

**Perbandingan Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* Pada Braket
Metal dan *Ceramic* dengan Archwire Ortodonti Nikel Titanium
Coated dan *Uncoated*: Studi *In Vitro***

TESIS



Oleh:

Suhesti Suronoto

J055192002

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

**Perbandingan Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* Pada Braket
Metal dan *Ceramic* dengan *Archwire* Ortodonti Nikel Titanium
Coated dan *Uncoated*: Studi *In Vitro***

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Profesi
Spesialis Bidang Ortodonti**



Disusun dan Diajukan Oleh:

SUHESTI SURONOTO

J055192002

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

**Perbandingan Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* Pada Braket Metal dan Ceramic dengan Archwire Ortodonti Nikel Titanium Coated dan Uncoated:
Studi In Vitro**

Oleh:
SUHESTI SURONOTO
J055192002

Setelah membaca Tesis ini dengan seksama, menurut pertimbangan kami,
Tesis ini telah memenuhi persyaratan ilmiah

Makassar, Desember 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)
NIP. 197908192006041001



drg. Nasvrah Hidavati, M.KG, Sp. Ort (K)
NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Program Studi (KPS)

Ortodonti FKG UNHAS



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)
NIP. 197908192006041001

PENGESAHAN TESIS

Perbandingan Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* Pada Braket Metal dan

***Ceramic* dengan *Archwire* Ortodonti Nikel Titanium *Couted* dan *Uncoated*:**

Studi In Vitro

Disusun dan diajukan oleh

SUHESTI SURONOTO

J055192002

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Tulis Akhir

Pada tanggal 14 Desember 2022

dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan ilmiah

Menyetujui

Makassar, Desember 2022

Pembimbing I

drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)

NIP. 197908192006041001

Pembimbing II

drg. Nasyrat Hidavati, M.KG, Sp. Ort (K)

NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

Ortodonti FKG UNHAS



drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)

NIP. 197908192006041001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanuddin



drg. Iwan Supriyanto, M. Med. Ed., Ph.D.

NIP. 198102152008011009

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS

PADA TANGGAL, 14 DESEMBER 2022

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : DR. drg. Eka Erwansyah, M. Kes, Sp. Ort (K)

Anggota : Dr. drg. Eddy Heriyanto Habar, Sp.Ort (K)

drg. Baharuddin M. Ranggung, Sp.Ort (K)

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

PPDS Ortodonti FKG UNHAS



drg. Erwansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)

NIP. 197908192006041001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suhesti Suronoto

NIM : J055192002

Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Desember 2022



Suhesti Suronoto

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada hambanya, karena hanya berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul Perbandingan Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* Pada Braket Metal dan *Ceramic* dengan *Archwire* Ortodonti Nikel Titanium *Coated* dan *Uncoated*: Studi *In Vitro*.

Penulisan tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Spesialis Ortodonti-1 di Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Selain itu tesis ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan peneliti lainnya untuk menambah pengetahuan dalam bidang ilmu kedokteran gigi maupun masyarakat umum lainnya.

Pada penulisan tesis ini, banyak sekali hambatan yang didapatkan, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga akhirnya, penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M. Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin,
2. **drg. Irfan Sugianto, M. Med. Ed., Ph.D.**, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin,
3. **drg. Ardiansyah S. Pawinru, Sp. Ort (K)**, selaku Ketua Program Studi (KPS) Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti, dosen PPDGS Ortodonti FKG Unhas dan pembimbing, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dengan penuh keikhlasan serta memberikan dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan Pendidikan Spesialis di bidang Ortodonti,
4. **drg. Nasyrah Hidayati, M.KG, Sp. Ort (K)**, selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dengan penuh keikhlasan untuk membantu, membimbing, dan memberikan dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan karya tulis ini,

5. **DR. drg. Eka Erwansyah, M. Kes, Sp. Ort (K), DR. drg. Eddy Heriyanto Habar, Sp.Ort (K), drg. Baharuddin M. Ranggung, Sp.Ort (K), dan drg. Zilal Islamy Paramma, Sp. Ort**, selaku dosen PPDGS Ortodonti FKG Unhas yang telah memberikan saran, kritik, masukan, arahan, dan bimbingan sehingga karya ilmiah ini dapat menjadi lebih baik,
6. Suami **Mohamad Ricalgi Polontalo, S.Si** dan Anak-anak tersayang **Aldric Prama Polontalo dan Alvarendra Haroun Polontalo**, Kedua orangtua, **Alm. Ahmad Suronoto, S.Pi** dan **Almh. Sunarti Wasir, BA**, serta Kedua mertua, **Drs. Abdul Wahid Polontalo dan Ir. Fonny Muda** yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan segala dukungan dalam bentuk moril dan materil yang tidak dapat tergantikan dengan apapun serta selalu menjadi motivasi dan penyemangat untuk segera menyelesaikan sekolah tepat waktu,
7. Teman-teman angkatan **I** dan Junior angkatan **II, III, IV, V, VI** PPDGS Ortodonti FKG UNHAS atas bantuan, doa, dan dukungannya selama menempuh pendidikan PPDGS,
8. Staff dan Pegawai Laboratorium Penelitian Rumah Sakit Universitas Hasanuddin,
9. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam segala hal kepada penulis sampai saat ini hingga selesainya penyusunan tesis ini,

Kiranya Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada orang-orang yang telah disebutkan di atas, dan semoga tesis ini bermanfaat bagi banyak orang.

Makassar, Desember 2022

Suhesti Suronoto

Abstract

Objective: The purpose of this study was to compare the adhesion of Lactobacillus Acidophilus to metal and ceramic brackets with coated and uncoated nickel titanium (NiTi) orthodontic archwires.

Methods: The following 40 samples were divided into 4 sample groups for this in vitro study: 10 metal brackets with coated NiTi archwire, 10 metal brackets with uncoated NiTi archwire, 10 ceramic brackets with coated NiTi archwire, and 10 ceramic brackets with uncoated NiTi archwire. Elisa Reader was used to count the number of Lactobacillus Acidophilus attachments, and the one-way ANOVA and Tukey HSD tests were used to analyse all results.

Results: The results showed significant differences in the attachment of Lactobacillus Acidophilus between the ceramic bracket and coated NiTi archwire sample groups and the metal bracket and uncoated NiTi archwire sample groups with a $P= 0.01$. The adherence of Lactobacillus Acidophilus to the ceramic bracket and uncoated NiTi archwire group was higher than the metal bracket and coated NiTi archwire group, and the metal bracket and uncoated NiTi archwire group. The attachment of Lactobacillus Acidophilus to the metal bracket and uncoated NiTi archwire groups was the lowest of all sample groups in this study.

Conclusion: The highest Lactobacillus Acidophilus adherence was in the ceramic bracket with coated NiTi archwire group compared to the other three groups and the lowest Lactobacillus Acidophilus adherence was in the metal bracket with uncoated NiTi archwire group.

Keywords: Lactobacillus Acidophilus, Ceramic bracket, Metal bracket, Coated archwire, Uncoated archwire

Abstrak

Tujuan: Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket metal dan *ceramic* dengan *archwire* ortodonti nikel titanium *coated* dan *uncoated*.

Bahan dan metode: Penelitian ini adalah penelitian *in vitro* yang menggunakan 40 sampel yang dikelompokkan kedalam 4 kelompok sampel antara lain: 10 braket metal dengan *coated archwire*, 10 braket metal dengan *uncoated archwire*, 10 braket *ceramic* dengan *coated archwire*, 10 braket *ceramic* dengan *uncoated archwire*. Menghitung jumlah perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* dengan Elisa reader. Kemudian dilakukan uji statistik menggunakan uji one way anova uji tukey HSD

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan perbedaan perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* yang signifikan antara kelompok sampel braket *ceramic* dan *coated archwire* dan kelompok sampel braket metal dan *uncoated archwire* dengan nilai $P= 0.01$. Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* pada kelompok braket *ceramic* dan *uncoated archwire* lebih tinggi daripada pada kelompok braket metal dan *coated archwire*, dan kelompok braket metal dan *uncoated archwire*. Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* pada kelompok braket metal dan *uncoated archwire* paling rendah dari semua kelompok sampel dalam penelitian ini.

Kesimpulan: Perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* tertinggi pada kelompok braket *ceramic* dan *coated archwire* dibanding dengan ketiga kelompok lainnya dan perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* yang paling rendah pada kelompok braket metal dan *uncoated archwire*.

Kata Kunci: *Lactobacillus Acidophilus* Braket *ceramic*, braket metal, *coated archwire*, *uncoated archwire*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Perawatan Ortodonti Cekat	8
B. Braket	10
1. Braket Metal	12
2. Braket <i>Ceramic</i>	17
C. <i>Archwire</i>	19
1. <i>Uncoated</i> Nikel-Titanium <i>archwire</i>	20

2. <i>Coated</i> Nikel-Titanium <i>archwire</i>	24
D. <i>Lactobacillus Acidophilus</i>	27
1. Klasifikasi	27
2. Morfologi dan Gambaran Klinis	28
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI	
OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS	31
A. Kerangka Teori	31
B. Kerangka Konsep	32
C. Identifikasi Variabel Penelitian.....	32
D. Definisi Operasional Penelitian	32
E. Hipotesis Penelitian	33
BAB IV METODE PENELITIAN	35
A. Jenis dan Rancangan Penelitian	35
B. Waktu dan Tempat Penelitian	35
1. Waktu Penelitian	35
2. Tempat Penelitian	35
C. Populasi dan Sampel Penelitian	35
1. Populasi.....	35
2. Sampel	35
3. Besar Sampel	35
D. Kriteria Penelitian	37
1. Kriteria Inklusi	37
2. Kriteria Eksklusi	37

E. Alat dan Bahan Penelitian	37
1. Alat Penelitian	37
2. Bahan Penelitian	38
F. Prosedur Penelitian	39
G. Analisis Data	41
1. Jenis Data	41
2. Pengolahan Data	41
3. Uji Statistik	41
H. Alur Penelitian	42
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Hasil Penelitian	43
B. Pembahasan	45
BAB VI PENUTUP	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

1. Tabel 1. Jumlah perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* pada peranti ortodonti..... 43
2. Tabel 2. Perbandingan jumlah perlekatan *Lactobacillus Acidophilus* pada peranti ortodonti..... 44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu dan teknologi perawatan ortodonti semakin hari semakin berkembang seiring dengan meningkatnya tuntutan kebutuhan masyarakat yang semakin sadar bahwa fungsi gigi tidak hanya sebagai alat untuk mengunyah makanan tetapi juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam penampilan. Perawatan ortodonti sendiri merupakan salah satu bidang kedokteran gigi yang berperan penting dalam memperbaiki estetik wajah, fungsi serta stabilitas hasil perawatan yang baik. Peningkatan perhatian masyarakat terhadap gigi dan ortodonti menjadikan perawatan ortodonti dengan peranti cekat semakin diterima dilingkungan sosial, terutama di kalangan pasien dewasa. Meskipun banyak pasien dewasa menginginkan perawatan ortodonti, penelitian-penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa hampir sepertiga dari pasien tidak bersedia menjalani perawatan dengan peranti ortodonti yang terpasang pada bagian labial gigi. Faktor-faktor ini yang menyebabkan tersedianya berbagai peralatan estetika dan ikut memacu perkembangan dalam ilmu material kedokteran gigi, sehingga banyak mengalami kemajuan termasuk munculnya braket dan *archwire* estetik. (Ardhana, 2013; Tuti, 2017; Ulhaq *et al.*, 2017)

Untuk mendapatkan hasil perawatan ortodonti yang memuaskan, diperlukan *oral hygiene* yang baik. Salah satu tantangan terbesar dalam perawatan ortodonti adalah menjaga *oral hygiene* selama perawatan. Penggunaan peranti ortodonti sering dikaitkan dengan adanya kesulitan pasien dalam tindakan

pembersihan. Pemeliharaan kebersihan mulut bertujuan untuk menyingkirkan dan mencegah timbulnya plak serta sisa-sisa makanan yang melekat pada gigi. Selama perawatan, terbentuk area retentif yang mendukung akumulasi biofilm dan pertumbuhan bakteri. Dokter gigi dan pasien memiliki peranan dalam pemeliharaan *oral hygiene* selama perawatan ortodonti dilakukan. (Saloom, Mohammed-Salih and Rasheed, 2013; Tuti, 2017)

Selama ini pasien ortodonti dianggap sebagai pasien dengan resiko rendah dan prosedur perawatan ortodonti dengan kategori perawatan *noninvasive*. Perawatan ortodonti terutama ortodonti cekat dapat memperburuk kondisi kebersihan mulut. Braket, *band*, bahan *bonding*, *archwire* dan aksesoris lainnya memperburuk kondisi ini dengan menjadi tempat retensi plak, yang dapat menyebabkan gingivitis dan demineralisasi email, *white spot* dan karies, sehingga komplikasi dan resiko ini harus dihindari. Beberapa komplikasi dan resiko perawatan akibat komponen peranti ortodonti dapat terjadi pada mahkota, pulpa, akar, tulang alveolar dan jaringan periodontal. (Saloom, Mohammed-Salih and Rasheed, 2013; Tuti, 2017)

Studi mikrobiologi menyatakan bahwa, setelah pemasangan peranti ortodonti cekat, jumlah bakteri meningkat secara signifikan, terutama *strain Lactobacillus* dan *Streptococcus*, sehingga menyebabkan lingkungan rongga mulut menjadi tidak seimbang dan memungkinkan munculnya penyakit. Pemasangan *wire* ortodonti cenderung menciptakan permukaan baru yang tersedia untuk pembentukan plak dan oleh karena itu dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme dalam rongga mulut. Telah lama dikemukakan bahwa *band* dan

wire ortodonti menyebabkan peningkatan akumulasi plak dan peningkatan kadar *Lactobacillus*. Insidensi terjadinya demineralisasi email dan penyakit periodontal setelah perawatan ortodonti cekat mencapai hingga 50% dari pasien ortodonti. Insiden lesi *white spot* di sekitar braket ortodonti bahkan dapat terjadi dalam 1 bulan perawatan. Oleh karena itu, pencegahan perlekatan bakteri pada peranti ortodonti merupakan hal yang sangat penting bagi spesialis ortodonti. (Saloom, Mohammed-Salih and Rasheed, 2013; Mhaske *et al.*, 2015)

Lactobacillus acidophilus adalah salah satu bakteri *Lactobacilli* yang ditemukan dalam rongga mulut. *Lactobacillus acidophilus* adalah bakteri penyebab karies yang paling dominan diantara spesies *Lactobacillus* lainnya. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang dapat tumbuh dalam keadaan anaerob dan sering menjadi agen penyebab terjadinya lesi karies sekunder yang dapat mempercepat proses demineralisasi yang berperan dalam proses perkembangan dan kelanjutan dari karies. *Lactobacillus acidophilus* di dalam rongga mulut menghasilkan asam laktat dari gula yang difermentasikan sehingga menyebabkan pH plak menurun, jika penurunan pH terjadi secara terus-menerus maka akan menyebabkan demineralisasi pada permukaan akar gigi. Di antara beberapa organisme patogen yang terakumulasi dan berkoloni dalam bentuk plak, *lactobacillus* tidak memainkan peran utama pada tahap inisiasi tetapi penting dalam perkembangan lesi. Pencegahan lesi menjadi sesuatu yang harus diperhatikan oleh ortodontis, karena lesi yang dihasilkan tidak estetis, tidak sehat, dan berpotensi *irreversible*. (Mhaske *et al.*, 2015; Hakim, Fakhurrazi and Editia, 2019; Busman, Edrizal and Utami, 2020)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Saloom dkk, dinyatakan bahwa material peranti ortodonti mempengaruhi perlekatan dan perkembangan mikroorganisme. Pada penelitian ini memperlihatkan bahwa perlekatan mikroorganisme lebih sedikit pada peranti ortodonti cekat dengan jenis braket *sapphire* dan *coated archwire* dibandingkan dengan perlekatan mikroorganisme pada peranti non estetik yang lebih banyak komponen metalnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mhaske dkk menyatakan bahwa *coating* silver pada wire mempunyai efek antibakteri dan mencegah terjadinya perlekatan *Lactobasillus acidophilus*. Dalam sebuah studi penelitian oleh Eliades dkk menyatakan bahwa braket ortodonti metal menginduksi perubahan spesifik dalam lingkungan mulut seperti penurunan tingkat pH dan afinitas bakteri ke permukaan metal karena reaksi elektrostatis. Namun demikian penelitian lain tentang kemungkinan adanya perbedaan dalam perlekatan bakteri pada braket metal, *ceramic*, dan plastik dari waktu ke waktu tidak meyakinkan. Oleh karena itu, sulit untuk membuat penilaian yang jelas bahwa braket metal memiliki efek kariogenik yang lebih rendah dibandingkan braket *ceramic*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anhoury dkk, dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam akumulasi bakteri *Lactobasillus acidophilus* pada braket metal dan braket *ceramic*. (Anhoury *et al.*, 2002; Saloom, Mohammed-Salih *and* Rasheed, 2013; Mhaske *et al.*, 2015)

Saat ini terjadi peningkatan perawatan ortodonti untuk pasien dewasa, dan penggunaan *bracket* dan *archwire* estetik menjadi semakin populer. Tetapi beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan peranti ortodonti

meningkatkan perubahan dalam lingkungan mulut, termasuk peningkatan kadar mikroorganisme *Lactobacillus Acidophilus* dalam saliva dan biofilm, sehingga penelitian yang mengevaluasi hubungan dari aspek mikrobiologi dan berbagai jenis material ortodonti harus didorong dan dilaksanakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan, khususnya dalam mengetahui aspek mikrobiologi dari setiap peranti ortodonti yang sering digunakan saat ini. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengamati perbedaan perlekatan mikroorganisme *Lactobacillus Acidophilus* pada braket metal dan *ceramic*, dengan nikel titanium *archwire coated* dan *uncoated*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket metal-*coated archwire* dengan braket metal-*uncoated archwire*?
2. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket *ceramic-uncoated archwire*?
3. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket metal-*uncoated archwire*?
4. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket metal-*coated archwire*?
5. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket metal-*coated archwire*?

6. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket *metal-uncoated archwire*?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum penelitian:

Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket metal dan *ceramic* dengan *archwire* ortodonti nikel titanium *coated* dan *uncoated*.

2. Tujuan khusus penelitian:

- a. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *metal-coated archwire* dengan braket *metal-uncoated archwire*?
- b. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket *ceramic-uncoated archwire*?
- c. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket *metal-uncoated archwire*?
- d. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket *metal-coated archwire*?
- e. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket *metal-coated archwire*?

- f. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket metal-*uncoated archwire*?

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai kajian dalam ilmu ortodonti, khususnya dalam penyusunan rencana perawatan ortodonti cekat pada pasien.
- b. Mengetahui perbedaan perlekatan mikroorganisme *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic* dengan *coated* nikel titanium *archwire*, braket *ceramic* dengan *uncoated* nikel titanium *archwire*, braket metal dengan *uncoated* nikel titanium *archwire*, dan braket metal dengan *coated* nikel titanium *archwire*.
- c. Bagi RSGMP Universitas Hasanuddin dapat dijadikan sebagai data untuk didapat dilakukan penelitian lebih lanjut di kemudian hari.

2. Manfaat Aplikatif

- a. Dapat menjadi pertimbangan dalam memilih peranti ortodonti cekat yang akan digunakan dalam perawatan ortodonti.
- b. Dapat meningkatkan perhatian klinisi dalam meningkatkan kewaspadaan terhadap kemungkinan komplikasi perawatan ortodonti yang disebabkan oleh penurunan *oral hygiene* pasien.
- c. Dapat menjadi informasi kepada masyarakat umum mengenai kelebihan dan kekurangan berbagai jenis peranti ortodonti cekat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perawatan Ortodonti Cekat

Perawatan ortodonti adalah perawatan yang bertujuan untuk memperbaiki berbagai masalah maloklusi dan dampaknya terhadap masalah di daerah rongga mulut dan maksilofasial. Peranti ortodonti terdiri dari 2 macam yaitu peranti ortodonti lepasan dan peranti ortodonti cekat. Peranti ortodonti lepasan adalah peranti ortodonti yang didesain oleh ortodontist dan dapat dipasang dan dilepas sendiri oleh pasien, penggunaannya sangat praktis, dan lebih mudah dibersihkan dibandingkan dengan peranti ortodonti cekat namun kekurangannya kurang efektif untuk menggerakkan banyak gigi. Peranti ortodonti cekat adalah peranti yang dipasang secara cekat dengan pengeleman pada gigi pasien sehingga peranti tidak bisa dilepas oleh pasien sampai perawatan selesai. Peranti ini mempunyai kemampuan perawatan yang sangat tinggi, kemungkinan keberhasilan perawatan sangat besar dengan *detail* hasil perawatan yang lebih baik. Komponen peranti ortodonti cekat terdiri dari braket, *band*, *archwire*, *elastics*, *o ring* dan *power chain*. (Rani, 2003; Tuti, 2017; Satria Darwis, Endro Wahyudi and Kartika, 2018)

Sebagian besar perawatan ortodonti dilakukan dengan menggunakan peralatan cekat, yang dipasang langsung pada gigi. Pengembangan sistem alat ini dimulai di Amerika Serikat pada perpindahan ke abad 20 dan semakin berkembang menjadi semakin canggih. Peranti ortodonti cekat memerlukan keakuratan dalam menentukan posisi gigi. Braket, *archwire*, dan komponen tambahan berperan dalam memediasi pergerakan gigi. Sistem peranti cekat yang

digunakan saat ini didasarkan pada braket dengan slot *edgewise* rektanguler dan *in-built prescription* untuk setiap posisi gigi individual. Sejumlah modifikasi pada desain dasar ini sekarang tersedia, sebagian besar berkaitan dengan metode memasang *archwire* di dalam slot braket dan memposisikan braket pada permukaan labial atau lingual gigi. Peranti ortodonti cekat mengalami evolusi mulai dari *The standard edgewise appliance, light wire appliances* yang dikembangkan oleh Raymond Begg, *Straight wire appliance* yang juga dikenal sebagai *preadjusted edgewise appliance* oleh Lawrence Andrews tahun 1976, dan *lingual appliances*. (Cobourne and DiBiase, 2016)

Komponen peranti ortodonti cekat terdiri dari:

- a. Braket dan molar *tube*, merupakan peranti orthodontik cekat yang melekat/*bonded* pada mahkota gigi dan ada pula yang terpasang/*welded* pada *stainless steel band*, dimana braket berfungsi untuk menghasilkan tekanan yang terkontrol pada gigi geligi.
- b. *Band* merupakan peranti ortodonti cekat yang terbuat dari *stainless steel*
- c. *Archwire*, yang melekat pada braket dan melewati molar *tube*. *Archwire* merupakan peranti ortodonti cekat yang menyimpan energi dari perubahan bentuk dan suatu cadangan gaya yang kemudian dapat dipakai untuk menghasilkan gerakan gigi.
- d. *Auxilliaris*, yang akan bervariasi antara jenis alat, tetapi termasuk didalamnya braket *ligature, pin, elastic, uprighting* dan *torqueing springs, ligature wire* dan perangkat cekat untuk penjangkaran atau ekspansi lengkung. Elastik dibuat dalam beberapa bentuk yang sesuai untuk penggunaan ortodonti,

tersedia dalam berbagai ukuran dan ketebalan. Gaya yang diberikan oleh elastik menurun sangat cepat di dalam mulut sehingga harus selalu diganti pada saat kontrol perawatan. *O ring* adalah suatu pengikat elastis yang digunakan untuk merekatkan *archwire* ke braket yang tersedia dalam berbagai warna yang membuat braket jadi lebih menarik. *Power chain* terbuat dari tipe elastis yang sama dengan *o ring* elastis. Pada intinya, *power chain* seperti ikatan mata rantai dan ditempatkan pada gigi geligi, bentuknya seperti pita yang bersambung dari satu gigi ke gigi yang lain. (Cobourne and DiBiase, 2016; Ardani *et al.*, 2017; Tuti, 2017)

B. Braket

Pada perawatan ortodonti cekat, braket dan *tube* merupakan suatu kebutuhan primer. Braket dilekatkan pada geligi berfungsi untuk meneruskan kekuatan yang dibebankan *wire* yang aktif terhadap gigi. Desain braket mengalami perkembangan seperti bentuk basis braket, hubungan basis dan *slot*, karakteristik ukuran *slot* dan material dari braket itu sendiri. Braket diklasifikasikan menurut ukurannya: besar, mini, dan ultramini. Menurut struktur dasar, braket terbagi atas braket lurus dan melengkung; menurut lebarnya: braket sempit, sedang, atau lebar, atau bisa *single* dan *twin*, sesuai dengan teknik yang digunakan. Klasifikasi braket menurut Bahannya terdiri dari braket *stainless steel*, *ceramic*, plastik, komposit, atau titanium. (Nanda, 2005; Nanda and Tosun, 2012; Cobourne and DiBiase, 2016)

Teknik perlekatan braket secara langsung pada enamel gigi telah menjadi prosedur rutin dalam perawatan ortodonti dengan peranti cekat. Teknik ini telah

diterima dengan baik karena relatif mudah dilakukan, efisien dan meningkatkan estetika apabila dibandingkan dengan teknik *bonding*. Salah satu komponen penting dalam peranti ortodonti cekat adalah braket. Dari awal pemakaiannya sampai sekarang, braket yang dipakai juga terus dikembangkan baik dari segi bahan dasar pembuatnya ataupun desainnya. Desain berkembang untuk meningkatkan penampilan dengan memperkecil ukurannya, sampai dengan jenis terbaru yaitu *self ligating bracket*. (Nanda, 2005; Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005; Cobourne and DiBiase, 2016; Ardani *et al.*, 2017)

Braket yang pertama kali diperkenalkan dan dipakai adalah braket yang berbahan dasar metal. Braket estetika kemudian dikembangkan karena perawatan ortodonti dengan peranti cekat banyak dilakukan pada pasien dewasa yang menuntut estetika tinggi. Pada awalnya dipakai bahan dasar plastik (misalnya: braket polikarbonat), akan tetapi penggunaannya kurang karena sifatnya yang kurang menguntungkan. Selanjutnya, pada tahun 1980-an tersedia braket estetika yang terbuat dari *single crystal sapphire* dan alumina polikristal. Keduanya berbahan dasar sama yaitu Al_2O_3 . Selain itu ada pula braket dari *zirconia polikristalin* (ZrO_2), yang dilaporkan mempunyai *toughness* terbesar di antara semua *ceramic*. Sayangnya bahan di atas menghambat mekanika *sliding* dan bermasalah pada waktu proses pelepasan perlekatan (*debonding*). Braket dari *single crystal sapphire* juga menunjukkan *specular highlight* dan pada awal perkembangannya selama gerakan torsi sayapnya cenderung mudah patah, dan saat dilepas sering menyebabkan enamel gigi juga ikut lepas. Beberapa braket

jenis polikristalin menunjukkan warna yang kurang bagus. (Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005)

Braket jenis *ceramic* apabila dipasang pada gigi insisivus atau kaninus rahang bawah dapat membuat abrasi gigi rahang atas antagonisnya. Meskipun secara estetik kurang baik, braket metal masih mempunyai banyak keunggulan baik dalam sifat mekanik maupun fisik apabila dibandingkan dengan braket estetik, sehingga masih merupakan braket yang paling banyak digunakan. Braket metal yang dipakai umumnya dari bahan *stainless steel*. Bahan ini mengandung nikel yang dapat bersifat sebagai alergen. Reaksi alergi yang pernah dilaporkan bervariasi, yaitu dari edema lidah, bibir, *mouth lining* sampai dengan anafilaksis. Potensi metal menyebabkan reaksi alergi berhubungan dengan pola dan modus korosi, yang diikuti pelepasan ion-ion metal seperti nikel ke dalam rongga mulut. Hal ini tidak hanya tergantung pada komposisi metal, tetapi juga suhu dan pH lingkungan. Titanium merupakan metal pilihan untuk penderita yang dicurigai sensitif terhadap metal. Selama beberapa dekade, *implant* titanium telah dipakai dengan keberhasilan yang memuaskan pada pasien dengan reaksi alergi yang parah. Oleh karena itu, keberadaan braket titanium dapat menjadi alternatif untuk melakukan perawatan pada penderita yang hipersensitif. (Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005)

1. Braket Metal

Metal dan *alloy* banyak digunakan secara luas dalam bidang kedokteran gigi. Dalam bidang ortodonti, sebagian besar braket yang digunakan saat ini terbuat dari *Stainless Steel* austenitik yang mengandung 18% *chrome* dan 8%

nikel. Standar tersebut ditetapkan oleh *American Iron and Steel Institute*, dengan kode seperti 303, 304, atau 316, tergantung pada perusahaannya. Braket metalik memiliki sejarah yang panjang dalam kesuksesan mencapai tujuan klinis perawatan ortodonti. Awalnya, braket metal dibuat dari berbagai paduan *stainless steel* di mana bagian dasar dan sayapnya diproduksi dengan pengecoran dan/atau menggunakan mesin, dan bagian yang berbeda digabungkan dengan penyolderan. Kemajuan teknologi produksi terbaru, seperti *laser welding* dan *metal injection moulding* (MIM) membuat pasar ortodonti semakin bervariasi dengan braket yang terbuat dari titanium dan *alloy*, *cobalt chromium alloys*, dan *gold alloys*.(Kao *et al.*, 2007; Nanda and Tosun, 2012; Kannan, Nandhini and Padmavati, 2020)

Braket *stainless steel* memiliki sebagian besar karakteristik dasar yang diharapkan dari braket. Ketahanannya terhadap semua jenis korosi, sifat higienis, tahan terhadap deformasi, resisten terhadap fraktur, friksi antara permukaan braket dan *archwire* yang rendah dan harga yang wajar menjadikan *stainless steel* sebagai bahan braket yang paling umum digunakan di dunia selama bertahun-tahun. Namun, braket ini memiliki dua kelemahan penting: tidak estetik, dan dapat melepaskan nikel ke dalam lingkungan mulut. *Stainless steel* sebenarnya memiliki sifat yang tahan korosi, namun beberapa jenis zat yang masuk ke dalam mulut baik berupa makanan maupun minuman dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menyebabkan pH saliva yang asam pada pasien dan mengakibatkan terjadinya korosi atau degradasi logam. (Nanda and Tosun, 2012; Aditya *et al.*, 2022)

Berbagai bahan alternatif baru-baru ini dikembangkan untuk menghilangkan masalah estetika, termasuk bahan *ceramic*, plastik, dan komposit. Dalam berbagai penelitian *in vitro* ditunjukkan bahwa *stainless steel* melepaskan nikel dan *chrome* secara intraoral. Jumlah nikel yang dilepaskan per hari di mulut pasien ortodonti adalah 40 pg, dan jumlah *chrome* adalah 36 pg. Namun, Bishara *et al* menemukan bahwa meskipun nikel dilepaskan ke lingkungan mulut, jumlah yang mencapai darah sangat rendah. Nikel diketahui menyebabkan berbagai reaksi alergi seperti dermatitis dan asma, sehingga bahan alternatif harus digunakan pada pasien yang sensitif. Produsen memperingatkan ortodontis dan pasien tentang karakteristik bahan *stainless steel* ini dengan menyertakan pemberitahuan tertulis pada kemasannya. (Nanda *and* Tosun, 2012)

Dengan memakai titanium, *alloy* titanium atau sejenisnya, braket ortodonti dapat dibuat lebih ringan dan kuat daripada braket konvensional seperti *stainless steel*, plastik, dan bahkan *ceramic*. Braket ini mempunyai daya tahan terhadap korosi dan biokompatibilitas yang sangat baik. Perlakuan pada permukaan termasuk: *nitriding*, *diamond coating*, *pre-oxidation* atau *shot-peening* pada permukaan dasar slot braket mengurangi koefisien geser terhadap *archwire* ortodonti. Kekuatan perlekatan geser dapat ditingkatkan dengan *shot-peening*, *ion beam etching* atau etsa permukaan gigi. (Sianiwati Goeharto *and* Sjafei, 2005)

Braket *stainless steel* dan braket titanium ternyata tidak begitu berbeda dalam konfigurasi pasif maupun aktif. Kesamaan braket ini terjadi karena seperti ditunjukkan oleh spektroskopi elektron untuk analisis kimia (ESCA), permukaan masing-masing bahan terdiri atas lapisan pasif. Unsur kimia lapisan pasif *stainless*

steel terdiri atas Cr₂O₃ atau variasi Cr_xO₄ (dimana $0 < x < 2$) dan titanium terdiri atas TiO₂ (*rutile*) dari pemeriksaan ESCA diketahui bahwa lapisan pasif titanium sangat tipis yaitu hanya 200 sampai 300 Å. Pada konfigurasi aktif, braket menerima tekanan dengan level yang tinggi. Konfigurasi aktif terjadi saat tidak ada celah antara braket dan *archwire*. (Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005)

Braket merupakan bagian penting dalam perawatan ortodonti dengan peranti cekat karena braket mentransmisikan kekuatan dari *archwire* ke jaringan periodontal, sehingga dapat terjadi pergerakan gigi. Braket yang umum dipakai adalah dari bahan *stainless steel*, yang mengandung unsur nikel. Nikel merupakan metal yang sering menyebabkan dermatitis kontak dalam bidang ortodonti dengan kasus reaksi alergi lebih banyak dilaporkan daripada karena metal lain. Sekali hipersensitifitas terjadi, semua permukaan mukosa rongga mulut dapat terlibat. Sensitifitas meningkat dengan adanya iritasi mekanik, luka pada mukosa mulut, yang semuanya dapat terjadi selama perawatan ortodonti. Sampai saat ini sensitifitas penderita terhadap nikel melalui perawatan ortodontik rutin telah banyak menjadi perhatian. (Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005)

Meskipun braket *stainless steel* mempunyai kadar nikel yang relatif rendah yaitu 6%, braket bebas nikel yang dapat menjadi alternatif pilihan adalah: braket *ceramic* (dari alumina polikristal, *single crystal sapphire* atau zirconia), braket polikarbonat (dari polimer plastik), braket lapis emas dan braket titanium. Penampilan yang transparan dan translusen dari *single crystal sapphire* dan alumina polikristal membuat bahan ini secara estetik menyenangkan, tetapi bahan ini bersifat abrasif apabila beradu dengan enamel. Estetika braket polimer juga

bagus, tetapi mempunyai masalah umum yaitu kurang kuat dan kaku. (Sianiwati Goenharto *and* Sjafei, 2005)

Titanium telah dikenal sebagai bahan yang sangat kompatibel dalam lingkungan mulut dan mempunyai integritas struktural yang lebih baik dari *stainless steel*. Meskipun braket titanium tidak mengandung nikel, *alloy* ini cenderung menyebabkan *galling*, *fretting* dan mempunyai nilai gaya geser tinggi, sehingga membuat mekanika pergeseran (*sliding*) lebih sulit. (Sianiwati Goenharto *and* Sjafei, 2005)

Kapur *et al* membandingkan braket *stainless steel* dan braket titanium yang dikeluarkan oleh pabrik yang sama yaitu Dentaurum. Lebar mesiodistal braket titanium ternyata 0,20 mm lebih besar daripada braket *stainless steel*. Hal ini menyebabkan kontak permukaan pada antar muka braket-kawat lebih besar, demikian juga regangan modul elastomerik untuk memegang kawat pada slot braket. Braket titanium juga mempunyai struktur kimia dan kekerasan yang berbeda apabila dibandingkan dengan *stainless steel*. Sifat mekanik titanium yang diinginkan pada penggunaan di bidang ortodonti adalah kekakuan yang rendah, elastisitas tinggi, dan mempunyai *shape memory effect*. Sifat ini menyebabkan dapatnya menggunakan *full size wire* selama perawatan, tetapi membiarkan braket berubah bentuk secara elastik dan menimbulkan reaksi terhadap kontrol tiga dimensi pergerakan gigi dengan *archwire* rektangular. Braket titanium mempunyai stabilitas dimensi tinggi sebagai hasil sifat metal yang baik. Dari studi ini dikatakan bahwa braket *stainless steel* menunjukkan nilai gaya geser statik dan kinetik lebih tinggi apabila ukuran kawat meningkat. Sedangkan braket titanium

menunjukkan gaya geser lebih rendah. Meskipun demikian Kusy *et al* telah melakukan evaluasi terhadap braket titanium dalam kondisi pasif. Ternyata pada pengukuran friksional, braket titanium sebanding dengan braket *stainless steel* baik dalam kondisi kering maupun basah. (Sianiwati Goenharto *and* Sjafei, 2005)

Braket titanium sampai saat ini masih cukup sulit didapatkan di pasaran Indonesia dan harganya relatif jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan braket *stainless steel*. Meskipun demikian dari sifat yang telah dibahas di atas maka dapat disimpulkan bahwa braket titanium dapat merupakan alternatif pengganti braket *stainless steel*, khususnya bila merawat pasien dengan riwayat hipersensitifitas. (Sianiwati Goenharto *and* Sjafei, 2005)

2. Braket *ceramic*

Pada pertengahan tahun 1980-an, pertama kali diperkenalkan dalam bidang ortodonti braket yang terbuat dari bahan *monocrystalline sapphire* dan *polycrystalline ceramic*. Braket ini kenal sebagai peranti estetika, yang berbeda dengan braket plastik, karena memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap beberapa gaya ortodonti dan tidak mudah berubah warna. Akan tetapi braket *ceramic* ini mempunyai kerugian karena tidak mampu membentuk ikatan kimia dengan resin *adhesive*, mudah retak, dapat merusak email, kesulitan dalam prosedur *debonding* dan resistensi friksi antara metal *archwire* dan braket *ceramic* yang tinggi. (Karamouzos, Athanasiou *and* Papadopoulos, 1997; Kannan, Nandhini *and* Padmavati, 2020)

Komposisi dari bahan braket *ceramic* adalah aluminium oksida, dan terdapat dua macam bahan *ceramic* yaitu *ceramic polycrystalline* yang dibuat

dengan menyatukan partikel aluminium oksida, dan *ceramic single-crystal* yang mengandung *single-crystal* dari aluminium oksida. *Ceramic* merupakan bahan braket yang biokompatibel. Ini juga merupakan bahan ideal karena kekuatan dan estetikanya, mempunyai karakteristik higienis, dan ramah terhadap jaringan. Braket *Ceramic* yang beredar dipasaran memiliki satu dari tiga struktural karakteristik: alumina monokristalin, polikristalin alumina, atau zirkonium. Alumina lebih keras dari *Stainless Steel*, tapi kegagalan dari sisi stiffness *Stainless Steel* adalah 20 sampai 50 kali lebih banyak dari dari *ceramic*. Braket mono alumina kristal lebih tahan dengan permukaan slot yang lebih halus dibandingkan dengan braket *ceramic* lainnya. Di sisi lain, braket alumina polikristalin memiliki permukaan yang kasar, dan sayapnya bisa patah di bawah tekanan torsi yang tidak terkendali. Braket zirkonium empat kali lebih kuat dari alumina polikristalin. (Siregar, 1996; Karamouzos, Athanasiou and Papadopoulos, 1997; Nanda and Tosun, 2012)

Proses pembuatan braket memegang peranan penting dalam performa klinis dari braket, braket polikristalin lebih banyak tersedia karena produksinya yang tidak begitu rumit. Perbedaan yang paling jelas antara braket polikristalin dan monokristalin adalah pada sisi *optical clarity*. Braket monokristalin terlihat lebih jernih daripada braket polikristalin sehingga tembus cahaya. Tetapi kedua jenis ini memiliki kelebihan yang sama yaitu resisten terhadap pewarnaan dan perubahan warna. (Karamouzos, Athanasiou and Papadopoulos, 1997)

Braket *ceramic* lebih tebal dan lebih mahal dari braket *stainless steel* dan mudah pecah. Selain itu bahan *ceramic* menyebabkan gesekan tinggi selama mekanisme geser. Karena itu, beberapa pabrikan memproduksi braket dengan slot

yang dilapisi *Stainless Steel* untuk mengurangi gesekan antara braket dan *wire*. Braket *ceramic* terkenal dengan kekerasan dan ketahanannya terhadap terjadinya degradasi pada suhu tinggi dan dari degradasi kimia. Braket metal memiliki daya gesek yang lebih kecil dari braket *ceramic*, hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh karena permukaan braket *ceramic* lebih kasar. Braket *ceramic* polikristalin memiliki koefisien gesekan yang lebih tinggi daripada *ceramic* monokristalin karena permukaannya lebih kasar dan lebih berpori. (Karamouzos, Athanasiou and Papadopoulou, 1997; Nanda and Tosun, 2012)

C. Archwire

Archwire merupakan elemen yang sangat penting dalam perawatan ortodonti karena *archwire* menghasilkan kekuatan biomekanik yang disalurkan melalui slot braket untuk menggerakkan gigi geligi. Umumnya ada empat macam tipe metal alloy yang digunakan sebagai *archwire* ortodonti, yaitu *stainless steel*, *cobalt-chromium*, *nickel-titanium*, CuNiTi dan β -*titanium*. Masing-masing kawat memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Kawat ortodonti *stainless steel* merupakan kawat yang paling sering digunakan saat ini dalam perawatan ortodonti. Kawat *stainless steel* dikenal juga sebagai baja tahan korosi Yang mengandung Besi (Fe), Karbon (C), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni). Harganya juga lebih ekonomis, namun proses pembuatan yang berbeda-beda dapat memengaruhi tingkat daya tahan korosi kawat *stainless steel*. Ada baiknya mempertimbangkan biaya *archwire* yang digunakan, walaupun tidak ada *archwire* ortodonti yang benar-benar ideal, namun pemilihan *archwire* nikel-titanium yang lebih mahal dapat sedikit diimbangi dengan pengurangan jumlah perubahan

archwire yang diperlukan selama perawatan ortodonti. (Jura, Tendeau and Anindita, 2015; Ardani *et al.*, 2017)

Di dalam rongga mulut, terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi *archwire* ortodonti, antara lain saliva, cairan dan makanan yang masuk kedalam mulut, suhu, fluktuasi, proses mastikasi dan kekuatan alat. Akibatnya proses gesekan atau biokorosi dapat terjadi. Hal ini dapat mempengaruhi fungsi elemen ortodonti yang digunakan sehingga menyebabkan perubahan pada struktur mikro, topografi permukaan dan sifat mekanik. (Bacela *et al.*, 2020)

1. *Uncoated* Nikel Titanium (NiTi) *Archwire*

Titanium adalah unsur terbanyak ke sembilan di kerak bumi dan terdistribusi secara luas. Karena afinitasnya yang besar terhadap oksigen dan unsur lain, titanium tidak terdapat dalam bentuk metal statis di alam, tetapi dalam bentuk mineral yang stabil. Bentuk umum mineral titanium adalah *ilmenite* dan *rutile* dalam bentuk titanium dioksida. Unsur titanium mula-mula ditemukan oleh Reverend William Gregor pada tahun 1790, tetapi baru pada tahun 1910 bentuk *pure* titanium pertama kali diproduksi, dan bahkan sampai sekarang titanium masih sangat mahal apabila dibandingkan dengan metal lain, misalnya *stainless steel*. (Proffit, 2019)

Nickle-Titanium alloys memiliki kemampuan luar biasa untuk memberikan gaya atau kekuatan aktivasi dalam jangka waktu panjang, menjadikan *archwire* ini pilihan selama *alignment* awal di ortodonti modern. *Nickle-Titanium alloys* pertama kali dikembangkan untuk program luar angkasa dan dinamakan nitinol (Ni, nikel, Ti titanium: NOL, Navn Ordnance Laboratory). Istilah NiTi selanjutnya

digunakan untuk merujuk pada kelompok bahan yang terbuat dari Nikel-Titanium. (Proffit, 2019)

Perawatan ortodonti cekat memiliki beberapa risiko dan komplikasi karena komponen logam yang dapat menimbulkan reaksi hipersensitivitas, seperti *archwire* yang bersama braket dilekatkan pada gigi untuk menimbulkan pergerakan gigi sesuai dengan yang diinginkan. Sebagian besar alat ortodonti tersebut dibuat menggunakan material *stainless steel* dan nikel titanium. Keduanya memiliki sifat yang tahan korosi, namun beberapa jenis zat yang masuk ke dalam mulut baik berupa makanan maupun minuman dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menyebabkan pH saliva yang asam pada pasien dan mengakibatkan terjadinya korosi atau degradasi logam. Korosi adalah suatu reaksi kimiawi antara logam dengan lingkungan yang membentuk oksida logam. Korosi basah merupakan termasuk jenis korosi di dalam rongga mulut atau bisa juga disebut dengan korosi elektrokimia. Rendaman *archwire* NiTi dan *stainless steel* dalam saliva buatan menyebabkan pelepasan ion Ni pada hari ke-7, dan ion Cr dan Fe terlepas pada hari ke-14. Rusaknya lapisan atau selaput pelindung *alloy* logam mengakibatkan mikro pit pada permukaan *archwire* dan braket. (Aditya *et al.*, 2022)

Secara klinis, ada dua bentuk titanium, yang pertama adalah dalam bentuk titanium murni (cpTi). Titanium murni adalah metal putih, *lustrous* dengan sifat densitas rendah, kekuatan tinggi dan daya tahan terhadap korosi yang sangat baik. Bentuk kedua adalah *alloy* titanium-6% alumunium-4% vanadium. *Alloy* ini mempunyai kekuatan yang lebih besar dari titanium murni. *Alloy* dipakai dalam

industri kapal terbang, militer oleh karena densitasnya yang rendah, kekuatan tarik yang besar (500 MPa) dan tahan terhadap temperatur tinggi. Keberhasilan penggunaan titanium secara klinis sehubungan dengan sifat mekaniknya yang baik, daya tahan terhadap korosi dan biokompabilitas yang sangat baik. (Proffit, 2019)

Toksisitas titanium sangat rendah dan ditoleransi baik oleh tulang maupun jaringan lunak. Percobaan pada hewan menunjukkan tidak adanya perubahan sel sehubungan dengan implan titanium. Konsentrasi unsur metal yang meningkat dapat dipantau pada jaringan penyangga melalui analisis spektrofotometri, meskipun demikian secara klinik tidak ditemui efek negatif. Adanya laporan tentang warna jaringan penyangga yang menjadi lebih gelap karena cpTi, mungkin disebabkan karena kekerasan yang rendah dan daya tahan terhadap abrasi yang rendah pada metal bukan *alloy*. Titanium merupakan metal yang paling tahan korosi. Metal ini sangat reaktif, dan sifat ini sangat menguntungkan, karena oksida yang terbentuk pada permukaan (TiO_2) sangat stabil dan mempunyai *passivating effect* terhadap metal. (Proffit, 2019)

Sifat-sifat NiTi *alloy* tidak didiskusikan tanpa pemahaman awal bahwa *alloy* mengandung lebih dari satu struktur kristal pada suhu intraoral. Pada suhu yang lebih tinggi dan tekanan yang rendah, *Alloy* tersebut berada dalam struktur *cubic* sederhana, disebut dengan istilah *austenite*. Pada suhu yang lebih rendah dan tekanan yang lebih tinggi, *Alloy* ini lebih stabil di tahap monoclinic disebut dengan istilah *martensit*. Meskipun banyak metal *alloy* tetapi mempunyai struktur kristal yang berbeda, keunikan NiTi adalah bahwa terdapat transisi antara dua

struktur sepenuhnya dapat dibalik dan dapat terjadi pada temperature intraoral. Fase transisi ini memungkinkan NiTi *alloy* tertentu dapat menunjukkan dua sifat yang luar biasa yang tidak ditemukan pada bahan *archwire* lainnya. (Proffit, 2019)

Sifat *Archwire* NiTi ditemukan oleh Buehler pada tahun 1968, tetapi diperkenalkan dan dikembangkan dalam bidang ortodonti oleh Andreasen dan Morrow. *Wire* Nitinol asli yang dipasarkan dengan nama tersebut pada akhir 1970-an oleh Unitek adalah wire M-NiTi, tanpa penerapan efek fase transisi. Sebagaimana diproduksi untuk penggunaan ortodonti, Nitinol sangat lentur dan cukup kuat tetapi memiliki kemampuan bentuk yang buruk. Pada tahun 1980-an, *wire* nikel-titanium baru dengan butir austenitik (A-NiTi) muncul. *Wire* ini (Sentinol, GAC, Tembaga NITI, Ormco/Sybron dan beberapa merek dagang lain dari pabrikan yang lain) menunjukkan superelastisitas dan atau *shape memory* dalam berbagai derajat. Titanium *alloy wire* di pasarkan dengan nama *smart wire*, *shape memory wires*, *superelastic wires* dan lain-lain. (Nanda and Tosun, 2012; Proffit, 2019)

Tiga karakteristik utama *archwire* NiTi yang membuatnya berbeda dari *stainless steel wire* dan chrome-cobalt adalah: elastisitas tinggi, *shape memory*, dan ketahanan terhadap deformasi permanen. Untuk ortodontist, *wire* bending dalam pengertian klasik tidak mungkin dilakukan dengan *wire* A-NiTi karena mengalami deformitas plastis hingga sangat berubah bentuk. *Wire* dapat dibentuk dan sifatnya dapat diubah, dengan memanaskan *wire*. Miura dkk adalah orang pertama kali yang menunjukkan bahwa memungkinkan untuk memposisikan ulang gigi pada gips gigi ke oklusi pasca perawatan yang diinginkan, braket di set-

up dan memasukkan A-NiTi ke dalam braket kemudian melakukan *heat-treatment* pada *wire* sehingga “*memorizes*” bentuknya dengan gigi pada posisi yang diinginkan. Penggabungan *wire* biasanya diperlukan pada tahap akhir perawatan. dalam sebuah teori, hal ini memungkinkan jenis perawatan tertentu dilakukan dengan *single wire*, yang secara progresif membawa gigi ke posisi yang telah ditentukan sebelumnya. Konsep ini sama dengan pendekatan Edward Angle untuk ekspansi rahang. Saat ini, pendekatan ini digunakan terutama dalam pabrikan dengan *computer-assisted* dari *archwire* awal untuk ortodonti lingual. (Nanda and Tosun, 2012; Proffit, 2019)

2. Coated Nikel Titanium (NiTi) Archwire

Permintaan masyarakat akan peranti ortodonti estetik saat ini semakin mengalami peningkatan, sehingga menyebabkan perkembangan teknologi bagi produsen dalam memproduksi *archwire* yang dilapisi bahan yang estetik dan terlihat sama dengan warna gigi. Terdapat 2 bentuk *archwire* ortodonti estetik: *fiber-reinforced composite* dan *coated metal*. *fiber-reinforced composite* masih dalam tahap penelitian dan tidak tersedia secara komersial. *Coated metal archwire* saat ini merupakan satu-satunya *archwire* ortodonti estetik yang tersedia untuk penggunaan klinis. *Archwire* estetika yang saat ini tersedia dipasaran terdiri dari *archwire* metal yang dilapisi dengan bahan estetika seperti *polytetrafluoroethylene*/ teflon, *epoxy*, polimer, *gold* dan rhodium. Bahan yang digunakan dalam pelapisan dari *polytetrafluoroethylen* mensimulasikan warna gigi. Lapisan *epoxy* dibuat dengan proses penyimpanan yang melapisi dasar *wire* dengan ketebalan resin *epoxy* sekitar 0,002. Dengan demikian, adhesi yang kuat

dicapai antara lapisan *epoxy* dan *wire*. (Elayyan, Silikas and Bearn, 2010; Costa Lima *et al.*, 2019; Hasipek, Senisik and Çetin, 2019; Mohammed and AL-Juborri, 2020)

Lapisan *coating archwire* ortodonti mempengaruhi karakteristik permukaannya, sehingga ketebalannya, kekasaran permukaan, perlekatan bakteri, sifat mekanik, sifat korosif, tahan gores, stabilitas lapisan, dan sifat friksinya turut menjadi perhatian. Beberapa peneliti telah menyelidiki perubahan sifat fisik dan gaya friksi *archwire* estetik yang dihubungkan dengan kekasaran permukaan lapisan pelapis *coated archwire*. Bahan pelapis Rhodium dan teflon adalah pelapis yang paling banyak digunakan untuk melapisi *archwire* ortodonti nikel titanium dan *stainless steel*. Jenis *coated archwire* yang dilapisi rhodium meningkatkan kekasaran permukaan dan akibatnya meningkatkan friksi, sementara *archwire* yang dilapisi teflon memiliki permukaan yang lebih halus dan menunjukkan jumlah friksi paling sedikit sehingga diperoleh gerakan *sliding* yang lebih baik. (Mohammed and AL-Juborri, 2020)

Archwire nikel-titanium superelastis (NiTi) dapat dilapisi sepenuhnya atau hanya pada permukaan labialnya saja. Pelapis ini terutama berupa resin *epoxy* dan *polytetrafluoroethylene*, yang membuatnya dilirik oleh bidang resin plastik seperti resin sintesis yang mengandung fluor atau resin epoksi terutama terdiri ortodonti karena koefisien gesekannya yang rendah, estetik, stabil, dan material *antiadherent*. Awalnya, semua permukaan *archwire* dilapisi; kemudian dipasarkan *archwire* dengan lapisan hanya pada permukaan bukal karena implikasi pelapisan pada mekanika geser/*sliding*. *Archwire* metal berlapis meningkatkan penampilan

peranti ortodonti cekat, tetapi mempunyai kekasaran permukaan yang tinggi, menyebabkan kerusakan mekanis, lebih korosi, masalah yang berkaitan dengan perubahan warna, dan pengelupasan lapisan. Dalam situasi klinikal, delaminasi, *ditching*, retak, dan perubahan warna telah ditemukan. Hilangnya sebagian atau seluruh permukaan pelapis/*coating* dapat menyebabkan kerusakan mekanis dan sifat estetika. Selain itu, paparan dari lingkungan mulut dan noda makanan menyebabkan ketidakstabilan warna bahan pelapis. (Ulhaq *et al.*, 2017; Costa Lima *et al.*, 2019)

Coated archwire dianggap sebagai salah satu solusi yang dapat diterima untuk menyelesaikan keluhan pasien dalam hal estetika selama perawatan ortodonti. Metal *archwire* dilapisi dengan polimer berwarna gigi seperti teflon ataupun resin *epoxy*, diproduksi oleh berbagai produsen untuk memenuhi permintaan estetik dari pasien. Akan tetapi kesuksesan menyelesaikan masalah estetik harus dibarengi dengan performa peranti yang efisien. Kemungkinan terdapat pengurangan ketebalan asli *archwire* untuk mengakomodasi pelapisan permukaan *archwire*, hal ini dapat mengubah sebagian sifat *archwire*, terutama beban defleksinya. Topografi permukaan memegang peranan penting dalam menentukan efisiensi *archwire*. *Coated archwires* dengan bahan yang berbeda dan pengelupasan lapisannya selama penggunaan klinikal dapat mengubah kekasaran permukaan. Fakta bahwa lapisan teflon menambah ketebalan minimal 0,0008-0,001 inci ke *archwire*, sementara lapisan *epoxy* menambah sebesar ketebalan 0,002 inci ke *archwire*, sehingga pelapis dari bahan *epoxy* lebih tebal dari pada

lapisan teflon dan menghasilkan inti dalam NiTi yang lebih kecil.(Dokku *et al.*, 2018)

Beberapa penulis telah menyarankan bahwa peningkatan kekasaran permukaan *archwire*, korosi, dan adanya debris selama penggunaan klinisnya, dapat memfasilitasi adhesi mikroorganisme. Namun, tidak terdapat cukup bukti klinis untuk mengkonfirmasi korelasi ini. Kontrol kesehatan periodontal dan lesi *white spot* serta pencegahan karies merupakan faktor penting untuk mencapai kesuksesan perawatan ortodonti. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan peranti ortodonti meningkatkan perubahan spesifik dalam lingkungan mulut, termasuk penurunan pH dan peningkatan kadar mikroorganisme dalam saliva dan biofilm. Adhesi mikroorganisme ke peranti ortodonti mungkin mempunyai pengaruh pada demineralisasi email dan perkembangan penyakit periodontal, selain kemungkinannya dalam mengganggu mekanika ortodonti. Oleh karena itu, studi yang mengevaluasi aspek mikrobiologi dan bahan/material ortodonti harus didorong. (Costa Lima *et al.*, 2019)

D. *Lactobacillus Acidophilus*

1. Klasifikasi

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Species	: <i>Lactobacillus acidophilus</i> . (Samaranayake, 2018)

2. Morfologi dan Gambaran Klinis

Lactobacillus acidophilus dapat tumbuh baik dengan oksigen ataupun tanpa oksigen, dan bakteri ini dapat hidup pada lingkungan yang sangat asam sekalipun, seperti pada pH 4-5 atau dibawahnya dan bakteri ini merupakan bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai satu-satunya produk akhir. Karena adanya sifat *Lactobacilli* yang mempunyai kemampuan untuk mentolerir lingkungan asam maka diyakini berkaitan dengan terjadinya karies pada manusia dan hewan. Taksonomi *Lactobacilli* sangat kompleks. Dua kelompok utama *Lactobacilli*: homofermenter, yang menghasilkan terutama asam laktat (65%) dari fermentasi glukosa (misalnya, *Lactobacillus casei*), dan heterofermenter, yang menghasilkan asam laktat serta asetat, etanol dan karbondioksida (misalnya *Lactobacillus fermentum*). *L. casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* dan *Lactobacillus Oris*, sering terdapat di rongga mulut. (Byun *et al.*, 2004; Samaranyake, 2018; Hakim, Fakhrurazi and Editia, 2019)

Lactobacillus acidophilus merupakan salah satu bakteri penting yang terdapat di dalam saluran pencernaan, vagina, dan rongga mulut. Bakteri ini tergolong Gram positif dan tidak membentuk spora. Bakteri ini berbentuk batang panjang serta bersifat anaerob fakultatif. *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri yang tidak dapat tumbuh pada suhu 15°C dan tidak memfermentasi ribose, bakteri ini dapat hidup dalam suhu 35°C- 38°C dan tumbuh optimal pada pH 5,5-6. *Lactobacillus acidophilus* membutuhkan nutrisi berupa asam asetat, riboflavin, asam pantotenat, kalsium, niasin dan asam folat. *Lactobacillus acidophilus*

dikategorikan sebagai bakteri probiotik. Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang apabila diberikan dalam jumlah yang cukup, memberikan manfaat kesehatan pada *host*. Penggunaan probiotik untuk mencegah dan mengobati berbagai penyakit diare serta untuk menjaga kesehatan pencernaan secara umum telah mendapatkan dukungan dalam beberapa tahun terakhir. (Samaranayake, 2018; Hakim, Fakhrurazi *and* Editia, 2019)

Lactobacillus acidophilus adalah bakteri penyebab karies yang paling dominan diantara spesies *Lactobacillus* lainnya. Bakteri ini mampu melekat pada permukaan email, baik secara langsung maupun melalui saliva. *Lactobacillus acidophilus* menghasilkan bakteriosin yang berfungsi untuk menghambat bakteri lainnya, sehingga mampu bersaing dengan bakteri lain dan dapat tumbuh dengan baik meskipun terdapat bakteri lainnya. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang dapat tumbuh dalam keadaan anaerob dan sering menjadi agen penyebab terjadinya lesi karies sekunder yang dapat mempercepat proses demineralisasi yang berperan dalam proses perkembangan dan kelanjutan dari karies. (Ahumada *et al.*, 2003; Mhaske *et al.*, 2015; Busman, Edrizal *and* Utami, 2020)

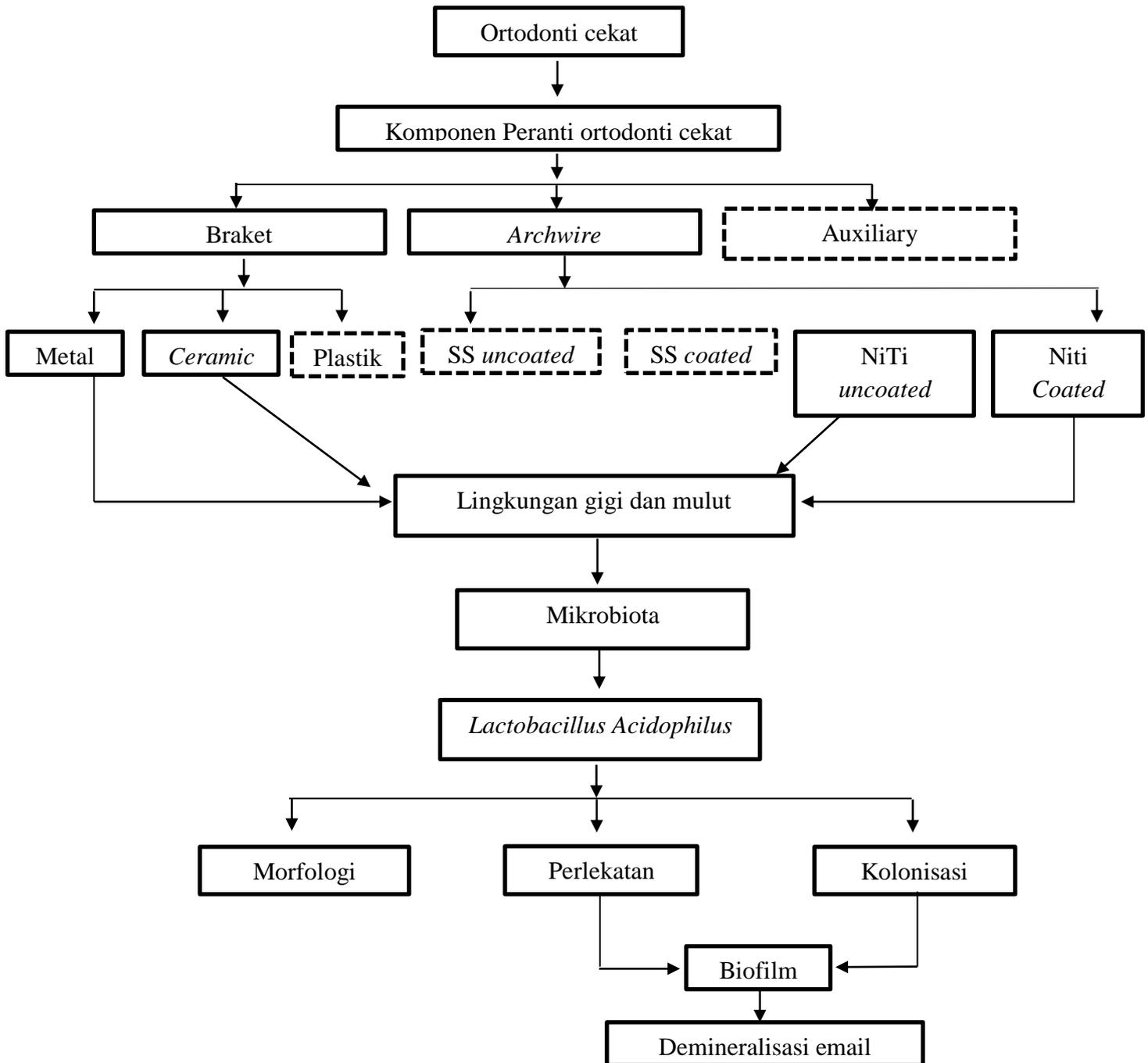
Lactobacillus acidophilus dan *Streptococcus mutans* di dalam rongga mulut menghasilkan asam laktat dari gula yang difermentasikan sehingga menyebabkan pH plak menurun, jika penurunan pH terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan demineralisasi pada permukaan akar gigi. Di antara beberapa organisme patogen yang terakumulasi dan berkoloni dalam bentuk plak, *Lactobacillus* tidak memainkan peran utama pada tahap inisiasi tetapi penting

dalam perkembangan lesi. Bakteri ini memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan asam organik (asam laktat) sehingga mengubah pH rongga mulut menjadi asam. Bila lapisan terluar gigi yaitu email gigi telah rusak maka bakteri dapat masuk ke lapisan yang lebih dalam yang disebut dentin, dan jika hal ini terus dibiarkan tanpa adanya perawatan maka proses perkembangan karies akan terus berlanjut. Pencegahan lesi menjadi sesuatu yang harus diperhatikan oleh ortodontis, karena lesi yang dihasilkan tidak estetik, tidak sehat, dan berpotensi *irreversible*. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju *Lactobacillus acidophilus* pada saliva adalah asupan karbohidrat. Sejumlah *Lactobacillus* yang terisolasi dari lidah, plak gigi dan saliva menunjukkan sifat hidrofobik tingkat sedang sampai tingkat tinggi. (Badet *and* Thebaud, 2008; Mhaske *et al.*, 2015; Hakim, Fakhurrazi *and* Editia, 2019)

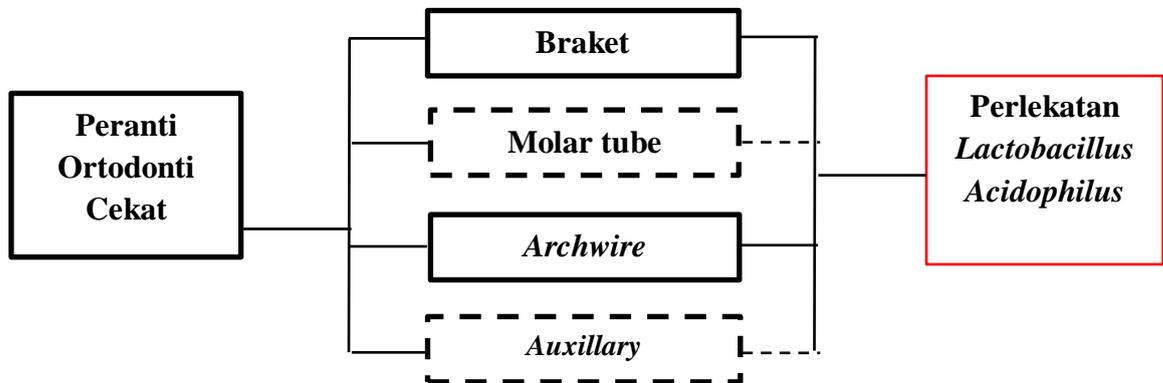
BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, DAN HIPOTESIS

A. KERANGKA TEORI



B. Kerangka Konsep



Keterangan :



C. Identifikasi Variabel Penelitian

1. Variabel independen : Braket *ceramic*, braket metal, *coated* NiTi *archwire*, dan *uncoated* NiTi *archwire*.
2. Variabel dependen : *Lactobacillus acidophilus*
3. Variabel terkontrol : Suhu inkubasi, waktu inkubasi, media pertumbuhan bakteri

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Skala
Braket <i>ceramic</i>	Braket konvensional sistem <i>Straight-wire appliance</i> berbahan <i>ceramic</i>	-	-
Braket metal	Braket konvensional sistem <i>Straight-wire appliance</i> berbahan metal	-	-

<i>Coated NiTi archwire</i>	NiTi <i>Archwire</i> yang dilapisi bahan <i>epoxy</i>	-	-
<i>Uncoated NiTi archwire</i>	NiTi <i>Archwire</i> yang tanpa pelapis	-	-
Perlekatan <i>Lactobacillus Acidophilus</i>	Jumlah perlekatan <i>Lactobacillus Acidophilus</i> pada braket metal, braket <i>ceramic, coated NiTi archwire</i> dan <i>uncoated NiTi archwire</i> dinilai berdasarkan nilai <i>Optical Density (OD)</i> . Semakin tinggi nilai <i>OD</i> maka semakin tinggi perlekatan <i>Lactobacillus Acidophilus</i> . Sebaliknya semakin rendah nilai <i>OD</i> maka semakin rendah perlekatan <i>Lactobacillus Acidophilus</i>	Elisa Microplate <i>Reader</i>	Skala ratio

E. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket metal-*coated archwire* dengan braket metal-*uncoated archwire*.
2. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket *ceramic-uncoated archwire*.
3. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket metal-*uncoated archwire*.
4. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-coated archwire* dengan braket metal-*coated archwire*.

5. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket *metal-coated archwire*.
6. Terdapat perbedaan perlekatan bakteri *Lactobacillus Acidophilus* pada braket *ceramic-uncoated archwire* dengan braket *metal-uncoated archwire*.