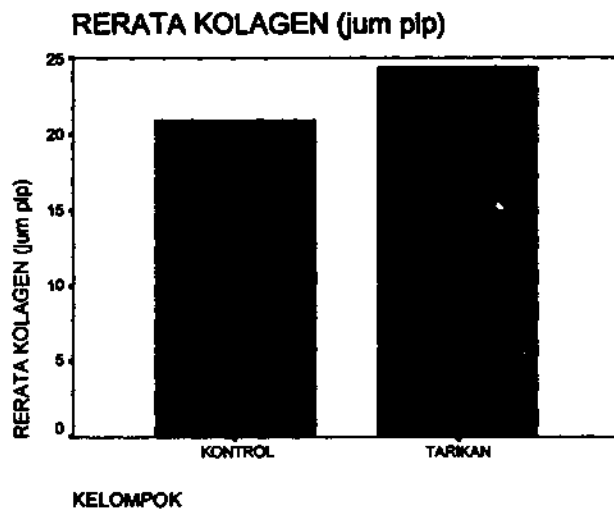
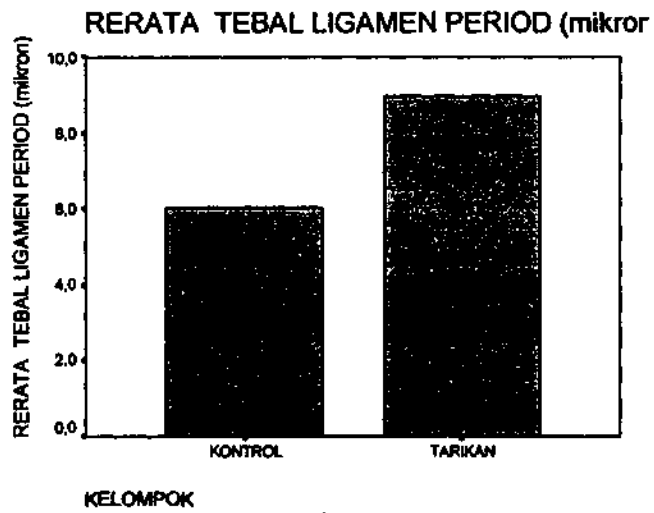
- a. Exact statistic

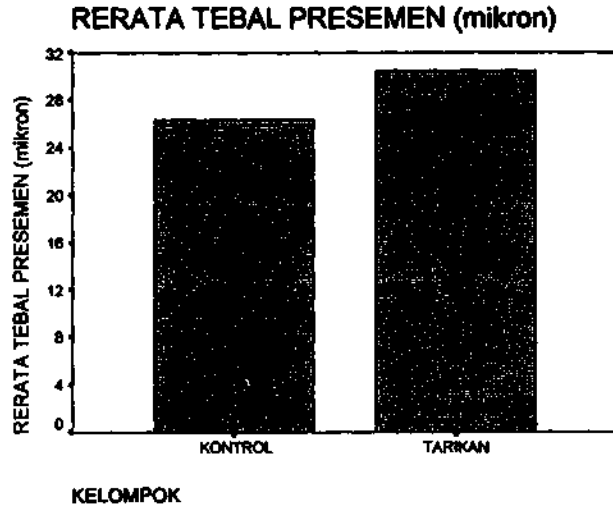
**Univariate Tests**

Dependent Variable		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KOLAGEN (jum plp)	Contrast	69,136	1	69,136	6,977	,018
	Error	198,182	20	9,909		
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	Contrast	47,393	1	47,393	29,41	,000
	Error	32,225	20	1,611		
TEBAL PRESEMEN (mikron)	Contrast	91,026	1	91,026	,703	,412
	Error	2591,174	20	129,559		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

**Profile Plots**

**KOLAGEN (jum plp)****TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)****TEBAL PRESEMEN (mikron)**



## Discriminant

### Analysis Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		22	100,0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	,0
	At least one missing discriminating variable	0	,0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	,0
	Total	0	,0
Total		22	100,0

### Group Statistics

KELOMPOK		Mean	Std. Deviation	Valid N (listwise)	
				Unweighted	Weighted
KONTROL	KOLAGEN (jum plp)	20,8182	3,7635	11	11,000
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	6,0418	1,0748	11	11,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	26,3991	11,4540	11	11,000
TARIKAN	KOLAGEN (jum plp)	24,3636	2,3779	11	11,000
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	8,9773	1,4380	11	11,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	30,4673	11,3103	11	11,000
Total	KOLAGEN (jum plp)	22,5909	3,5678	22	22,000
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	7,5095	1,9471	22	22,000
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	28,4332	11,3015	22	22,000

**Tests of Equality of Group Means**

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
KOLAGEN (jum plp)	,741	6,977	1	20	,016
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	,405	29,414	1	20	,000
TEBAL PRESEMEN (mikron)	,966	,703	1	20	,412

## Analysis 1

### Stepwise Statistics

**Variables Entered/Removed<sup>a,b,c,d</sup>**

Step	Entered	Wilks' Lambda							
		Statistic	df1	df2	df3	Exact F			
						Statistic	df1	df2	Sig.
1	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	,405	1	1	20	29,414	1	20	,000

At each step, the variable that minimizes the overall Wilks' Lambda is entered.

- Maximum number of steps is 6.
- Minimum partial F to enter is 3.84.
- Maximum partial F to remove is 2.71.
- F level, tolerance, or VIN insufficient for further computation.

**Variables in the Analysis**

Step		Tolerance	F to Remove
1	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1,000	29,414

**Variables Not in the Analysis**

Step		Tolerance	Min. Tolerance	F to Enter	Wilks' Lambda
0	KOLAGEN (jum plp)	1,000	1,000	6,977	,741
	TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1,000	1,000	29,414	,405
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	1,000	1,000	,703	,966
1	KOLAGEN (jum plp)	,994	,994	3,633	,340
	TEBAL PRESEMEN (mikron)	,731	,731	2,055	,365

**Wilks' Lambda**

Step	Number of Variables	Lambda	df1	df2	df3	Exact F			
						Statistic	df1	df2	Sig.
1	1	,405	1	1	20	29,414	1	20,0	2,618E-05

**Summary of Canonical Discriminant Functions****Eigenvalues**

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	1,471 <sup>a</sup>	100,0	100,0	,772

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

**Wilks' Lambda**

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,405	17,638	1	,000

**Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients**

	Function
	1
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1,000

**Structure Matrix**

	Function
	1
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	1,000
TEBAL PRESEMEN (mikron)	,519
KOLAGEN (jum plp) <sup>a</sup>	-,078

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions  
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

a. This variable not used in the analysis.

**Canonical Discriminant Function Coefficients**

	Function
	1
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	,788
(Constant)	-5,818

Unstandardized coefficients



**Functions at Group Centroids**

	Function
KELOMPOK	1
KONTROL	-1,156
TARIKAN	1,156

Unstandardized canonical discriminant functions evaluated at group means

**Classification Statistics****Classification Processing Summary**

Processed		22
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0
	At least one missing discriminating variable	0
Used in Output		22

**Prior Probabilities for Groups**

KELOMPOK	Prior	Cases Used in Analysis	
		Unweighted	Weighted
KONTROL	,500	11	11,000
TARIKAN	,500	11	11,000
Total	1,000	22	22,000

**Classification Function Coefficients**

	KELOMPOK	
	KONTROL	TARIKAN
TEBAL LIGAMEN PERIOD (mikron)	3,750	5,572
(Constant)	-12,021	-25,702

Fisher's linear discriminant functions

**Separate-Groups Graphs****Classification Results<sup>a</sup>**

	KELOMPOK	Predicted Group Membership		Total
		KONTROL	TARIKAN	
Original Count	KONTROL	10	1	11
	TARIKAN	1	10	11
%	KONTROL	90,9	9,1	100,0
	TARIKAN	9,1	90,9	100,0

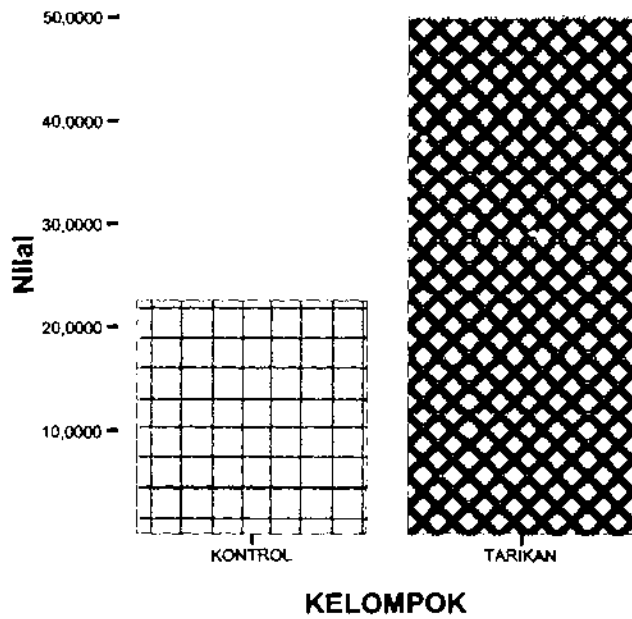
a. 90,9% of original grouped cases correctly classified.

**Tabel Rerata Kontribusi Tebal Ligamen Menurut Kelompok**

Mean

KELOMPOK	KONTRIBUSI TEB LIGAMEN
KONTROL	22,6568
TARIKAN	50,0214

Statistik : Rerata  
Variabel : KONTRIBUSI TEB LIGAMEN



## Lampiran 8

### ALUR PENELITIAN

11 ORANG PASIEN ORTODONSIA CEKAT, PEREMPUAN, USIA 16-20 TAHUN



MENANDATANGANI INFORMED CONSENT



MEMAKAI PIRANTI ORTODONSIA CEKAT SELAMA 10 HARI  
PENARIKAN GIGI PREMOLAR PERTAMA KANAN RA DENGAN  
MENGUNAKAN KAWAT BUSUR LABIAL LABIAL BAHAN LOGAM  
LOGAM NITINOL DIAMETER 0,012 INCHI YANG DIBERIKAN LUKUKAN  
MENGUNAKAN TANG *ANGLED UTILITY ARCH* KE ARAH HORIZONTAL  
ATAU DISEBUT *FIRST ORDERED BAND, OUT STEP* BIDANG  
HORIZONTAL SEHINGGA GIGI PREMOLAR PERTAMA TERTARIK KE  
ARAH BUKAL



PENCABUTAN GIGI PREMOLAR PERTAMA KANAN DAN KIRI RA DAN  
GIGI DISIMPAN DALAM LARUTAN BUFFER FORMALIN 10 %



PEMROSESAN JARINGAN GIGI MENJADI SEDIAAN



PEMBUATAN FOTO JARINGAN



PEMERIKSAAN PADA DAERAH TEKANAN SEMENTUM GIGI:  
- JUMLAH SERAT KOLAGEN LIGAMEN PERIODONTAL  
- KETEBALAN *INSERTING PERIODONTAL LIGAMENT FIBRE BUNDLE*  
- KETEBALAN PRESEMENTUM