

**Perbandingan Perlekatan *Streptococcus Mutans* Pada Braket
Metal-Keramik Dengan *Archwire* Ortodonti *Coated – Uncoated*:
Studi In Vitro**

TESIS



OLEH

Andi Kurniati

J055192003

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

**Perbandingan Perlekatan *Streptococcus Mutans* Pada Braket
Metal-Keramik Dengan *Archwire* Ortodonti *Coated – Uncoated*:
Studi In Vitro**

TESIS

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



Disusun dan Diajukan Oleh:

Andi Kurniati

J055192003

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

**Perbandingan Perlekatan *Streptococcus Mutans* Pada Braket Metal-Keramik
Dengan Archwire Ortodonti Coated – Uncoated: Studi In Vitro**

Oleh:

Andi Kurniati

J055192003

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

Makassar, Desember 2022

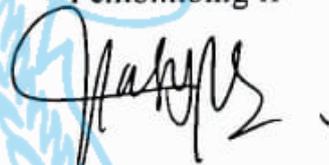
Pembimbing I



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

NIP. 196912312005011014

Pembimbing II



drg. Nasyratun Hidayati, M.KG, Sp. Ort (K)

NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

Ortodonti FKG UNHAS



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

NIP. 197908192006041001

PENGESAHAN TESIS

**Perbandingan Perlekatan *Streptococcus Mutans* Pada Braket Metal-Keramik
Dengan *Archwire* Ortodonti *Coated – Uncoated: Studi In Vitro***

Disusun dan diajukan oleh

Andi Kurniati

J055192003

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Tulis Akhir
Pada tanggal 16 Desember 2022
dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan ilmiah

Menyetujui

Makassar, Desember 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



drg. Baharuddin M Ranggung, Sp. Ort (K)
NIP. 196912312005011014



drg. Nasyras Hidayati, M.KG, Sp. Ort (K)
NIP. 198812162019044001

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

Program Studi Ortodonti FKG UNHAS



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

Dekan, Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanudin



drg. Utan Sugianto, M. Med. Ed., Ph.D.
NIP. 198102152008011009

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS
PADA TANGGAL, 16 DESEMBER 2022

PANITIA PENGUJI TESIS

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

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

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

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)

Program Studi Ortodonti FKG UNHAS



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

NIP. 197908192006041001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Kurniati

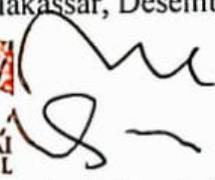
NIM : J055192003

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


51986AKX437810622
METERAI
TEMPEL
Andi Kurniati

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran 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 *Streptococcus Mutans* Pada Braket Metal-Keramik Dengan *Archwire* Ortodonti *Coated – 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 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 yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

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 dan dosen PPDGS Ortodonti FKG Universitas Hasanuddin yang telah memberikan saran, kritik, masukan, arahan, dan bimbingan serta senantiasa memberikan dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan Pendidikan Spesialis di bidang Ortodonti,
4. **drg. Baharuddin M Ranggung, Sp. Ort (K), drg. Nasyrah Hidayati, M.KG, Sp. Ort (K)**, selaku pembimbing pertama yang telah memberikan

memberikan saran, arahan, masukan dan bimbingan untuk menyelesaikan karya tulis ini,

5. **DR. drg. Eka Erwansyah, M. Kes, Sp. Ort (K), DR. drg. Eddy Heriyanto Habar, Sp. Ort (K), dan drg. Zilal Islamy Paramma, Sp. Ort**, selaku penguji yang telah memberikan saran, kritik, masukan, arahan, dan bimbingan sehingga karya ilmiah ini dapat menjadi lebih baik,
6. Suami tercinta **dr. Muhammad Sofyan** dan Anak-anakku tersayang **Siti Muthiah Sofyan** dan **Siti Shofiyah Sofyan**, Kedua orangtua, **Alm. Andi Awaluddin Baso** dan **Almh. Andi Darmating** dan saudara-saudara tersayang yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, pengertian, kesabaran dan segala dukungan dalam bentuk moril dan materil yang tidak dapat dinilai dengan apapun serta selalu menjadi motivasi dan penyemangat untuk menyelesaikan Pendidikan,
7. Teman-teman angkatan 1 PPDGS Ortodonti Unhas **Prof.drg. Mansjur Nasir,Ph.D., drg. Eva Novawaty, drg. Aulina Nur Bahrn, drg. Suhesti Suronoto, drg. Andi Gerwyn Dewanta Putra, drg. Azrul Hidayat**, Junior PPDGS Ortodonti UNHAS, angkatan **II, III, IV, V, VI** 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.

Akhirnya dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang penulit tidak disebutkan datu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, ridha dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat bagi banyak orang.

Makassar, Desember 2022

Andi Kurniati

Abstract

Introduction: Placement of orthodontic appliances can cause bacterial attachment and affect changes in environment of oral cavity, composition of normal flora, and concentration of bacteria, *Streptococcus mutans*. The aim of this study was to compare the adhesion of *Streptococcus mutans* to metal and ceramic brackets ligated with coated and uncoated archwire.

Methods: Samples were metal brackets, ceramic brackets, coated archwire, and uncoated archwire. A total of 40 samples were divided into four treatment groups, consisting of 10 samples for each group. Group I metal bracket with coated archwire, group II metal bracket with uncoated archwire, group III ceramic bracket with coated archwire, and group IV ceramic bracket with uncoated archwire, using *Streptococcus mutans* ATCC25175 strain. Attachment was calculated using Elisa Reader based on Optical Density's value. Statistical analysis uses SPSS version 26.0, Kruskal-Wallis test, and then continued with Mann-Whitney (post hoc) test.

Result: *Streptococcus mutans* adherence was higher in group IV, then group III, followed by group II, and the lowest in group I. The results of Mann-Whitney test showed a significant ratio of attachment of *Streptococcus mutans* in groups I to III, I to IV, and II to IV ($p < 0.05$).

Conclusion: The results showed differences in the attachment of *Streptococcus mutans* to various orthodontic appliances; i.e highest attachment in the combination of ceramic bracket-uncoated archwire, then ceramic bracket-coated archwire, followed by metal bracket-uncoated archwire and the lowest was the metal bracket-coated archwire.

Keyword: Ceramic bracket, Coated archwire, Metal bracket, *Streptococcus mutans*, Uncoated archwire

Abstrak

Latar belakang: Penempatan peranti ortodonti dapat menyebabkan perlekatan bakteri yang mempengaruhi perubahan lingkungan dalam rongga mulut, komposisi flora normal dan perubahan pada konsentrasi bakteri, khususnya bakteri *Streptococcus mutans*. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbandingan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket metal dan keramik yang diikat dengan archwire coated dan uncoated.

Metode: Sampel penelitian adalah braket logam, braket keramik, *coated archwire* dan *uncoated archwire*, Sampel sebanyak 40, dibagi menjadi empat kelompok perlakuan yang terdiri dari 10 sampel untuk setiap kelompok perlakuan. Kelompok I braket logam dengan *coated archwire*, kelompok II braket logam dengan *uncoated archwire*, kelompok III braket keramik dengan *coated archwire*, kelompok IV braket keramik dengan *uncoated archwire*, menggunakan strain *Streptococcus mutans* ATCC2517. Perlekatan dihitung menggunakan Elisa Reader berdasarkan nilai Optical Density. Analisis menggunakan SPSS versi 26.0, Uji Kruskal Wallis kemudian dilanjutkan uji *Mann-Whitney (Post Hoc)*.

Hasil: Perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* lebih banyak pada kelompok IV, kemudian kelompok III, diikuti kelompok II dan paling rendah kelompok I. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan perbandingan perlekatan *streptococcus mutans* yang signifikan pada kelompok I dengan III, kelompok I dengan IV, kelompok II dengan IV ($p < 0,05$).

Kesimpulan: Hasil penelitian menunjukkan perbedaan perlekatan *Streptococcus mutans* terhadap berbagai peranti ortodonti yaitu perlekatan paling tinggi pada kombinasi braket keramik-*uncoated archwire* kemudian braket keramik-*coated archwire* diikuti braket logam-*uncoated archwire* dan paling rendah braket logam-*coated archwire*.

Kata Kunci: Braket keramik, Braket logam, *Coated archwire*, *Streptococcus mutans*, *Uncoated archwire*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	VI
<i>ABSTRACT</i>	VIII
ABSTRAK.....	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK	X
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
1. Tujuan Penelitian Umum.....	6
2. Tujuan Penelitian Khusus.....	6
D. Manfaat Penelitian	7
1. Manfaat Pengembangan Ilmu	7
2. Manfaat Aplikatif.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. PERAWATAN ORTODONTI	8
1. Braket Ortodonti.....	8
a. Braket Logam Ortodonti	9
b. Braket Keramik Ortodonti.....	10
2. Archwire.....	13
a. Uncoated Archwire.	15

b. Coated Archwire.....	17
B. <i>Streptococcus Mutans</i>	21
1. Sejarah <i>Streptococcus Mutans</i>	21
2. Morfologi <i>Streptococcus Mutans</i>	22
3. Kolonisasi <i>Streptococcus Mutans</i>	23
4. Perlekatan <i>Streptococcus Mutans</i>	25
C. Hubungan Braket, Archwire, dan Bakteri <i>Streptococcus Mutans</i>	27
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, HIPOTESA.....	29
A. Kerangka Teori.....	29
B. Kerangka Konsep.....	30
C. Variabel Penelitian.....	31
1. Variabel Penelitian.....	31
2. Variabel Dependen.....	31
3. Variabel Antara.....	31
4. Variabel Terkendali.....	31
D. Hipotesis Penelitian.....	31
BAB IV METODE PENELITIAN.....	33
A. Jenis Penelitian.....	33
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	33
C. Populasi dan Sampel.....	33
D. Kriteria Penelitian.....	34
E. Definisi Operasional.....	35
F. Alat dan Bahan.....	35
G. Prosedur Penelitian.....	37
H. Analisis Data.....	39
I. Alur Penelitian.....	40
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Hasil Penelitian.....	41
B. Pembahasan.....	44

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
DAFTAR LAMPIRAN	63
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL DAN GRAFIK

Tabel 1.	Hasil uji normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> kelompok I,II,III dan IV42
Tabel 2.	Rerata jumlah perlekatan bakteri dan standar deviasi pada kelompok 1, II, III, IV.....42
Grafik1.	Rerata jumlah perlekatan bakteri dan standar deviasi pada kelompok 1, II, III dan IV43
Grafik 2.	Rerata jumlah perlekatan bakteri dan standar deviasi pada kelompok 1, II, III dan IV.....43
Tabel 3.	Perbedaan jumlah perlekatan <i>streptococcus mutans</i> antar kelompok I,II,III dan IV44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Ilmu dan teknologi perawatan ortodonti semakin hari semakin berkembang seiring dengan meningkatnya tuntutan kebutuhan masyarakat yang semakin menyadari bahwa fungsi gigi geligi tidak hanya sebagai alat untuk menguyah makanan tetapi juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam penampilan. Penampilan fisik merupakan kontributor yang sangat berpengaruh pada penampilan wajah. Sebagai bagian dari struktur wajah, gigi mempunyai peran penting karena kebanyakan orang seringkali memperhatikan susunan dan kesejajaran gigi geligi. Perawatan ortodonti merupakan salah satu perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk meningkatkan penampilan dan profil wajah, memperbaiki maloklusi dan fungsi kunyah, mencegah kerusakan jaringan serta mengembalikan fungsi rongga mulut yang baik. Kepopuleran perawatan ortodonti di tengah masyarakat juga menuntut peranti ortodonti yang lebih estetik selama perawatan ortodonti, sehingga mendorong pengembangan peranti ortodonti cekat khususnya braket dan *archwire* yang menggabungkan estetika yang dapat diterima pasien dan kinerja teknis yang memadai bagi ortodontis. Untuk itu, diperkenalkan braket keramik dan *coated archwire* yang lebih estetik dibandingkan dengan jenis braket dan *uncoated archwire* yang terbuat dari logam. Dalam praktek ortodonti, *coated archwire* dapat dipilih

sebagai pengganti *uncoated archwire* sesuai dengan permintaan estetika pasien dan pertimbangan klinik pada perawatan ortodonti. (Ardhana, 2013, Fatima, 2020, Herwanda, Arifin and Lindawati, 2016, Irawan, Suparwitri and Hardjono, 2014, Taha, El-Fallal and Degla, 2016)

Salah satu tantangan terbesar dalam perawatan ortodonti adalah menjaga kebersihan mulut, hal ini dikaitkan dengan kesulitan dalam tindakan *oral hygiene*. Penempatan braket, *archwire* dan asesoris lainnya memperburuk kondisi ini dengan menjadi tempat retensi plak. Oleh karena itu, perawatan ortodonti cekat dapat menyebabkan perubahan lingkungan dalam rongga mulut, komposisi flora normal dan perubahan pada konsentrasi bakteri, khususnya bakteri *Streptococcus Mutans*. *Streptococcus mutans* adalah bakteri berperan dalam pembentukan karies gigi. *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam yang berperan dalam proses demineralisasi gigi. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk mengagregat spesies bakteri lainnya pada tahap kolonisasi awal pembentukan plak gigi, mereka mampu mengikat untuk inang yang berbeda dari beberapa jenis molekul. Perlekatan *Streptococcus mutans* dianggap memainkan peran kunci terjadinya demineralisasi email, *white spot* dan karies. Demineralisasi email disebabkan oleh asam organik dari bakteri mulut, dan *Streptococcus Mutans* adalah bakteri paling utama karena aktivitasnya dalam membentuk polimer ekstraseluler yang tidak larut dan memproduksi asam. *Streptococcus mutans* dianggap sebagai patogen utama karies gigi yang meningkat setelah pemasangan braket

ortodonti. Studi mikrobiologi menyatakan bahwa setelah pemasangan peranti ortodonti cekat, jumlah bakteri meningkat secara signifikan, terutama strain *Streptococcus mutans*, sehingga menyebabkan lingkungan rongga mulut menjadi tidak seimbang dan memungkinkan munculnya penyakit. Meskipun biofilm gigi terdiri atas banyak spesies bakteri, diyakini bahwa *streptococcus mutans* terlibat dalam perkembangan lesi karies awal. (Saloom, Mohammed-Salih and Rasheed, 2013,(Morita *et al.*, 2017, Marchelina, G. A. Regina, P. S. Anindit, 2016, Barcellos Fernandes *et al.*, 2022, Al-Sheakli and Al-Lami, 2014)

Beberapa penelitian melaporkan bahwa penempatan peranti ortodonti cekat menyebabkan peningkatan volume dan jumlah *Streptococcus* pada plak gigi. Penelitian ini berhubungan dengan bahan peranti ortodonti cekat dengan menilai tingkat perlekatan *Streptococcus mutans* pada berbagai jenis braket dan *archwire* ortodonti untuk menentukan jenis bahan mana yang memiliki tingkat kapasitas retensi *Streptococcus mutans* yang lebih tinggi. Penelitian tentang perbandingan jenis bahan peranti cekat terhadap perlekatan mikroorganisme menyimpulkan bahwa peranti ortodonti seperti braket keramik dan *coated archwire* menunjukkan perlekatan paling rendah terhadap *Streptococcus mutans* dibandingkan dengan braket logam dan *uncoated archwire* berbahan logam. Penelitian lainnya melaporkan bahwa braket logam dan memiliki jumlah bakteri lebih sedikit dibandingkan dengan braket keramik, sementara penelitian lainnya menyebutkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah bakteri antara kedua jenis braket dan *archwire*

tersebut. Pada sebuah studi, braket logam ditemukan dapat menginduksi perubahan spesifik pada lingkungan rongga mulut seperti penurunan tingkat pH dan afinasi bakteri ke permukaan logam karena reaksi elektrostatik, selain itu juga dapat meningkatkan akumulasi plak dan peningkatan jumlah *Streptococcus mutans*. Namun demikian, penelitian lain yang meneliti tentang kemungkinan perbedaan dalam afinasi awal dan perlekatan bakteri pada braket logam dan keramik dari waktu ke waktu tidak menunjukkan hasil yang meyakinkan, oleh karena itu, sulit untuk membuat penilaian yang jelas bahwa braket logam memiliki efek kariogenik yang lebih rendah pada gigi dibandingkan braket keramik. (Al-Sheakli and Al-Lami, 2014, Bahirrah, 2004, Raji *et al.*, 2014, Tristán López *et al.*, 2015)

Keberhasilan perawatan ortodonti terletak pada koreksi oklusi yang baik tanpa mempengaruhi kesehatan gigi dan jaringan pendukung, hal ini menjadi tanggung jawab spesialis ortodonti dalam pencegahan terjadinya karies gigi selama perawatan. Dengan adanya upaya untuk menghambat perkembangan lesi karies pada pasien ortodonti yang difokuskan pada pengendalian biofilm bakteri disekitar braket dan *archwire* dan adanya laporan kontroversial tentang peran berbagai jenis braket pada perlekatan *Streptococcus mutans*, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan tujuan untuk membandingkan pengaruh jenis bahan braket dan desain *archwire* ortodonti yang berbeda terhadap perlekatan bakteri *Streptococcus mutans*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di depan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket logam – *uncoated archwire*?
2. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket keramik – *coated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*?
3. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket keramik – *coated archwire*?
4. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *uncoated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*?
5. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*?
6. Apakah ada perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket keramik – *coated archwire* dengan braket logam – *uncoated archwire*?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Penelitian Umum

Untuk mengetahui perbandingan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada kombinasi penggunaan braket logam-keramik dengan *coated - uncoated archwire*.

2. Tujuan Penelitian Khusus

- a. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket logam – *uncoated archwire*
- b. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket keramik – *coated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*
- c. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket keramik – *coated archwire*
- d. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *uncoated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*
- e. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam – *coated archwire* dengan braket keramik – *uncoated archwire*
- f. Untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket keramik – *coated archwire* dengan braket logam – *uncoated archwire*

D. Manfaat Penelitian.

1. Manfaat Pengembangan Ilmu

- a. Menambah pengetahuan ilmiah tentang perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada braket logam-keramik dan *coated – uncoated archwire* untuk pencegahan dan pengendalian jumlah *Streptococcus mutans* terhadap terjadinya karies pada pasien ortodonti
- b. Penelitian ini diharapkan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, dengan kajian yang lebih luas dan mendalam untuk bidang kedokteran gigi pada umumnya dan bidang ortodonti pada khususnya.

2. Manfaat Aplikatif

- a. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan perawatan ortodonti dalam pemilihan peranti ortodonti cekat dalam hal perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* untuk mencegah pembentukan karies dan menjaga kesehatan periodontal pada pasien
- b. Menambah informasi bagi tim ortodonti dalam melakukan evaluasi perawatan dan pemilihan jenis peranti bagi pasien ortodonti untuk mengurangi pembentukan karies dan menjaga kesehatan periodontal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perawatan Ortodonti.

Perawatan ortodonti adalah salah satu jenis perawatan yang dilakukan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan mendapatkan penampilan dentofasial dan dentoskeletal yang menyenangkan secara estetika dan fungsional. Untuk dapat melakukan perawatan tersebut maka diperlukan peranti ortodonti, yang terdiri dari dua jenis yaitu peranti lepasan dan peranti cekat. Peranti ortodonti cekat adalah peranti yang melekat pada permukaan gigi sehingga tidak bisa dilepas sendiri oleh pasien. Peranti ini terdiri dari dua komponen yaitu komponen aktif dan pasif. Komponen aktif meliputi *separators, archwire, elastics, elastomers, springs* dan *magnets*. Sedangkan komponen pasif meliputi *band, braket, buccal tubes, lingual attachment, lock pin* dan *ligature wire*. (Bahirrah, 2004, Rahardjo, 2016, Iin Sundari, Rafinus Arifin, 2017)

1. Braket Ortodonti.

Salah satu komponen penting dalam peranti ortodonti cekat adalah braket. Braket adalah komponen pasif dari peranti cekat yang berfungsi sebagai pegangan yang direkatkan di email untuk mentransfer gaya yang diberikan oleh *archwire* yang diaktifkan ke gigi. 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*. (S Gowri Sankar, PS Viswapurna, 2016, Brantley, William A., 2001, Hutomo and ORT, 2016)

Braket dikelompokkan secara luas sebagai braket logam dan braket nonlogam. Berbagai jenis braket standar, kembar, mini dan tunggal yang diperkenalkan dalam penggunaannya. Penelitian selanjutnya adalah pengenalan braket yang meningkatkan penampilan estetika dibandingkan braket logam. Braket estetik seperti braket keramik menjadi populer dengan meningkatnya jumlah pasien dewasa yang menginginkan jenis braket estetik. Banyak upaya telah dilakukan untuk kemajuan pada braket logam dan braket keramik, braket biasanya memiliki slot *archwire* yang halus untuk mengurangi resistensi gesekan dan permukaan yang halus untuk mengurangi pembentukan biofilm dan deposisi plak. (Hutomo and ORT, 2016, John C. Bennett, 2014, Sivaraj, 2013)

a. Braket Logam Ortodonti.

Braket logam terbuat dari *steinless steel* yang umumnya digunakan pada praktek ortodonti, tetapi warna logam dan visibilitasnya biasanya tidak menyenangkan bagi beberapa pasien. Braket logam yang dipakai umumnya dari bahan baja nirkarat. Bahan ini mengandung nikel yang dapat bersifat sebagai alergen. Reaksi alergi yang pernah dilaporkan bervariasi, yaitu dari edema lidah, bibir, *mouth lining* sampai dengan syok anafilaksis. Potensi logam menyebabkan reaksi alergi berhubungan dengan pola dan modus korosi, yang diikuti pelepasan ion-ion logam seperti nikel ke dalam rongga

mulut. Hal ini tidak hanya tergantung pada komposisi logam, tetapi juga suhu dan pH lingkungan. (Brantley, William A., 2001, John C. Bennett, 2014, Kim *et al.*, 2014)

Braket logam terbuat dari *steinless steel* berkualitas tinggi dengan sifat uniknya yang tahan terhadap korosi yang sangat baik dan ketahanan yang tinggi terhadap klorida, mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan gaya deformitas, memiliki kekuatan ikatan yang baik dan telah terbukti lebih kuat daripada braket keramik oleh karena komposisinya. Bahan logam dikenal mempunyai kekuatan yang baik, biokompabilitas dan riwayat yang terbukti dapat diterima secara klinis. Braket *steinless steel* telah digunakan selama beberapa decade dengan hasil klinis yang sangat baik. Morfologi dasar, yang tersusun dari jaring logam, menghasilkan nilai kekuatan ikatan perekat yang baik ke email yang memenuhi tuntutan gaya ortodonti secara *in vivo*. *Low nickel-stainless steel* dikembangkan untuk meminimalkan pelepasan nikel di mulut dan dengan demikian mengurangi reaksi alergi. *Stainless steel* terbaru menunjukkan lebih sedikit celah korosi jika dibandingkan dengan nikel-titanium dan beta-titanium. (Tristán López *et al.*, 2015, Oh *et al.*, 2005)

b. Braket Keramik Ortodonti.

Braket yang pertama digunakan adalah yang berbahan dasar logam. Karena perawatan ortodonti dengan peranti cekat banyak dilakukan pada penderita dewasa yang menuntut estetika tinggi maka dikembangkan braket estetik. Mula-mula dipakai bahan dasar plastik (misalnya: braket

polikarbonat), akan tetapi penggunaannya kurang karena sifatnya yang kurang menguntungkan. Selanjutnya, pada tahun 1980-an tersedia braket estetik yang terbuat dari *single crystal sapphire* dan alumina polikristal dengan kemurnian yang tinggi, dan braket tersedia dalam bentuk polikristalin dan monokristal. Keduanya berbahan dasar sama yaitu Al_2O_3 . Akan tetapi beberapa braket jenis polikristalin menunjukkan warna yang kurang bagus. Selain itu juga ada braket dari zirkonia polikristalin (ZrO_2), yang dilaporkan mempunyai *toughness* terbesar di antara semua keramik. 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. (Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005, Iin Sundari, Rafinus Arifin, 2017, Kharbanda, 2020, Kravitz, 2013)

Braket keramik populer sebagai alternatif estetika untuk peranti ortodonti pada perawatan ortodonti. Keramik adalah jenis bahan yang luas yang terdiri dari oksida logam dan nonlogam yang meliputi batu permata, kaca, tanah liat dan campuran keramik. Braket keramik apabila dipasang pada insisif atau kaninus rahang bawah dapat membuat abrasi gigi rahang atas antagonisnya. Meskipun secara estetik kurang baik, braket logam masih mempunyai banyak keunggulan baik dalam sifat mekanik maupun fisik apabila dibandingkan dengan braket estetik, sehingga masih merupakan

braket yang paling banyak digunakan. (Tristán López *et al.*, 2015, Sianiwati Goenharto and Sjafei, 2005)

Braket keramik merupakan bahan braket yang biokompatibel. Ini juga merupakan bahan ideal karena kekuatan dan estetikanya, mempunyai karakteristik higienis, dan ramah terhadap jaringan. Braket keramik yang beredar dipasaran memiliki satu dari tiga struktural karakteristik: alumina monokristalin, alumina polikristalin, atau zirkonium. Braket keramik pertama adalah monokristalin, yang digiling dari kristal safir tunggal menggunakan alat berlian. Braket safir polikristalin (alumina) diproduksi atau disinter menggunakan pengikat khusus. Sebagian besar braket ini diproduksi oleh pabrik khusus keramik daripada pabrikan ortodonti karena teknologi yang unik yang digunakan dalam pembuatannya. Alumina lebih keras dari *stainless steel*, tapi kegagalan dari sisi *stiffness* pada *stainless steel* adalah 20 sampai 50 kali lebih banyak dari dari keramik. Braket alumina monokristal lebih tahan dengan permukaan slot yang lebih halus dibandingkan dengan braket keramik lainnya. Di sisi lain, braket alumina polikristalin memiliki permukaan yang kasar, dan sayangnya bisa patah di bawah tekanan torsi yang tidak terkendali, braket zirkonium empat kali lebih kuat dari alumina polikristalin. (S Gowri Sankar, PS Viswapurna, 2016, Phulari, 2017)

Berbagai macam braket keramik tersedia dipasaran, pada umumnya terbuat dari alumina oksida baik monokristalin maupun polikristalin. Braket polikristalin dibuat dengan cara menggabungkan butiran-butiran

alumina oksida, sedangkan braket monokristalin hanya terdiri dari satu butir alumina oksida berukuran besar. Dalam bidang ortodonti, braket polikristalin lebih banyak digunakan dibandingkan dengan monokristalin, hal ini disebabkan karena kekuatan braket polikristalin tidak menurun secara drastis apabila terjadi goresan akibat ligasi dan manipulasi *archwire*. Akhir-akhir ini, braket zirkonium polikristalin atau zirkonium (ZrO_2) telah diperkenalkan sebagai alternatif untuk braket keramik alumina. Braket ini memiliki ketangguhan yang lebih besar tetapi tidak tembus pandang, kurang estetis dan lebih murah. Kinerja klinis braket keramik alumina terus meningkat, dan braket ini kemungkinan akan menjadi trend braket estetis. Braket monokristalin lebih estetis karena kejernihan optiknya yang lebih baik. (S Gowri Sankar, PS Viswapurna, 2016, Phulari, 2017, ELdriny *et al.*, 2020)

Braket keramik lebih tebal dan lebih mahal dari braket *stainless steel* dan mudah pecah. Selain itu bahan keramik menyebabkan gesekan tinggi selama mekanisme geser. Braket keramik telah mengalami kemajuan yang lebih besar, karena itu beberapa pabrikan memproduksi braket keramik dengan *stainless steel* yang disisipkan ke slot untuk mengurangi gesekan antara braket dan *archwire*. (Phulari, 2017, Simon J. Littlewood, 2019)

2. Archwire.

Archwire adalah komponen aktif dari peranti ortodonti cekat yang digunakan untuk menggerakkan gigi secara biomekanik melalui slot braket. Jenis *archwire* yang sering digunakan yaitu Nikel-titanium (NiTi) *alloy*,

stainless steel (SS), *alloy* kobalt-kromium-nikel (Co-Cr-Ni), *Copper NiTi* (Cu-NiTi) dan *Beta-Titanium*. Pada awal perawatan, NiTi *archwire* lebih banyak digunakan karena sifat materialnya seperti superelstisitas, *memory shape thermal*, ketahanan korosi dan biokompabilitas. (Pratomo *et al.*, 2019)

Penemuan baru berbagai jenis *archwire* telah berkembang dengan pesat dengan ditemukannya bermacam variasi komponen (*alloy*) pembentuk *archwire* yang berfungsi optimal untuk mengoreksi maloklusi gigi. Karakteristik *archwire* yang ideal adalah kemampuan *springback* yang besar, *stiffness* yang rendah, *defleksi* yang maksimum, *formability* yang baik, biokompabilitas terhadap jaringan baik dan friksi permukaan yang rendah. *Archwire* bekerja dalam satu kesatuan dengan komponen ortodonti lainnya menghasilkan gaya biomekanika yang ringan dan kontinyu. Gaya biomekanik tersebut berfungsi untuk menggerakkan gigi geligi dengan mengurangi resiko ketidaknyamanan pada pasien, kerusakan jaringan periodontal hingga resiko resorpsi akar gigi. (Robert P. Kusy, 1997,Pratomo *et al.*, 2019)

Meningkatnya permintaan akan peranti ortodonti yang lebih estetik, *archwire* diberi bahan tambahan dengan cara pelapisan (*coating*). Bahan *coating* yang sering digunakan yaitu *polytetraflouretylene* (PTFE) dan resin epoksi. (Elayyan, Silikas and Bearn, 2010)

a. *Uncoated Archwire.*

Uncoated archwire adalah *archwire* logam tanpa lapisan yang merupakan komponen aktif dari peranti cekat, digunakan untuk menghasilkan berbagai gerakan gigi seperti gerakan miring, *bodily*, torsi, rotasi dan vertikal melalui braket dan *buccal tube*. (John C. Bennett, 2014)

Stainless steel dan nikel-titanium adalah *archwire* yang paling umum digunakan pada tahap *leveling* dan *alignment*. *Stainless steel archwire* diperkenalkan oleh *Wilkinson* pada tahun 1929. *Stainless steel* dikenal juga sebagai baja tahan korosi yang mengandung Besi (Fe), Karbon ©, Kromium (Cr), dan Nikel (Ni). Harganya juga lebih ekonomis, namun proses pembuatan yang berbeda-beda dapat memengaruhi tingkat daya tahan korosi kawat *stainless steel*. *Stainless steel* menunjukkan kekuatan yang memadai, ketahanan yang tinggi, dapat dibentuk, kekuatan tinggi, biokompabilitas dan ekonomis. Kelemahan *archwire* jenis ini termasuk modulus elastisitasnya tinggi, aktivasi lebih sering diperlukan untuk mempertahankan tingkat kekuatan yang sama. (Phulari, 2017, Jura, Tendean and Anindita, 2015, Hasanudin and Sainus, 2020)

Nikel Titanium (NiTi) *alloy* juga dikenal dengan nitinol ditemukan oleh *William R Buchler* di Laboratorium Angkatan Laut. Paduan *alloy* digunakan sebagai bahan dasar dari *archwire* ortodonti. Keuntungan utama dari *alloy* ini dibandingkan yang lain adalah elatisitas tinggi dan *shape-back memory*. Namun, kelemahan *archwire* jenis ini tidak dapat diwelding atau disolder dan tidak dapat dibending, dibentuk *loop* atau heliks. (Preet Singh, 2016)

Nikel Titanium memiliki kemampuan luas biasa untuk memberikan gaya atau kekuatan aktivasi dalam jangka waktu panjang, menjadi *archwire* ini menjadi pilihan selama *alignment*. Nikel Titanium 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)

Beta Titanium *archwire* ditemukan oleh *Goldberg* dan *CJ Burrstone* dan biasa disebut dengan istilah TMA atau CAN wire. Keuntungan utama dari *archwire* ini memiliki jangkauan aksi yang tinggi, *spring back* yang tinggi, dapat dibending, dibentuk *loop*, heliks dan dapat diwelding atau disolder. (Preet Singh, 2016, Proffit, 2019)

Pada tahun 1950-an, *Elgin Watch Company* (AS) mengembangkan *alloy* yang memiliki sifat unik berupa kemampuan untuk dibentuk yang sangat baik. Kobalt-kromium-Nikel *Alloy* dikenal dengan nama *elgiloy*. Kawat ini menunjukkan sifat umum mampu dibentuk yang sangat baik diantara semua kawat dan dapat mentolerir desain *archwire* yang rumit, kemampuan penyambungan yang baik dan dapat disolder dan diwelder dengan mudah, *spring back* dan biokompabilitas dan ketahanan terhadap korosi yang tinggi dilingkungan mulut. Ketahanan *alloy* ini dapat ditingkatkan dengan perlakuan panas untuk kinerja klinis yang sangat baik. *Alloy* ini menghasilkan gaya yang rendah dan konstan untuk durasi yang lebih lama bila digunakan sebagai pegas dan memiliki kekuatan yang lebih besar

terhadap penurunan gaya dan distorsi daripada *stainless steel*, *archwire* ini memiliki koefisien gesekan yang rendah seperti *stainless steel*. (S Gowri Sankar, PS Viswapurna, 2016, Preet Singh, 2016)

Stainless steel dan beta titanium dalam rentang elastis yang linier. Sebagian besar *wire* NiTi tidak linier dan memiliki hubungan yang rumit antara sifat dinamikanya dan kurva tegangan-regangan yang mendasarinya. *Wire* beta titanium hanya berkisar 0,42 kekakuan dari *stainless steel* dan NiTi memiliki tingkat kekakuan yang rendah. *Wire* superelastik NiTi dapat memanfaatkan sifat uniknya yaitu defleksi elastis yang besar, gaya yang relative konstan dan efek termal atau *shape memory*. (Charles and Burstone, 2019)

b. Coated Archwire.

Archwire estetik dipopulerkan untuk melengkapi braket estetik pada ortodonti klinis. *Archwire* logam memiliki karakteristik yang paling baik pada perawatan ortodonti karena kekuatan, kekerasan, dan kelenturannya. Oleh karena itu, salah satu cara terbaik untuk menghilangkan tampilan logam adalah teknik *coating* dengan bahan sewarna gigi. Berbagai bahan nonlogam digunakan untuk pelapisan *archwire*, tetapi hanya sedikit yang dipasarkan secara komersial. Dalam prakteknya, *coated archwire* dapat dipilih sebagai *archwire* sesuai dengan permintaan estetika pasien selama perawatan ortodonti. (Raji *et al.*, 2014, Arango, Peláez-Vargas and García, 2013)

Archwire estetik dapat terbuat dari *polymer-coated alloy*, *rhodium* dan *glass fiber-reinforced*. Material ini awalnya didesain untuk meningkatkan estetika peranti, namun bahan ini juga bisa menangani komplikasi tertentu yang timbul akibat bahan logam, seperti alergi logam dan gangguan pemindaian *magnetic resonance*. Meskipun memiliki nilai estetik yang sangat baik, sifat fungsional dari material berbasis logam masih lebih baik dibanding material baru ini. (Shirakawa *et al.*, 2018)

Nikel titanium dan *stainless steel archwire* yang tersedia biasanya dilapisi dengan *polytetraflouretylene* (PTFE), resin epoksi, rodium dan emas yang menghasilkan tampilan estetik yang hampir sama dengan warna email. Sediaan *archwire* dari pabrikan bervariasi dalam hal bahan pelapis, ketebalan pelapis dan tahap-tahap dalam proses aplikasi untuk memaksimalkan estetika, ketahanan dan efisiensi mekanis. Saat ini, dua *archwire* estetik paling umum digunakan yaitu lapisan *polytetraflouretylene* dan resin epoksi. (Raji *et al.*, 2014, Iijima *et al.*, 2012)

Polytetraflouretylene adalah polimer sintetik yang terdiri dari karbon dan *flour*. Oleh karena kekuatan ikatan karbon-flour, *polytetraflouretylene* menjadi tidak reaktif, tahan panas, hidrofobik dan tahan terhadap noda dan retak. *Polytetraflouretylene* memiliki koefisien gesekan yang paling rendah yang membuatnya ideal digunakan sebagai lapisan anti lengket. Pelapisan *polytetraflouretylene* digunakan pada *archwire* ortodonti dengan penyemprotan termal, suatu proses dimana bahan dipanaskan dan disemprotkan dalam kondisi cair ke permukaan untuk membentuk lapisan.

Lapisan *polytetraflouretylene* menambah ketebalan minimal .0008 hingga .001 inci pada *archwire*. Meskipun *polytetraflouretylene* memiliki koefisien gesekan yang sangat rendah, ini digunakan terutama untuk tujuan estetika. Biasanya *round archwire* dan *recta archwire* dilapisi hanya pada permukaan labial untuk mengurangi efek mekanisme geser. (Kharbanda, 2020, Kravitz, 2013, Preet Singh, 2016)

Epoksi adalah resin sintesis yang dibuat dengan menggabungkan epoksida dengan senyawa lain. Terutama dikenal dengan karena daya rekat yang sangat baik, epoksi menampilkan berbagai sifat fisik seperti ketahanan kimiawi, insulasi listrik dan stabilitas dimensi. Epoksi resin banyak digunakan dalam bahan ortodonti, resin komposit, elastomer dan *aligner*. *Archwire* berlapis epoksi sewarna gigi dan memiliki ketahanan terhadap keausan yang sangat baik dan stabilitas warna. (Iijima *et al.*, 2012, Akin *et al.*, 2014)

Pelapisan dengan epoksi resin pada *archwire* ortodonti dilakukan dengan sistem elektrostatis atau *E-coating*. Pelapisan dengan elektrostatis adalah proses yang menggunakan partikel bermuatan elektrostatis untuk melapisi benda dengan kerja yang lebih efisien. *Bandeira dkk*, menggunakan teknologi pelapisan yang dikenal sebagai teknik bubuk elektostatik untuk mengaplikasikan cat epoksi pada kawat NiTi.

Lapisan epoksi menambah ketebalan yang lebih signifikan (0,002 inci) pada *archwire*. Oleh karena itu, NiTi 0,018 inci menjadi 0,020 inci dengan

lapisan epoksi. Lapisan ini meliputi semua sisi *archwire* dan melewati molar kedua. (Kravitz, 2013, Iijima *et al.*, 2012)

Fitur ideal dari *coated archwire* mencakup sifat mekanik, dimensi, translusensi biokompatibel dan estetika yang baik. *Coated archwire* dengan pelapis melingkar mempengaruhi sifat mekanik dengan menghasilkan tingkat *loading* dan *unloading* yang lebih rendah secara statistik daripada *uncoated archwire* dengan ukuran dimensi yang sama. Gaya yang rendah pada *coated archwire* dapat dikaitkan dengan: (1) lapisan estetika yang tebal memiliki efek negatif pada sifat defleksi beban dan gaya gesek atau (2) penggunaan kawat berdiameter lebih kecil oleh pabrikan untuk mengkompensasi lapisan tebal, terutama untuk *archwire* berlapis epoksi. (Harini and Kannan, 2020)

Coating archwire dapat mengurangi korosi di rongga mulut dan juga mengurangi reaksi alergi terhadap nikel dan mencegah akumulasi plak mikroba pada gigi dan permukaan peranti ortodonti. Plak mikroba yang terbentuk pada peranti ortodonti tidak hanya menimbulkan resiko kesehatan mulut, tetapi juga penting dalam aspek teknis karena plak mikroba pada elastik dan elastomer dapat mengurangi kekuatan dan pergerakan giginya. Akumulasi plak mikroba pada peranti ortodonti dapat mempengaruhi tahanan gesek selama pergerakan gigi. (Raji *et al.*, 2014, Dittmer *et al.*, 2015)

Keuntungan menggunakan *coated archwire* seperti estetika, mengurangi friksi, korosi dan reaksi alergi, dan pentingnya mengurangi

akumulasi plak mikroba pada peranti ortodonti untuk kesehatan gigi dan mulut. Keuntungan *coated archwire* yang disebutkan di atas membuat ortodontis menggunakannya dalam praktek ortodonti meskipun biayanya lebih mahal. (Raji *et al.*, 2014)

B. *Streptococcus Mutans.*

1. Sejarah *Streptococcus Mutans.*

Streptococcus mutans (*S. Mutans*) pertama kali diisolasi oleh Clark pada tahun 1924 dari gigi manusia yang mengalami karies. *Streptococcus mutans* berperan penting terhadap terjadinya karies gigi. Istilah *Streptococcus mutans* diambil berdasarkan hasil pemeriksaan mikrobiologi dengan pengecatan gram. *Streptococcus mutans* memiliki bentuk kokus yang tunggal berbentuk bulat atau bulat telur dan tersusun dalam rantai. Pada akhir 1950-an *Streptococcus mutans* mendapat perhatian lebih besar dari komunitas ilmiah dan, pada pertengahan 1960-an, ia dikenal sebagai agen etiologi utama pada karies gigi menurut Loesche. (Lemos, A, SR Palmer, 2019, Lemos *et al.*, 2013, Banas, 2004)

Dua dekade berikutnya, para peneliti mulai mengungkap patofisiologi *Streptococcus mutans*. Selama periode ini, mereka mempelajari *Streptococcus mutans* baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Diperoleh 21 factor virulensi *Streptococcus mutans* yaitu kemampuan produksi asam organik dalam jumlah besar (asidogenisitas) dari metabolisme karbohidrat; kemampuan bertahan hidup pada pH rendah, kemampuan untuk mensintesis

glukan ekstraseluler dari sukrosa, serta kolonisasi dan akumulasi biofilm pada permukaan gigi. (Lemos *et al.*, 2013)

2. Morfologi *Streptococcus Mutans*.

Streptococcus mutans merupakan kelompok bakteri gram positif, berbentuk kokus yang tersusun dalam bentuk rantai. Bakteri ini berbentuk oval dan lain dari bentuk spesies *Streptococcus mutans* yang lain, sehingga disebut sebagai mutan dari *Streptococcus*. Taksonomi dari *Streptococcus mutans* adalah sebagai berikut: Kingdom : *Monera*, Divisio : *Firmicutes*, Class : *Bacili*, Order : *Lactobacilalles*, Family : *Streptococcaceae*, Genus : *Streptococcus*, Species : *Streptococcus mutans*. *Streptococcus mutans* diklasifikasikan berdasarkan serotype menjadi 8 kelompok yaitu serotype “a” sampai “h” . Pembagian serotype ini berdasarkan perbedaan karbohidrat pada dinding sel. Akan tetapi, berdasarkan hibridasi DNA bakteri ini dibagi menjadi 4 kelompok genetik. Pembagian ini berdasarkan prosentase basa DNA yaitu guanine dan cytosine. Strain *Streptococcus mutans* yang banyak terdapat pada manusia adalah serotype c, e dan f (36 to 38% G + C), dimana *Streptococcus mutans* serotype c merupakan bakteri utama penyebab karies gigi. (Fatmawati, 2011, Prabakaran and Lavanya, 2018, Miranti *et al.*, 2019)

Strain *Streptococcus mutans* dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok serologi yang berbeda (c, e, f dan k) berdasarkan komposisi polisakarida rhamose-glukosa permukaan sel, dengan ~ 75% dari strain diisolasi dari plak gigi milik serotipe c, ~ 20% untuk serotipe e, dan 5%

sisanya diklasifikasikan sebagai serotipe f atau k. *Streptococcus mutans* ini yang mempunyai suatu enzim yang disebut glukosiltransferase di atas permukaan yang dapat menyebabkan polimerisasi glukosa pada sukrosa dengan pelepasan dari fruktosa, sehingga dapat mensintesis molekul glukosa yang memiliki berat molekul yang tinggi yang terdiri dari ikatan glukosa alfa (1-6) dan alfa (1-3). Pembentukan alfa (1-3) ini sangat lengket, sehingga tidak larut dalam air. Hal ini dimanfaatkan oleh bakteri *S. mutans* berkembang dan membentuk plak pada gigi. (Lemos, A, SR Palmer, 2019, Nobbs, Lamont and Jenkinson, 2009, Togoo, 2011)

3. Kolonisasi *Streptococcus Mutans*.

Koloni bakteri pada gigi manusia dimulai segera setelah gigi erupsi. Protein saliva dan glikoprotein melapisi permukaan email membentuk pelikel email yang secara khusus dapat dilekati oleh kolonisator plak. Sebagian besar kolonisasi ini adalah spesies *Streptococcus*, meskipun pada akhirnya plak gigi menjadi rumah bagi ratusan spesies bakteri. Dengan kemajuan taksonomi menjadi jelas bahwa isolat mirip *Streptococcus mutans* sebenarnya mewakili beberapa spesies yang secara kolektif dikenal sebagai *Streptococcus mutans*. *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sobrinus* dianggap sebagai patogen utama manusia. (Banas, 2004)

Bakteri dilingkungan alami sering tumbuh dipermukaan, dan diperkirakan bahwa banyak spesies *Streptococcus* yang ada pada mamalia ada secara alami di dalam komunitas bakteri yang tumbuh sebagai biofilm. *Streptococcus* yang berbeda bervariasi dalam kecenderungannya untuk

membentuk komunitas biofilm, tetapi dalam semua kasus, pembentukan biofilm pertama-tama bergantung pada perlekatan sel ke permukaan, pembelahan dan penggandaan sel kemudian terjadi untuk menghasilkan suatu koloni. Kondisi lingkungan seperti pH, suhu dan ketersediaan oksigen dan metabolit organik, mempengaruhi pertumbuhan koloni ini. Protein permukaan dan protein yang disekresikan adalah mediator perlekatan dan virulensi, transport membran merupakan pusat impor nutrisi dan ekspor molekul sinyal dan sistem transduksi dua komponen (TCSS) mengaktifkan penginderaan lingkungan, pengambilan sampel dan respon seluler. Semua komponen permukaan ini berkontribusi pada proses kolonisasi, pembentukan film dan pengembangan komunitas dari mikroba. (Nobbs, Lamont and Jenkinson, 2009)

Protein permukaan sel bertanggung jawab pada interaksi awal *Streptococcus* dengan inang. Interaksi ini dapat mencakup perlekatan pada sel atau jaringan inang, misalnya pelikel saliva pada gigi. Proses yang terlibat dalam kolonisasi sulit dipelajari secara *in vivo*. Namun, kemajuan molekuler untuk menentukan komposisi dan pengaturan spasial mikroorganisme dalam koloni telah menyebabkan studi pengembangan biofilm oral *in situ*. Teknologi baru yang melibatkan penggunaan sel untuk menghasilkan biofilm dan sistem inang terdiferensiasi multilayer memungkinkan studi mendasar tentang protein permukaan sel dalam perlekatan dan interaksi sel inang. Selain itu, karena pembentukan biofilm dalam banyak kasus terkait langsung dengan perkembangan infeksi dan

penyakit, hal ini memungkinkan untuk terapi atau pencegahan penyakit. Koloni *Streptococcus mutans* dapat memfermentasi sukrosa menjadi asam. Asam yang dihasilkan membuat pH dari gigi menjadi menurun sehingga mempercepat proses pembentukan plak. Apabila pH tersebut terus turun hingga angka kritis (5,2-5,5), maka email gigi akan larut dan terbentuklah karies gigi. Hal ini akan menyebabkan terjadinya invasi bakteri dan kerusakan jaringan pulpa serta penyebaran yang lebih luas ke bagian jaringan. (Hasanudin and Sainus, 2020, Nobbs, Lamont and Jenkinson, 2009)

4. Perlekatan *Streptococcus Mutans*.

Perlekatan *Streptococcus mutans* dalam plak gigi dapat dimediasi melalui *sucrosa independent* dan *sucrosa dependent*. Perlekatan *sucrosa independent* pada komponen saliva dalam pelikel email yang diperoleh dapat memulai proses perlekatan tetapi perlekatan *sucrosa dependent* dianggap bertanggung jawab untuk membangun kolonisasi ke permukaan gigi. Kemampuan *Streptococcus mutans* untuk mensintesis glukon dari sukrosa meningkatkan efisiensi perlekatan dan meningkatkan proporsi *Streptococcus mutans* pada gigi, jadi perlekatan *sucrosa dependen* memainkan peran penting dalam memulai perubahan ekologi plak yang dapat memicu karies. Aktifitas perlekatan *Streptococcus mutans* terhadap inang melalui reseptornya dalam hal ini adalah pelikel saliva, karena pelikel saliva mempunyai beberapa macam reseptor untuk perlekatan *Streptococcus mutans* dikatakan juga pelikel saliva merupakan mediator

tempat melekatnya bakteri rongga mulut pada permukaan gigi dan peranti ortodonti. (Banas, 2004, Velliyagounder *et al.*, 2019, Papaioannou *et al.*, 2007)

Streptococcus mutans memiliki faktor virulensi penting yang berhubungan dengan etiologi dan patogenesis karies gigi. Melalui mekanisme perlekatan pada permukaan padat, *Streptococcus mutans* mampu membentuk kolonisasi pada rongga mulut dan membentuk biofilm. Sifat tambahan yang memungkinkan *Streptococcus mutans* untuk menjajah rongga mulut termasuk generasi asam (asidogenisitas), interkasi dengan spesies bakteri lain dan kemampuan untuk bertahan hidup di lingkungan asam. Faktor tambahan yang penting untuk kolonisasi mikroba pada permukaan keras gigi adalah saliva atau *acquired pellicle* yang dapat terbentuk tidak hanya pada permukaan gigi, tetapi juga pada restorasi, peranti prostetik dan ortodonti. Oleh karena itu, perlekatan mikroorganisme rongga mulut ke permukaan braket dan *archwire* sangat dipengaruhi oleh interaksi antara komponen saliva dalam pelikel dan sifat mikroorganisme yang berbeda, selain pola bakteri yang menempel pada berbagai jenis peranti ortodonti. Diketahui bahwa perlekatan bakteri ke permukaan sebagian besar sebagai akibat dari interaksi hidrofobik dan elektrostatis dan jenis dan sifat bahan braket yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan perlekatan bakteri. (Papaioannou *et al.*, 2007, Bojanich María Alejandra and Orlietti Mariano Daniel, 2020)

C. Hubungan Braket, Archwire dan Bakteri *Streptococcus Mutans*.

Potensi braket dan *archwire* untuk memproduksi kolonisasi bakteri, dapat menginduksi perlekatan plak dan berpotensi karies pada pasien ortodonti. Tegangan permukaan kritis dianggap sebagai kunci pada modulasi daya tarik spesies ke permukaan. Tegangan permukaan kritis diartikan sebagai tegangan permukaan cairan yang akan membentuk sudut kontak nol pada substrat padat. (Tristán López *et al.*, 2015, Brantley, William A., 2001, Velliyagounder *et al.*, 2019, Anhoury *et al.*, 2002)

Peranti ortodonti berfungsi sebagai zona dampak yang berbeda dan memodifikasi perlekatan mikroba, bertindak sebagai cadangan asing dan kemungkinan sumber infeksi. Peranti ini dikaitkan dengan kesulitan dalam pembersihan. Selama perawatan, area retentif mendukung akumulasi biofilm, perlekatan dan pertumbuhan bakteri. Perlekatan bakteri ini terjadi 4 tahap:

1. Transportasi bakteri ke permukaan mulut
2. *Adhesi* awal dengan fase *reversible* dan *irreversible*
3. Perlekatan dengan interkasi tertentu
4. Kolonisasi untuk membentuk biofilm.

Asam organik yang dihasilkan oleh *Streptococcus mutans* menyebabkan demineralisasi email. Oleh karena itu, perlekatan *Streptococcus mutans* pada bahan ortodonti dapat terjadi dianggap sebagai faktor kunci dalam patogenesis demineralisasi email selama perawatan ortodonti. (Kim *et al.*, 2014)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa secara khusus braket ditemukan menyebabkan perubahan spesifik dilingkungan bukal seperti penurunan pH, peningkatan akumulasi dan peningkatan perlekatan *Streptococcus mutans* dan *archwire* juga memainkan peran penting dalam demineralisasi email selama perawatan ortodonti. Peranti ortodonti cekat dianggap sebagai faktor risiko klinis dalam hal integritas email karena akumulasi plak disekitar dasar braket. Terlepas dari pertimbangan estetika, perlakuan ini menimbulkan kerugian serius lainnya. (ELdriny *et al.*, 2020, Aravind S Raju, Nikhil Anand Hedge, Vinay P Reddy, BS Chandrashekar S Mahendra, 2013)