

**EFEK KIMIAWI RONGGA MULUT TERHADAP TERJADINYA KOROSI
BRAKET DAN KAWAT ORTODONTI: SEBUAH KAJIAN SISTEMATIK**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat

Untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi



DISUSUN OLEH:

MICHELLE ANASTASIA PASAMBE

J011171329

DEPARTEMEN ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

**EFEK KIMIAWI RONGGA MULUT TERHADAP TERJADINYA KOROSI
BRAKET DAN KAWAT ORTODONTI: SEBUAH KAJIAN SISTEMATIK**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat

Untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

DISUSUN OLEH:

MICHELLE ANASTASIA PASAMBE

J011171329

DEPARTEMEN ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

HALAMAN PENGESAHAN

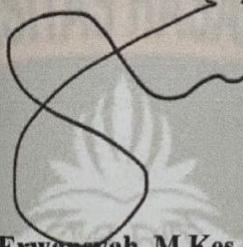
Judul : **Efek Kimiawi Rongga Mulut Terhadap Terjadinya Korosi Braket Dan Kawat Ortodonti : Sebuah Kajian Sistematis**

Oleh : Michelle Anastasia Pasambe / J0111 71 329

**Telah Diperiksa dan Disahkan
Pada Tanggal 17 September 2020**

Oleh:

Pembimbing



Dr. drg. Eka Erwansyah, M.Kes., Sp.Ort (K)
NIP. 19701228 200012 1 002

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin**



drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)
NIP. 19730702 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

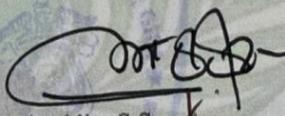
Dengan ini menyatakan mahasiswa yang tercantum dibawah ini

Nama : Michelle Anastasia Pasambe
NIM : J011171329
Judul Skripsi : Efek Kimiawi Rongga Mulut Terhadap Terjadinya Korosi Braket Dan Kawat Ortodonti : Sebuah Kajian Sistematis

Menyatakan bahwa Judul Skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Unhas.

Makassar, 23 November 2020

Koordinator Perpustakaan FKG-UH



Amiruddin, S.Sos

NIP 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Michelle Anastasia Pasambe

NIM : J011171329

Jurusan : Pendidikan Dokter Gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul “Efek Kimiawi Rongga Mulut Terhadap Terjadinya Korosi Braket Dan Kawat Ortodonti : Sebuah Kajian Sistematis”, ini benar-benar disusun dan ditulis oleh yang bersangkutan diatas dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran oleh orang lain dan diakui sebagai hasil tulisan atau pikiran sendiri. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian surat ini saya buat dengan sebenar-benarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 01 Desember 2020

Pembuat Pernyataan



Michelle Anastasia Pasambe

NIM. J011171329

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih, berkat serta karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Efek Kimiawi Rongga Mulut terhadap Terjadinya Korosi Braket dan Kawat Ortodonti**” sebagai tugas akhir dalam menyelesaikan studi S1 pendidikan dokter gigi. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Ungkapan syukur penulis naikkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa menyertai, memberkati dan menguatkan penulis dalam melewati setiap langkah kehidupan penulis.

Ada berbagai macam hambatan penulis alami selama penyusunan *systematic review* ini berlangsung tetapi doa, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga *systematic review* ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh hormat dan kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. **drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)** selaku Dekan yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi kepada seluruh mahasiswa FKG UNHAS dalam menyelesaikan skripsi tepat waktu.
2. **Prof. Dr. Drg. Eddy Machmud, Sp.Pros(K)** selaku Wakil Dekan I yang telah memudahkan jalan penulis dalam penyusunan skripsi serta senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
3. **Dr. drg. Eka Erwansyah, M.Kes, Sp.Ort(K)** selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberi masukan dan saran dari awal penyusunan sampai akhir penyusunan skripsi sehingga dapat selesai. Terima kasih atas segala arahan dan bantuannya, semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi kesehatan dan senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada dokter beserta keluarga.
4. **Dr. drg. A. St. Asmidar Anas, M.Ke** selaku penasehat akademik yang senantiasa memberi dukungan, motivasi, dan arahan kepada penulis, sehingga jenjang perkuliahan penulis dapat selesai dengan baik.
5. **drg. Donald R.Nahusona, M.Kes dan drg. Karima Qurnia Mansjur, Ph.D** selaku dosen penguji yang telah memberi masukan berupa kritik dan saran yang membangun sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Terima kasih atas segala arahan dan bantuannya, semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi kesehatan dan senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada dokter beserta keluarga.
6. Orang tua tercinta **Benyamin Pasambe, Yuliana Bandaso** serta saudara **Lovely Oktavia Putri Pasambe, Ivander Junaldi Pasambe** atas segala doa, dukungan berupa moril dan meteril, nasihat, motivasi dan perhatian sangat besar yang telah diberikan kepada penulis hingga saat ini.
7. Teman-teman **OBTURASI 2017** khususnya **Maulfi Amanda Muktar** selaku teman seperjuangan satu pembimbing atas saran, masukan serta bantuan yang diberikan dalam penyusunan skripsi ini.

8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam Penulisan skripsi ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingatkan kemampuan yang dimiliki penulis. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan skripsi ini. Tak ada kesempurnaan didunia ini begitu pun dengan skripsi ini, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat.
AMIN

Makassar, 11 September 2020



Penulis

Efek Kimiawi Rongga Mulut Terhadap Terjadinya Korosi Braket dan Kawat Ortodonti: Sebuah Kajian Sistematis

Michelle Anastasia Pasambe
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Latar belakang : Menganalisis efek kimiawi rongga mulut terhadap terjadinya korosi braket dan kawat ortodonti dan menganalisis secara kritis bukti yang tersedia untuk mendukung hipotesis. **Metode** : Kajian sistematis dengan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) dengan menggunakan database *ScienceDirect, Google Scholar, Pubmed, Wiley, Elsevier, dan Scopus. Quality Assasment* untuk mengidentifikasi kualitas dari studi. **Hasil** : Pada 90 studi diidentifikasi melalui pencarian dan ditemukan 10 studi yang relevan. Seluruh studi setidaknya menyajikan dua grup yaitu grup sebelum dan sesudah pemakaian peranti ortodonti cekat. **Kesimpulan** : Penggunaan braket dan kawat ortodonti di dalam mulut menyebabkan terjadi korosi pada braket. Proses korosi tersebut merupakan efek kimiawi dari rongga mulut. Berdasarkan studi, peranti ortodonti cekat yang baik adalah bersifat mekanik, biokompatibel dan ketahanannya terhadap korosi.

Kata kunci : efek kimiawi rongga mulut, korosi, braket ortodonti, kawat ortodonti

Chemical Effects of Oral Cavity on Corrosion of Orthodontic Brackets and Wire: A Systematic Study

Michelle Anastasia Pasambe
Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

ABSTRACT

Background: Analyse the chemical effects of the oral cavity on the corrosion of orthodontic brackets and wires and critically analyse the available evidence to support the hypothesis. **Methods :** Systematic study using the PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- analyses*) method using the *ScienceDirect, Google Scholar, Pubmed, Wiley, Elsevier, and Scopus. Quality Assasment* to identify the quality of the study. **Result :** 90 studies were identified through a search and found 10 relevant studies. All studies presented at least two groups, namely the group before and after the use of fixed orthodontic appliances. **Conclusion :** The use of orthodontic brackets and wire in the mouth causes corrosion of the brackets. The corrosion process is a chemical effects of the oral cavity. Based on studies, a good fixed orthodontic appliance is mechanical, biocompatible and resistant to corrosion

Keywords : *oral chemical effects, corrosion, orthodontic brackets, orthodontic wire*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Manfaat Ilmiah	3
1.4.2 Manfaat Aplikatif	4
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kawat Ortodonti	4
2.2 Braket Ortodonti	6
2.2.1 Braket <i>Edgewise</i>	7
2.2.2 Braket <i>Begg</i>	8
2.2.3 Braket <i>Self-Ligating</i>	9
2.3 Korosi	10
2.3.1 Korosi Umum/<i>Uniform Attack</i>	11
2.3.2 Korosi Galvanis	11
2.3.3 <i>Pitting and Crevice Corrosion</i>	12
2.3.4 Korosi Erosi	14
2.3.5 <i>Dealloying</i>	14
2.3.6 Korosi Aliran	14
2.4 Faktor Kimiawi Rongga Mulut yang Mempengaruhi Laju Korosi	14
2.4.1 Faktor Gas Terlarut	15
2.4.2 Faktor Temperatur	15

2.4.3 Faktor pH.....	15
2.4.4 Faktor Obat Kumur dan Pasta Gigi.....	15
2.4.5 Faktor Bakteri di dalam Mulut.....	16
2.4.6 Faktor Makanan dan Minuman	16
KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....	17
3.1 Kerangka Teori.....	17
3.2 Kerangka Konsep	18
3.3 Hipotesis	18
BAB IV.....	19
METODE PENELITIAN.....	19
4.1 Metode	19
4.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi	21
4.2.1 Inklusi.....	21
4.2.2 Eksklusi	21
4.3 Strategi Pencarian dan Seleksi Artikel Riset.....	23
4.4 <i>Quality Assessment</i>	23
BAB V	25
HASIL.....	25
5.1 Seleksi Artikel	25
5.2 Sintesa Artikel.....	26
5.3 Karakteristik Artikel.....	26
5.4 Hasil Individual Studi	26
5.5 Penilaian Kualitas <i>Study (Quality Assessment)</i>	26
BAB VI.....	46
PEMBAHASAN.....	46
BAB VII	50
PENUTUP	50
7.1 Kesimpulan.....	50
7.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Variasi bentuk morfologi <i>pitting</i> dipermukaan.....	19
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Sintesa.....	25
Tabel 4.2 Karakteristik Artikel.....	31
Tabel 4.3 Hasil dari Individual Studi.....	37
Tabel 4.4 <i>Quality Assessment</i>	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perawatan Ortodonti merupakan salah satu perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki maloklusi pada gigi. Perawatan ortodonti membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga memerlukan suatu komponen alat yang aman, nyaman, dan dapat bertahan dalam rongga mulut dengan jangka waktu yang panjang.¹

Komponen yang digunakan dalam perawatan ortodonti terbagi menjadi dua, yaitu komponen aktif dan komponen pasif. Salah satu komponen aktif dalam perawatan ortodonti adalah kawat ortodonti. Terdapat beberapa jenis kawat yang dapat dipakai pada perawatan ortodonti, yaitu kawat nikel titanium, *stainless steel*, CuNiTi, dan beta titanium. Masing-masing dari kawat tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Kawat ortodonti yang paling sering digunakan saat ini adalah kawat *stainless steel*. Kawat ortodonti *stainless steel* merupakan kawat yang dibuat dari logam campuran besi (Fe) (komponen utama), kromium (Cr) 18-20%, nikel (Ni) 8-10%, silikon, dan karbon (C) kurang dari 0,1%.²

Salah satu komponen pasif dari perawatan ortodonti adalah braket. Braket ortodonti merupakan komponen penting dalam piranti ortodonti cekat yang berfungsi untuk menghantarkan gaya dari kawat ke struktur gigi dan jaringan pendukung sehingga terjadi pergerakan gigi geligi. Pergerakan gigi geligi dapat dihasilkan dari adanya interaksi antara kawat dengan braket dan ditunjang oleh jaringan

periodonsium yang sehat. Jenis bahan dari braket yang paling sering digunakan adalah bahan *stainless steel* karena lebih ekonomis, tidak mudah fraktur atau mengalami deformasi, tahan terhadap korosi, dan bersifat biokompatibel.³

Korosi adalah suatu proses perusakan material khususnya logam karena adanya reaksi antara logam tersebut dengan lingkungan. Proses perusakan material yang terjadi menyebabkan turunnya kualitas material logam tersebut. Korosi terjadi secara alami dan tidak bisa berhenti selama logam tersebut masih berada di lingkungan yang bersifat korosif. Pada umumnya reaksi korosi yang terjadi merupakan reaksi elektrokimia.

Proses terjadinya korosi kawat dan braket *stainless steel* di dalam rongga mulut dapat mengakibatkan terlepasnya ion-ion logam yang terkandung di dalam kawat. Ion logam yang terlepas dalam rongga mulut khususnya ion logam dan Cr dan Ni dapat memberikan dampak yang merugikan bagi kesehatan seperti menimbulkan reaksi alergi, efek toksik, dan karsinogenik di dalam tubuh manusia.⁴

Rongga mulut merupakan lingkungan yang ideal untuk terjadinya degradasi logam karena temperatur serta kualitas pH saliva yang dapat mempengaruhi kestabilan ion logam. Asam organik dari dekomposisi sisa makanan yang mengandung sulfur juga dapat mendorong terjadinya pelepasan ion Cr dan Ni dari kawat ortodonti *stainless steel* yang lama terendam dalam rongga mulut.

Ketahanan dari kawat ortodonti NiTi terhadap korosi karena jumlah titanium yang besar yaitu sekitar 48% menjadi 54%. Titanium terbentuk dari beberapa konfigurasi oksidasi. Titanium dioksidasi adalah yang paling stabil dan oksidasi biasa terbentuk.

Dalam penelitian lain telah membuktikan kawat ortodonti *stainles steel*, penambahan kromium dan nikel memberikan ketahanan terhadap korosi. Kromium berkontribusi ke permukaan lapisan oksidasi yang secara spontan mengalami pasivasi dan repasivasi di udara dan rongga mulut. Nikel membantu ketahanan korosi. Oksigen sangat di perlukan sedangkan kondisi asam pada rongga mulut meningkatkan kerusakan pada peranti ortodonti cekat.³²

Pemahaman yang tepat tentang efek kimiawi rongga mulut terhadap terjadinya korosi braket dan kawat ortodonti penting untuk dikaji. Oleh karena itu, kajian sistematis serta menganalisis secara sistematis merupakan bukti yang cukup untuk mendukung sebuah hipotesis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penulis, maka rumusan masalah yang diajukan adalah bagaimana efek kimiawi rongga mulut menjadi penyebab terjadinya korosi pada braket dan kawat ortodonti ?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui efek kimiawi rongga mulut terhadap terjadinya korosi pada braket dan kawat ortodonti.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

1. Sebagai sumber data untuk pengembangan ilmu lebih lanjut.

2. Sebagai bahan kajian untuk dapat mengendalikan korosi pada braket dan kawat ortodonti.

1.4.2 Manfaat Aplikatif

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan braket dan kawat ortodonti.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam penerapan mekanika perawatan ortodonti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kawat Ortodonti

Kawat ortodonti (*archwire*) adalah salah satu komponen aktif dari alat ortodonti cekat. Kawat ortodonti berfungsi untuk menggeser gigi geligi melalui braket dan *buccal tube* yang melekat pada gigi dengan pergerakan seperti *tipping*, *bodily*, *torque*, *rational*, atau pergerakan gigi secara vertikal. Kawat ortodonti bekerja dalam satu kesatuan dengan komponen ortodonti lainnya untuk menghasilkan gaya biomekanis yang ringan dan bersifat kontinyu.⁷

Karakteristik dari kawat ortodonti yang ideal, yaitu:⁸

- a. Estetik
- b. Biokompatibel
- c. Kuat
- d. Gaya *spring back* yang baik
- e. Keregangannya baik
- f. Kelenturannya baik
- g. Mudah beradaptasi
- h. Tahan gesekan

Beberapa jenis bahan dari kawat ortodonti diantaranya adalah, *emas*, *stainless steel*, *cobalt-chromium alloy*, *nikel-titanium alloy*, *copper-nikel-titanium alloy*, dan

beta-titanium alloy. Jenis kawat ortodonti yang paling sering dipakai adalah *stainless steel*. *Stainless steel* berasal dari penambahan kromium pada besi. Umumnya bentuk austenitik digunakan dalam ortodonti. *Stainless steel* austenitik kadang-kadang disebut sebagai 18/8 *stainless steel* yang digunakan untuk membuat kawat ortodonti. Kawat ortodonti dari *stainless steel* menunjukkan kekuatan yang memadai, ketahanan baik, mudah dibentuk, dan elastisitasnya baik. Selain itu, kawat jenis ini biokompatibel dan ekonomis.³ Komposisi yang terkandung didalam kawat ortodonti *stainless steel* antara lain:⁹

- a. 71% ferrum atau besi (Fe)
- b. 18% kromium (Cr)
- c. 8% nikel (Ni)
- d. 0,2% karbon (C).

Kandungan kromium pada bahan *stainless steel* yang membuat tahan pada korosi dalam lingkungan mulut. Fe ditambahkan dalam kawat *stainless steel* karena unsur tersebut mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan juga berfungsi untuk ketahanan terhadap korosi. Unsur lainnya yaitu Ni berfungsi untuk meningkatkan kelenturan, ketahanan terhadap panas. Sedangkan adanya unsur C pada kawat berfungsi untuk ketahanan pada temperatur tinggi. Akan tetapi kelemahan unsur Ni dan Cr yaitu dapat menyebabkan alergi apabila terlepas dalam rongga mulut. Kelebihan jenis kawat ini adalah kekakuan tinggi, ketahanan tinggi, mudah dibentuk, stabilitas lingkungan baik, elastisitas yang adekuat, biokompatibel, dan ekonomis. Kekurangannya antara lain elastisitas kurang dibandingkan dengan paduan nikel-

titanium, modulus elastisitas tinggi, aktivasi lebih sering dilakukan untuk mempertahankan tingkat kekuatan yang sama, serta pemanasan dengan suhu 400 – 900 derajat menyebabkan pelepasan nikel dan kromium sehingga mengurangi ketahanan terhadap korosi.

2.2 Braket Ortodonti

Peranti ortodonti cekat mempunyai tiga komponen dasar yaitu braket, *archwire*, dan asesori. Interaksi dari ketiga komponen ini menentukan cara berfungsi pada peranti ortodonti cekat. Tipe braket yang dipakai adalah pilihan dasar yang harus ditentukan pada awal perawatan. Hal ini akan mempunyai pengaruh yang besar pada mekanik dari alatnya.¹⁰ Braket merupakan salah satu komponen pasif peranti ortodonti cekat yang akan menyalurkan gaya yang diaplikasikan oleh kawat kepada gigi sehingga terjadi pergerakan gigi. Bahan material braket yang mempunyai sifat mekanik yang baik dibutuhkan, sehingga resisten terhadap deformasi akibat gaya dari kawat. Sifat mekanik braket dipengaruhi oleh komposisi logam *stainless steel* dan proses pembuatannya.¹¹ Bahan-bahan yang memberi sifat estetik lebih baik daripada logam dipakai untuk membuat braket yang direkat pada insisivus, kaninus dan premolar. Braket plastik mempunyai kekurangan yaitu bisa berubah warna dan mudah patah maupun distorsi dalam pemakaian klinis. Braket keramik tersedia dalam suatu rentang desain untuk alat-alat *edgewise* maupun *Begg*. Braket tersebut dibuat dari kristal besar tunggal dengan mesin maupun dari bubuk polikristalin dengan proses *injection moulding*. Braket tersebut tahan terhadap distorsi atau perubahan warna, tetapi mempunyai sejumlah kekurangan jika dibanding dengan braket logam yaitu dapat patah dalam penggunaan. Kerapuhan

bahan keramik mengakibatkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Patah
- b. Daya tahan abrasinya melebihi email gigi, sehingga tidak boleh ditempatkan pada keadaan dimana gigi-gigi lawan beroklusi dengannya.
- c. Daya tahannya bila ditebuk dan kecenderungan patahnya membuat pelepasan pada saat *debonding* lebih sulit dari pada braket logam. Ada risiko kerusakan email yang lebih tinggi.
- d. Lebih mahal dari pada braket logam yang setara.

Ada banyak desain braket yang berbeda-beda. Untuk mengenal prinsip cara berfungsi pada peranti ortodonti cekat, perlu dilakukan pembagian sebagai berikut :

2.2.1 Braket *Edgewise*

Braket *edgewise* mempunyai alur *archwire* yang segi empat dalam potongan melintang, dengan dimensi terbesarnya horizontal. Istilah '*edgewise*' mengacu pada kemampuan braket tersebut untuk menerima *archwire* berpenampang melintang segi empat dengan dimensi terbesar horizontal. Braket *edgewise* juga dapat dipakai dengan *archwire* yang penampang melintangnya bulat. Ada sejumlah desain braket *edgewise* yang berbeda-beda. Karakteristik utamanya adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran yang umum dipakai adalah 0.018 dan 0.022 inci (dimensi labiolingual biasanya 0.028 inci).
- b. Braket dapat utuh atau braket Siamese mempunyai dua alur *archwire* yang terpisah.
- c. Lebar mesiodistal dari alur. Lebar yang efektif tampak pada braket Siamese

d. Arah alur dan jaraknya dari dasar braket.

Braket *edgewise* standar mempunyai alur yang diatur segaris dengan jarak standar dari dasar braketnya. Pada braket *edgewise* yang disesuaikan, arah alur *archwire* dan jaraknya dari dasar ditentukan secara individual menurut gigi tempat braket dicekatkan.

2.2.2 Braket *Begg*

Braket *Begg* dipakai dalam diagnostik dan perawatan rutin yang menyeluruh. Teknik beg seperti dengan alat-alat *edgewise*, penggunaan yang aman dari teknik *begg* memerlukan latihan dan pengalaman klinis yang cukup. Braket *begg* mempunyai alur yang sempit, yang sesuai dengan alur *archwire* dari braket *edgewise*, ke dalam mana suatu *archwire* dipasang kendur dan ditahan di tempatnya dengan suatu pasak pengunci. Braket *begg* hanya dipakai dengan *archwire* berpenampang melintang bulat. Braket *begg* mempunyai lebar mesio-distal minimal dan *archwire*-nya terpasang kendur dalam braket. Kelebihan dari pendekatan ini adalah kendurnya *archwire* dalam suatu braket berarti gigi bebas untuk bergerak miring di sepanjang dan di sekeliling *archwire*-nya. Koreksi awal yang cepat dari penyimpangan gigi didapat jika diaplikasikan gaya yang jauh lebih ringan daripada gaya yang diperlukan oleh sistem *edgewise*, dengan regangan minimum pada penjangkaran intra oral. Oleh karena itu, penjangkaran ekstra oral biasanya tidak diperlukan. Kekurangan pada teknik ini adalah bahwa pada tahap perawatan selanjutnya alat menjadi rumit karena harus dilakukan penambahan asesori. Konsekuensi dari hubungan yang kendur antara *archwire* dan braket adalah sulit menahan gigi-gigi dengan tepat di posisinya dan dapat timbul gerakan-gerakan gigi

yang tidak diinginkan.¹²

2.2.3 Braket *Self-Ligating*

Peranti ortodonti cekat pada umumnya, braket *self-ligating* terdiri atas basis dan badan braket yang berisi *slot* dan *tie-wing*. Perbedaan antara braket konvensional dan *self-ligating* terletak pada cara *archwire* bertautan di dalam *slot*. Pada *self-ligating*, braket mempunyai klip atau mekanisme lain yang digunakan bukan elastis atau ligatur metal. Seperti braket konvensional, braket *self-ligating* hanya mempunyai satu fungsi yaitu adanya jembatan antara elemen yang memberikan gaya (kawat atau pelengkap) dan gigi. Penggunaan braket *self-ligating* meningkatkan jumlah filosofi perawatan, yang dipercaya menawarkan keuntungan signifikan dibandingkan ligasi biasa.¹² Braket *self-ligating* ideal harus memiliki karakteristik berikut:

- a. Basis braket yang melengkung dengan baik secara anatomis, termasuk retensi dan undercut.
- b. Penanda sumbu vertikal dan horizontal.
- c. Rancangan desain yang tepat agar dapat memposisikan braket dengan baik.
- d. Braket harus dapat diidentifikasi untuk masing-masing gigi (pengodean dengan warna atau ukiran laser).
- e. Terdapat kait (*hook*) untuk pengalokasian elastik.
- f. Dimensi *slot* tepat (antara 0,018 atau 0,022)
- g. Mekanisme *self-ligating* yang kuat.

- h. *Tie-wing* kembar untuk mengaitkan rantai elastik atau modul elastik.
- i. *Slot* pelengkap tambahan.

2.3 Korosi

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi pada suatu material akibat reaksi dengan lingkungan disekitarnya. Proses korosi ini melibatkan 2 reaksi simultan yakni oksidasi dan reduksi (redoks). Ketika spesimen logam murni (disebut elektroda) ditempatkan pada medium cairan (disebut elektrolit) yang tidak mengandung ion-ion spesimen, maka ion logam akan cenderung larut ke dalam medium dan permukaan logam yang hilang ionnya akan memulai proses redeposisi untuk mempertahankan sifat logam tersebut, transfer ion logam ke medium cairan disebut proses oksidasi (hilangnya elektron) dan redeposisi yang menyebabkan reduksi. Contoh dari reaksi oksidasi (anoda) ada logam di dalam asam yang menyebabkan disolusi logam sebagai ion electron ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$), sedangkan reaksi reduksi terjadi ada permukaan katoda yang akan mengambil elektron bebas yang diproduksi oleh anoda dengan pengurangan ion hydrogen menjadi gas + - hydrogen ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$).¹⁹ Proses ini terus berlanjut sampai logam tersebut habis, kecuali logam itu dapat membentuk lapisan permukaan protektif, atau sampai reaktan katoda habis. Tingkat korosi logam dipengaruhi oleh komposisi material serta reaksi kimia dari cairan saat dicelupkan atau lingkungan sekitarnya.¹³ Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi adalah dengan penggunaan inhibitor korosi. Secara umum suatu inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu

lingkungan dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Biasanya proses korosi logam berlangsung secara elektrokimia yang terjadi secara simultan pada daerah anoda dan katoda. Inhibitor biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut selang waktu tertentu. Jenis-jenis yang berhubungan dengan lingkungan dalam rongga mulut diantaranya adalah korosi umum (*uniform attack*), korosi *crevice*, korosi sumur, dan korosi galvanis.²⁰

Terdapat beberapa jenis korosi yang berhubungan dengan lingkungan dalam rongga mulut yaitu:

2.3.1 Korosi Umum /*Uniform Attack*

Korosi seragam merupakan korosi dengan serangan merata pada seluruh permukaan logam. Korosi terjadi pada permukaan logam yang terekspos pada lingkungan korosif.¹⁶

2.3.2 Korosi Galvanis

Korosi galvanik atau elektrokimia adalah korosi paling umum terjadi di lingkungan rongga mulut. Jenis korosi ini terjadi karena kontak dari dua jenis logam yang berbeda. Logam yang lebih lemah (anoda) terkorosi dalam proses ini. Adanya dua logam yang berbeda dalam satu larutan elektrolit (saliva) menciptakan reaksi galvanik. Elektrolit membantu migrasi ion dan menyebabkan korosi terjadi lebih cepat. Semakin besar katoda dan semakin kecil anoda, semakin parah korosi yang terjadi.¹⁴

Jenis korosi ini terjadi antara braket ortodontik dan kawat di rongga mulut dan terjadi karena kontak dari dua paduan logam berbeda dalam elektrolit (saliva). Jenis

korosi yang paling umum terjadi dalam braket dan kawat ortodonti adalah celah dan *pitting corrosions*. Korosi celah terjadi antara dua permukaan yang dekat atau di mana pertukaran oksigen tidak dapat terjadi.

Jenis korosi ini terjadi ketika bahan non-logam digunakan di atas logam (contohnya penggunaan elastomer dan O-ring untuk menahan braket). Akibat peningkatan keasaman lingkungan rongga mulut, lapisan pelindung pada permukaan logam hancur dan korosi terjadi. *Pitting corrosion* adalah jenis korosi lokal mengakibatkan pitting dan kavitasi pada permukaan dan biasanya terjadi pada logam yang mengandung lapisan oksida superfisial. Penelitian menunjukkan bahwa tipe korosi ini terjadi pada *stainless steel*, Cr-Co, Ni-Cr, dan NiTi.

Selain perbedaan potensial antara dua logam, banyak faktor lain berperan dalam korosi galvanik. Korosi terjadi dalam lingkungan asam seperti pada makanan dan minuman yang bersifat asam yang dapat meningkatkan intensitas proses korosi. pH rendah (dalam lingkungan asam) merusak banyak logam dan paduan logam. Pada pH 4-6, larutan natrium fluorida dan saliva artifisial, kawat *stainless steel* dan paduan Ni-Ti mengalami korosi pitting. Korosi dapat mempengaruhi sifat mekanik braket dan rilis beberapa senyawa bisa bersifat sitotoksik.

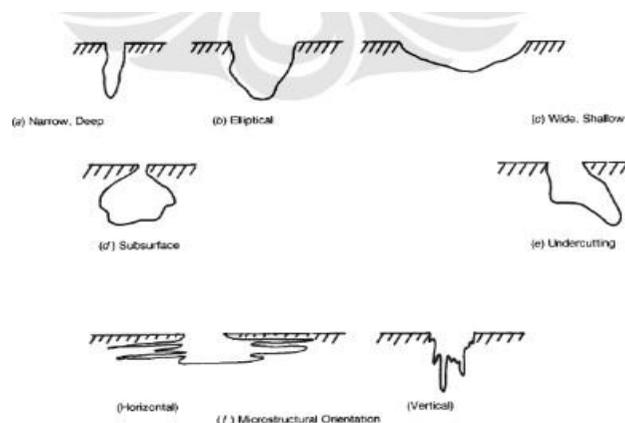
2.3.3 Pitting and Crevice Corrosion

Korosi *pitting* (sumur) dan *crevice* (celah) adalah bentuk korosi yang terlokalisir, yang berarti bahwa korosi terjadi pada area terbatas. Laju korosinya tinggi dan umumnya lebih tinggi dari pada untuk *uniform corrosion*, karena rasio katoda / anoda yang besar. Mekanisme korosi celah tergantung pada beberapa parameter dan dapat berubah sesuai dengan perubahan dalam parameter. Korosi celah (*Crevice Corrosion*)

ialah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada celah yang dapat menahan kotoran dan cairan sehingga konsentrasi O_2 pada mulut kaya dibanding pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodik dan bagian mulut jadi katodik.¹⁵

Mekanisme terjadinya korosi celah dimulai akibat adanya perbedaan konsentrasi beberapa kandungan kimia, seperti oksigen dan asam, yang membentuk konsentrasi sel elektrokimia. Di luar dari celah (katoda), kandungan oksigen dan pH lebih tinggi. Korosi pitting merupakan bentuk korosi yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan pada suatu material hanya dengan kehilangan sedikit persen berat.

Sangat sulit untuk mendeteksi korosi *pitting* karena ukurannya yang kecil dan sering tertutup oleh produk korosinya. *Pitting* tidak dapat diprediksi, khususnya pada kondisi pembentukan pitting yang dalam. Permukaan pitting biasanya tertutup oleh deposit dari aliran proses dan endapan produk korosi.¹⁵ Seperti yang diperlihatkan pada (Gambar 2.1).



Gbr.2.1 Variasi bentuk morfologi *pitting* di permukaan

2.3.4 Korosi Erosi

Korosi erosi disebabkan oleh kombinasi fluida korosif dan kecepatan aliran yang tinggi. Bagian fluida yang kecepatan alirannya rendah akan mengalami laju korosi rendah, sedangkan fluida kecepatan tinggi menyebabkan terjadinya erosi dan dapat menggerus lapisan pelindung sehingga mempercepat korosi.¹⁶

2.3.5 Dealloying

Dealloying adalah lepasnya unsur-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari logam paduan, sebagai contoh lepasnya unsur seng atau Zn pada kuningan (Cu-Zn) dan dikenal dengan istilah *desensitization*.¹⁶

2.3.6 Korosi Aliran (*Floe Induced Corrosion*)

Korosi Aliran digambarkan sebagai efek dari aliran terhadap terjadinya korosi. Meskipun mirip, antara korosi aliran dan korosi erosi adalah dua hal yang berbeda. Korosi aliran adalah peningkatan laju korosi yang disebabkan oleh turbulensi fluida dan perpindahan massa akibat dari aliran fluida diatas permukaan logam. Korosi erosi adalah naiknya korosi dikarenakan benturan secara fisik pada permukaan oleh partikel yang terbawa fluida.¹⁶

2.4 Faktor Kimiawi Rongga Mulut yang Mempengaruhi Laju Korosi

Umumnya masalah korosi disebabkan oleh air, tetapi ada beberapa faktor selain air yang mempengaruhi laju korosi, diantaranya:

2.4.1 Faktor Gas Terlarut

Oksigen (O₂) merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya korosi, adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada peranti ortodonti cekat.^{16,17}

2.4.2 Faktor Temperatur

Penambahan temperature/suhu umumnya menambah laju korosi walaupun kenyataannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperature. Dengan terjadinya korosi dapat menyebabkan pasien alergi terhadap logam.^{16,17}

2.4.3 Faktor pH

pH netral adalah 7, sedangkan pH<7 bersifat asam dan korosif, sedangkan untuk pH>7 bersifat basa juga korosif. Tetapi untuk besi, laju korosi rendah pada pH antara 7 sampai 13. Laju korosi akan meningkat pada pH<7 dan pada pH>13.^{16,17}

2.4.4 Faktor Obat Kumur dan Pasta Gigi

Plak gigi merupakan biofilm bakteri yang terbentuk secara konstan di dalam rongga mulut dan ini adalah faktor risiko utama terjadinya karies gigi, peradangan gusi, periodontitis jika tidak dihilangkan secara mekanis dengan menyikat gigi setiap hari. Oleh karena itu, penggunaan peranti ortodonti cekat pada pasien ortodonti merupakan kelompok berisiko tinggi untuk akumulasi plak di dalam mulut. Pemberian pasta gigi digunakan untuk membantu membersihkan rongga mulut dari plak gigi yang ada. Kandungan didalam pasta gigi yaitu *citric acid*, *benzoic acid*, *sodium fluoride*, *sodium citrate* dapat menyebabkan terjadinya korosi dengan pelepasan ion nikel dan juga kromium pada peranti ortodonti cekat.²²

Pemberian obat kumur serta terdapat kandungan *fluor* didalamnya dapat

menyebabkan pelepasan ion-ion, namun ada obat kumur yang disarankan untuk pasien dalam perawatan ortodonti yaitu obat kumur *Curasept* karena mengandung klorheksidin di bandingkan dengan obat kumur lainnya.²¹

2.4.5 Faktor Bakteri di dalam Mulut

Interaksi fisikokimiawi antara peranti ortodonti cekat dengan keadaan rongga mulut dapat menyebabkan korosi. Salah satunya bakteri yang ada di dalam rongga mulut yaitu *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.

Oleh karena itu, *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis* dengan mudah membentuk biofilm pada peranti ortodonti cekat dan permukaan gigi sehingga menyebabkan korosi.²³

2.4.6 Faktor Makanan dan Minuman

Produk yang berupa makanan dan minuman dalam kemasan kaleng umumnya berasal dari bahan alami yang masih segar, seperti berbagai jenis daging, ikan, susu, sayur-mayur, buah-buahan yang diolah secara fisik atau kimia agar dapat disajikan dalam bentuk kemasan dalam kaleng yang bertujuan untuk memberi rasa, aroma warna atau untuk mengawetkan.¹⁶ Sifat yang berbeda-beda pada tiap jenis produk seperti tingkat keasaman, kandungan unsur-unsur tertentu dan sebagainya akan mengakibatkan efek kimiawi pula pada rongga mulut terutama menyebabkan korosi pada peranti ortodonti cekat. Karena pada makanan dan minuman kaleng terdapat senyawa-senyawa tertentu yang sifatnya korosif seperti senyawa sulfur, khlorida, nitrat dan sebagainya.²³