

# PERBANDINGAN TINGKAT KETAHANAN KOROSI ANTARA BRAKET *STAINLESS STEEL* BARU DAN DAUR ULANG DALAM SALIVA BUATAN DENGAN PH 5 (Kajian Laboratoris Pada Empat Macam Braket)

Rully Utami\*, Soekarsono Hardjono\*\*, dan Prihandini Iman\*\*

\*Program Studi Ortodonsia Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Fakultas Kedokteran Gigi,  
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

\*\*Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

## ABSTRAK

Kandungan kromium pada *alloy* merupakan salah satu penentu kualitas braket karena dapat meningkatkan ketahanan braket *stainless steel* terhadap korosi. Kromium ditambahkan pada *alloy* untuk meningkatkan kemampuan proteksi dengan membentuk lapisan pasif kromium oksida pada permukaan *alloy*. Rongga mulut merupakan lingkungan yang korosif terhadap logam yang berada di dalamnya. Ion logam akan lebih banyak terlepas pada kondisi saliva yang asam, yaitu pada pH 5. Penggunaan metode termal untuk daur ulang braket akan berpengaruh terhadap struktur mikro braket itu sendiri, karena akan terbentuk endapan kromium karbida sebagai hasil dari proses pemanasan sehingga terjadi proses pelepasan ion yang akan mengawali terjadinya proses melemahnya struktur braket. Ketahanan terhadap korosi adalah jumlah total besar penurunan kandungan ion kromium pada braket ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam saliva buatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan besar tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru dan yang didaur ulang dengan cara dibakar, pada saliva buatan dengan pH 5.

Penelitian ini menggunakan 240 braket *stainless steel* slot 0,022" dari 4 merek yang berbeda, 30 setiap merek braket sebagai kelompok braket baru dan 30 setiap merek braket sebagai kelompok braket daur ulang. Sampel direndam dalam saliva buatan pH 5 dan dimasukkan ke dalam inkubator suhu 37° selama 21 hari. Ketahanan korosi dihitung melalui pelepasan ion kromium dari setiap sampel yang diukur menggunakan AAS. Analisa statistik menggunakan ANAVA 1 jalur dan dilanjutkan dengan *multiple comparison*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) pada ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru dan daur ulang yang direndam pada saliva buatan pH 5, dan terdapat interaksi pengaruh perbedaan merek braket terhadap ketahanan korosi ( $p < 0,05$ ).

**Kata kunci:** Ketahanan korosi, braket *stainless steel* baru dan daur ulang, saliva buatan pH 5

## ABSTRACT

*Chromium content in the alloy is one determinant of the quality of the bracket because it can increase the resistance to corrosion of stainless steel bracket. Chromium is added to the alloy to improve protection capabilities by forming a passive layer of chromium oxide on the surface of the alloy. The oral cavity is an environment that is corrosive to metals that are in it. This will affect the stability of the metal ions in the bracket, metal ions will be much regardless of salivary acidic conditions (pH 5). The use of thermal methods are burned in the bracket recycling would affect the microstructure bracket itself because chromium carbide precipitate will be formed as a result of the heating process resulting in the release of ions will initiate the process of weakening the structure of the bracket. Resistance to corrosion is a major reduction in the total amount of chromium ion content in stainless steel orthodontic bracket that is immersed in artificial saliva. The purpose of this study was to determine the major differences in the level of corrosion resistance 4 kinds new and recycling stainless steel bracket that is recycled by burning, in artificial saliva with a pH of 5.*

*This study uses 240 stainless steel bracket slot 0.022 " from 4 different brands, consists of 30 new bracket bracket as a group and as a group bracket 30 bracket recycling for any brand. Samples were immersed in artificial saliva pH 5 and put in an incubator at 37° for 21 days. The corrosion resistance of chromium ions is calculated through the release of each sample was measured using AAS. Statistical analysis using ANOVA 1 followed by multiple comparison.*

*The results showed that there were significant differences ( $p < 0.05$ ) on the corrosion resistance of stainless steel bracket 4 kinds of new and recycled immersed in artificial saliva pH 5. There was an interaction effect of different brands of the bracket against the corrosion resistance ( $p < 0.05$ ).*

**Keywords:** corrosion resistance, stainless steel bracket new and recycled, artificial saliva pH 5

## PENDAHULUAN

Tujuan perawatan yang dilakukan oleh ortodontis adalah mencapai oklusi optimal dengan kerangka dasar tulang rahang yang kompatibel, dengan lingkungan syaraf dan otot yang harmonis. Adaptasi psikologis dengan fungsi dan stabilisasi yang normal juga sangat penting, tanpa hal tersebut sistem stomatognatik tidak akan berjalan baik<sup>1</sup>. Perawatan ortodontik melibatkan penerapan kekuatan untuk gigi melalui busur kawat aktif yang dimasukkan ke slot bracket yang terikat pada enamel. Bracket terdiri dari 2 komponen: sayap, yang merupakan tempat penyisipan kawat, dan basis yang terikat pada enamel yang dilengkapi dengan *mesh* sebagai sarana perlekatan dengan enamel<sup>2</sup>.

Bracket dapat dibuat dari baja tahan karat (*stainless steel*), polikarbonat, keramik atau kombinasi polikarbonat-keramik serta titanium. Bracket dengan bahan *stainless steel* merupakan bracket yang terbanyak digunakan di klinik karena bracket *stainless steel* merupakan bracket yang paling ekonomis. Salah satu sifat *stainless steel* adalah relatif tahan terhadap korosi, namun tingkat ketahanan korosi suatu *stainless steel* sangat bervariasi. Bracket *stainless steel* dibuat oleh berbagai pabrik dengan beragam kualitas, yang artinya beragam tingkat ketahanan terhadap korosi<sup>3</sup>. Bracket *stainless steel* mempunyai daya tahan terhadap korosi karena sudah dilapisi dengan lapisan pelindung kromium oksida<sup>4</sup>. Bracket *stainless steel* sebagian besar mempunyai komposisi 8-12% nikel, 17-22% kromium, dan proporsi mangan, copper, titanium, dan besi yang bervariasi. Perpaduan besi, kromium, nikel pada bracket *stainless steel* merupakan komposisi penting karena menghasilkan sifat mekanik yang menguntungkan dan ketahanan korosi yang baik<sup>5</sup>.

Variasi konsentrasi elektrolit dan volume aliran saliva di dalam rongga mulut terjadi karena akumulasi makanan pada area interproksimal dan stimulasi sekresi saliva. Tingkat keasaman saliva dan plak manusia berkisar antara 4,95 – 7,26 ; hal tersebut akan mempengaruhi kestabilan ion logam pada bracket, dalam hal ini akan mengakibatkan pelepasan ion logam. Ion logam akan lebih banyak terlepas pada kondisi saliva yang asam, yaitu pada pH 5<sup>6</sup>. Pelepasan ion yang terjadi dengan cepat dan terus menerus akan mengakibatkan terjadinya korosi yang merupa-

kan kegagalan struktur logam secara mekanis dan berlangsung cepat akibat reaksi logam dan lingkungannya<sup>7</sup>. Proses korosi bracket *stainless steel* di dalam rongga mulut terjadi dimulai dengan pelepasan ion logam yang dapat masuk ke dalam tubuh serta menimbulkan berbagai efek seperti karsinogenik, alergenik, mutagenik dan sitotoksik<sup>8</sup>.

Perlekatan bracket pada enamel diperlukan dalam perawatan ortodontik cekat. Perlekatan bracket pada enamel melalui 2 cara yaitu *bonding* dan *banding*. *Bonding* lebih banyak digunakan karena dinilai lebih estetik dan praktis. Perlekatan bracket dengan *bonding* lebih mudah lepas dari permukaan gigi dibandingkan dengan *banding*<sup>9</sup>. Bracket yang lepas dapat didaur ulang dan dilekatkan kembali (*rebonding*). Prosedur yang dilakukan adalah melakukan daur ulang bracket kemudian melakukan pembersihan permukaan email dari bahan *bonding*, mengetsa kembali dan melekatkan bracket<sup>10</sup>.

Papadopoulos dkk.<sup>11</sup> menyebutkan ada beberapa metode daur ulang bracket. Dua metode yang paling sering digunakan adalah metode termal dan kimia untuk menghilangkan bahan adesif pada bracket. Proses daur ulang ini dapat menimbulkan efek samping tergantung dari tipe bracket dan metode daur ulang yang digunakan. Daur ulang dengan metode termal yaitu dengan dibakar dapat mengubah proteksi permukaan *alloy*. Logam apabila dipanasi dengan temperatur tinggi akan terbentuk endapan kromium karbida ( $Cr_{23}C_6$ ) yang menjadikannya rentan terhadap korosi yang akan mengawali melemahnya struktur logam secara umum<sup>12</sup>. Alat yang sering digunakan untuk pembakaran pada proses daur ulang bracket oleh mahasiswa program studi Ortodontia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Profesor Soedomo adalah *mini torch*. Prinsip kerja *mini torch* adalah gas yang disemprotkan bersama-sama dengan tekanan udara, melalui pipa pemancar kecil yang berada di tengah badan alat<sup>13</sup>.

Ortodontis sebaiknya memilih dengan teliti suatu bracket yang akan dibeli, kurangnya pengertian ortodontis tentang kualitas bracket, pengaruh kondisi mulut maupun pengaruh perlakuan mekanis terhadap bracket akan menyebabkan ortodontis tidak menyadari terjadinya proses korosi pada bracket<sup>3</sup>. Beredar berbagai macam bracket *stainless steel* dengan harga

yang murah walaupun kualitas dan biokompatibilitasnya belum dapat dipertanggung jawabkan karena banyak produsen braket yang tidak mencantumkan aspek tersebut pada produknya. Kandungan kromium pada *alloy* merupakan salah satu penentu kualitas braket karena dapat meningkatkan ketahanan braket *stainless steel* terhadap korosi. Kromium ditambahkan pada *alloy* untuk meningkatkan kemampuan proteksi dengan membentuk lapisan pasif kromium oksida ( $Cr_2O_3$ ) pada permukaan *alloy*. Permukaan *alloy* terdiri dari 16-27% lapisan kromium oksida yang dapat mengoptimalkan ketahanan korosi<sup>10</sup>. Metode pembuatan braket secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu metode *brazing* dan *Metal Injection Moulding/MIM*<sup>14</sup>.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk jenis eksperimental laboratoris. Subjek penelitian adalah 240 braket *stainless steel* slot 0,022” untuk elemen gigi premolar pertama dan kedua rahang atas rahang bawah dari 4 merek yang berbeda, yang terdiri dari 60 braket untuk setiap merek. Sampel direndam dalam saliva buatan pH 5 dan dimasukkan ke dalam inkubator suhu 37° selama 21 hari. Ketahanan korosi dihitung melalui pelepasan ion kromium dari setiap sampel yang diukur menggunakan AAS. Analisa statistik menggunakan ANAVA 1 jalur dan dilanjutkan dengan *multiple comparison*. Berdasarkan prapenelitian didapatkan komposisi dari 4 macam braket *stainless steel* A,B,C dan D yang akan menjadi sampel sebagai berikut

**Tabel 1.** Komposisi 4 macam braket *stainless steel* (%)

| No | Kode sampel | Parameter | Mean     | SD      | Metode Pembuatan |
|----|-------------|-----------|----------|---------|------------------|
| 1  | A           | Cr        | 18,70957 | 0,16905 | BRAZING          |
| 2  |             | Fe        | 66,91473 | 0,87690 |                  |
| 3  |             | Ni        | 8,74353  | 0,14695 |                  |
| 4  |             | Mn        | 0,43207  | 0,12288 |                  |
| 5  |             | Mo        | 0,14367  | 0,00854 |                  |
| 6  |             | Cu        | 1,14140  | 0,05617 |                  |
| 1  | B           | Cr        | 25,99323 | 0,12825 | MIM              |
| 2  |             | Fe        | 65,56957 | 0,25144 |                  |
| 3  |             | Ni        | 0,15307  | 0,00167 |                  |
| 4  |             | Mn        | 0,21517  | 0,11080 |                  |
| 5  |             | Mo        | 0,51870  | 0,01130 |                  |
| 6  |             | Cu        | 3,51537  | 0,04257 |                  |
| 7  |             | Si        | 0,36297  | 0,01305 |                  |
| 1  | C           | Cr        | 20,13700 | 0,09232 | BRAZING          |
| 2  |             | Fe        | 70,49080 | 11,2962 |                  |
| 3  |             | Ni        | 3,16910  | 0,01820 |                  |
| 4  |             | Mn        | 1,47393  | 0,53376 |                  |
| 5  |             | Mo        | 0,02343  | 0,00808 |                  |
| 6  |             | Cu        | 2,20267  | 0,06022 |                  |
| 7  |             | Si        | 0,53373  | 0,01625 |                  |
| 1  | D           | Cr        | 15,75207 | 0,20031 | MIM              |
| 2  |             | Fe        | 76,50420 | 0,68968 |                  |
| 3  |             | Ni        | 3,81790  | 0,04382 |                  |
| 4  |             | Mn        | 0,04523  | 0,00146 |                  |
| 5  |             | Mo        | -        | -       |                  |
| 6  |             | Cu        | 2,91060  | 0,09331 |                  |
| 7  |             | Si        | 0,80247  | 0,03718 |                  |
| 8  |             | P         | 0,90730  | 0,02338 |                  |

## HASIL PENELITIAN

Hasil perhitungan ketahanan korosi braket baru dapat dibaca dalam Tabel 4.

Uji perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru pada saliva buatan dengan pH 5 diawali dengan uji homogenitas untuk mengetahui distribusi data hasil penelitian. Hasil uji tersebut menunjukkan data hasil penelitian terdistribusi secara homogen ( $p > 0,05$ ) sehingga dapat dilakukan analisis variansi 1 jalur. Uji ANAVA 1 jalur digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 merek braket baru yang direndam dalam saliva buatan pH 5. Hasil uji ANAVA 1 jalur untuk braket baru dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil uji ANAVA 1 jalur tentang perbandingan tingkat ketahanan korosi pada 4 merek

braket *stainless steel* baru menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada keempat merek braket dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$ . Uji *post hoc multiple comparisons* dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar kelompok merek braket.

Hasil uji *post hoc multiple comparisons* mengenai perbedaan tingkat ketahanan korosi antar kelompok merek braket menunjukkan bahwa antar merek braket terdapat perbedaan bermakna kecuali pada braket merek A terhadap merek C ( $p > 0,05$ ). Perbedaan tingkat ketahanan korosi pada braket baru menunjukkan bahwa braket dengan tingkat ketahanan korosi paling tinggi adalah braket B diikuti oleh braket D, selanjutnya braket A dan diurutan terakhir adalah braket C.

**Tabel 2.** Tingkat ketahanan korosi braket baru

| Merek | N | Ketahanan Korosi (%) | Simpangan Baku | Minimum | Maksimum |
|-------|---|----------------------|----------------|---------|----------|
| A     | 3 | 98.8633              | .03215         | 98.84   | 98.90    |
| B     | 3 | 99.5300              | .01732         | 99.52   | 99.55    |
| C     | 3 | 98.8100              | .05292         | 98.75   | 98.85    |
| D     | 3 | 99.2333              | .02182         | 99.21   | 99.25    |

**Tabel 3.** Hasil uji Anava 1 jalur ketahanan korosi braket baru ( $p < 0,05$ )

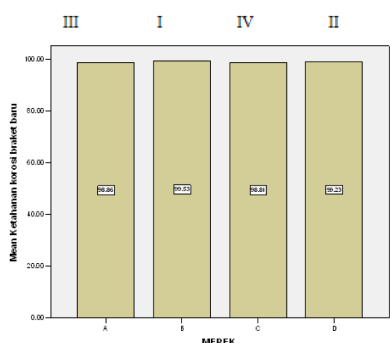
| Sumber      | Jumlah kuadrat | Derajat bebas | Rerata kuadrat | F       | Signifikansi (p) |
|-------------|----------------|---------------|----------------|---------|------------------|
| Antar merek | 1.027          | 3             | .342           | 299.959 | .000*            |
| Dalam merek | 0.009          | 8             | .001           |         |                  |

\* : signifikan ( $p < 0,05$ )

**Tabel 4.** Hasil uji perbandingan tingkat ketahanan korosi antar merek braket baru ( $p < 0,05$ )

| Merek | Merek | Simpangan Baku | Std Error | Signifikansi (p) | Interval Sig.95% |          |
|-------|-------|----------------|-----------|------------------|------------------|----------|
|       |       |                |           |                  | Minimum          | Maksimum |
| A     | B     | .02759         | .02759    | .000*            | -.7303           | -.6030   |
|       | C     | .02759         | .02759    | .089             | -.0103           | .1170    |
|       | D     | .02759         | .02759    | .000*            | -.4336           | -.3064   |
| B     | A     | .02759         | .02759    | .000*            | .6030            | .7303    |
|       | C     | .02759         | .02759    | .000*            | .6564            | .7836    |
|       | D     | .02759         | .02759    | .000*            | .2330            | .3603    |
| C     | A     | .02759         | .02759    | .089             | -.1170           | .0103    |
|       | B     | .02759         | .02759    | .000*            | -.7836           | -.6564   |
|       | D     | .02759         | .02759    | .000*            | -.4870           | -.3597   |
| D     | A     | .02759         | .02759    | .000*            | .3064            | .4336    |
|       | B     | .02759         | .02759    | .000*            | -.3603           | -.2330   |
|       | C     | .02759         | .02759    | .000*            | .3597            | .4870    |

\* : signifikan ( $p < 0,05$ )



**Gambar 1.** Diagram tingkat ketahanan korosi braket baru

Uji perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* daur ulang pada saliva buatan dengan pH 5 diawali dengan uji homogenitas untuk mengetahui distribusi data hasil penelitian. Hasil uji tersebut menunjukkan data hasil penelitian terdistribusi secara homogen ( $p > 0,05$ ) sehingga dapat dilakukan analisis variansi 1 jalur.

Uji ANAVA 1 jalur digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 merek braket *stainless steel* yang daur ulang yang kemudian direndam dalam saliva buatan pH 5. Hasil uji ANAVA 1 jalur untuk braket daur ulang dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil uji ANAVA 1 jalur tentang perbandingan tingkat ketahanan korosi pada empat merek braket *stainless steel* daur ulang menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada keempat merek braket yang di daur ulang dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$ . Uji *post hoc multiple comparisons* dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar kelompok merek braket .

Hasil uji *post hoc multiple comparisons* mengenai perbedaan tingkat ketahanan korosi antar kelompok merek braket daur ulang menunjukkan bahwa antar merek braket yang daur ulang terdapat perbedaan bermakna  $p < 0,05$ . Perbedaan tingkat ketahanan korosi pada braket daur ulang menunjukkan bahwa braket dengan

**Tabel 5.** Tingkat ketahanan korosi braket daur ulang

| Merek | N | Ketahanan Korosi (%) | Simpangan Baku | Minimum | Maksimum |
|-------|---|----------------------|----------------|---------|----------|
| A     | 3 | 94.03                | .175           | 94      | 94       |
| B     | 3 | 99.26                | .069           | 99      | 99       |
| C     | 3 | 77.76                | .330           | 77      | 78       |
| D     | 3 | 96.36                | .121           | 96      | 96       |

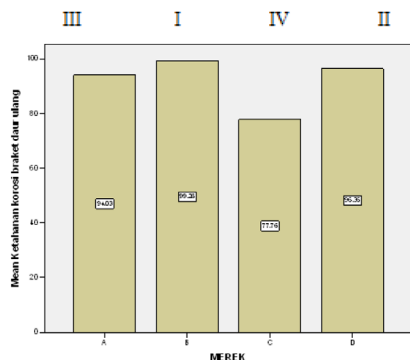
**Tabel 6.** Hasil uji Anava 1 jalur braket daur ulang ( $p < 0,05$ )

| Sumber      | Jumlah kuadrat | Derajat bebas | Rerata kuadrat | F         | Signifikansi (p) |
|-------------|----------------|---------------|----------------|-----------|------------------|
| Antar merek | 835.543        | 3             | 278.514        | 7.005.117 | .000             |
| Dalam merek | .318           | 8             | .040           |           |                  |

**Tabel 7.** Hasil uji perbandingan tingkat ketahanan korosi antar merek braket daur ulang ( $p < 0,05$ )

| Merek | Merek | Simpangan Baku | Std. Error | Signifikansi (p) | Interval minimum | Sig. 95% maksimum |
|-------|-------|----------------|------------|------------------|------------------|-------------------|
| A     | B     | -5.233         | .163       | .000             | -5.61            | -4.86             |
|       | C     | 16.267         | .163       | .000             | 15.89            | 16.64             |
|       | D     | -2.333         | .163       | .000             | -2.71            | -1.96             |
| B     | A     | 5.233          | .163       | .000             | 4.86             | 5.61              |
|       | C     | 21.500         | .163       | .000             | 21.12            | 21.88             |
|       | D     | 2.900          | .163       | .000             | 2.52             | 3.28              |
| C     | A     | -16.267        | .163       | .000             | -16.64           | -15.89            |
|       | B     | -21.500        | .163       | .000             | -21.88           | -21.12            |
|       | D     | -18.600        | .163       | .000             | -18.98           | -18.22            |
| D     | A     | 2.333          | .163       | .000             | 1.96             | 2.71              |
|       | B     | -2.900         | .163       | .000             | -3.28            | -2.52             |
|       | C     | 18.60          | .163       | .000             | 18.22            | 18.98             |

tingkat ketahanan korosi paling tinggi adalah braket B diikuti oleh braket D, selanjutnya braket A dan diurutan terakhir adalah braket C (Gambar 2).



**Gambar 2.** Diagram tingkat ketahanan korosi braket daur ulang

Urutan tingkat ketahanan korosi braket baru dan daur ulang dari merek yang ketahanan korosinya paling tinggi ke rendah dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan braket merek A, B, C dan D mengalami penurunan ketahanan korosi setelah dilakukan daur ulang. Tabel 9 menunjukkan ada perbedaan yang bermakna pada tingkat ketahanan korosi pada keempat merek braket baru dan daur ulang ( $p < 0,05$ ).

Hasil uji *post hoc multiple comparison* pada tabel 12 menunjukkan interaksi pengaruh perbedaan antar merek braket dengan signifikansi  $p < 0,05$ .

## PEMBAHASAN

Korosi pada braket *stainless steel* merupakan proses yang melibatkan terlepasnya ion-ion logam pada saliva sehingga mempengaruhi jaringan sekitarnya. Proses korosi ini apabila terjadi terus menerus akan berakibat menurunnya kualitas dan biokompatibilitas braket *stainless steel*. Pemilihan braket seharusnya mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya adalah kualitas dan biokompatibilitas. Aspek tersebut bukan menjadi prioritas lagi dengan banyak beredarnya berbagai macam braket *stainless steel* dengan harga yang murah walaupun kualitas dan biokompatibilitasnya belum dapat dipertanggungjawabkan karena banyak produsen braket yang tidak mencantumkan aspek tersebut pada produknya.

Berdasarkan tabel 3 didapatkan perbedaan yang bermakna pada tingkat ketahanan korosi pada keempat merek braket baru ( $p < 0,05$ ), hal ini menunjukkan bahwa hipotesis pertama yang menyatakan terdapat perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru pada saliva buatan dengan pH 5 diterima. Berdasarkan tabel 6 didapatkan perbedaan yang bermakna pada tingkat ketahanan korosi pada keempat merek braket daur ulang ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis kedua yang menyatakan terdapat perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* daur ulang pada saliva buatan

**Tabel 8.** Urutan tingkat ketahanan korosi braket baru dan daur ulang

| Kondisi Braket | Merek | Rerata (%) | Simpangan Baku | N |
|----------------|-------|------------|----------------|---|
| Baru           | B     | 99.5300    | .01732         | 3 |
|                | D     | 99.2333    | .02082         | 3 |
|                | A     | 98.8633    | .03215         | 3 |
|                | C     | 98.8100    | .05292         | 3 |
| Daur Ulang     | B     | 99.2600    | .6928          | 3 |
|                | D     | 96.3600    | .12124         | 3 |
|                | A     | 94.0267    | .17502         | 3 |
|                | C     | 77.7600    | .33000         | 3 |

**Tabel 9.** Hasil uji perbedaan tingkat ketahanan korosi 4 merek braket baru dan daur ulang ( $p < 0,05$ )

| Sumber                    | Jumlah kuadrat | Derajat bebas | Rerata kuadrat | F         | Signifikansi (p) |
|---------------------------|----------------|---------------|----------------|-----------|------------------|
| Braket baru >> Daur ulang | 316.028        | 1             | 316.028        | 15453.684 | .000             |
| Antar merek               | 440.361        | 3             | 146.787        | 71777.840 | .000             |
| Braket >> merek           | 396.209        | 3             | 132.070        | 6458.180  | .000             |

dengan pH 5 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan korosi braket *stainless steel* baru maupun daur ulang dipengaruhi oleh komposisi dan metode pembuatannya sesuai dengan pendapat Zinelis dkk.<sup>15</sup> yaitu kualitas braket dipengaruhi oleh komposisi kandungan *alloy* dan metode pembuatan braket. Braket yang biokompatibel adalah braket yang tahan terhadap korosi.

Prosentase kandungan kromium awal tidak mempengaruhi pelepasan ion kromium. Hasil penelitian Fatimah<sup>16</sup> menunjukkan hal yang sama bahwa prosentase kandungan ion tidak mempengaruhi besar pelepasan ion, hal ini menunjukkan kesesuaian dengan pendapat Feriter dkk.<sup>6</sup> bahwa besar pelepasan ion kromium tidak dipengaruhi oleh prosentase kandungan ion kromium dalam braket *stainless steel*, tetapi dipengaruhi oleh komposisi dan metode pembuatan braket. Hasil penelitian yaitu braket merek A, merek B, merek C dan merek D memiliki komposisi dan metode pembuatan yang berbeda sehingga ketahanan terhadap korosinya dilihat dari pelepasan ion kromiumnya juga berbeda. Hasil prapenelitian mengenai kandungan ion kromium pada keempat merek braket tersebut menunjukkan kandungan ion kromium terbesar adalah pada braket merek B, kemudian diurutkan berikutnya adalah braket merek A, diikuti braket merek D dan diurutkan terakhir adalah braket merek C, metode pembuatan braket A dan C adalah *brazing*, sedangkan metode pembuatan braket B dan D adalah *MIM*. Ketahanan terhadap korosi paling besar terjadi pada braket merek B kemudian diurutkan kedua braket merek D, diikuti braket merek A dan diurutkan terakhir braket merek C.

Braket *stainless steel* dengan tingkat ketahanan korosi yang rendah akan mudah mengalami kerusakan pada lapisan pelindung permukaannya sehingga akan terjadi kekasaran permukaan braket *stainless steel* yang berupa pembentukan cekungan-cekungan dan goresan-goresan pada bagian yang mengalami korosi. Kekasaran permukaan tersebut akan mengakibatkan terjadinya peningkatan friksi antara braket dan *archwire* sehingga memperlambat pergerakan gigi. Friksi merupakan tahanan yang timbul antara dua permukaan yang keras. Friksi dalam ortodontik akan memperlambat pergerakan gigi. Fenomena friksi terjadi karena multifaktor, yaitu faktor fisik dan biologis. Faktor fisik meliputi material braket dan desain, lebar dan ukuran slot

braket, lebar interbraket, tipe *archwire*, ukuran dan bentuk *archwire*, teknik ligasi, angulasi pada *second order*, serta kecepatan *sliding*. Faktor biologis adalah saliva, plak dan korosi. Korosi akan menurunkan volume braket *stainless steel* sehingga secara tidak langsung akan menurunkan kekuatan untuk pergerakan dalam perawatan ortodontik, keretakan pada area konsentrasi tekanan dan fraktur<sup>17</sup>.

Flores dkk.<sup>18</sup> menyatakan bahwa dosis toksik kromium didalam mulut adalah 50-200 µg / hari. Pengaruh merugikan dari kromium terhadap tubuh akan terjadi apabila terdapat kandungan kromium sebesar dosis toksik sehingga akan mengakibatkan respon biologis berupa sensitivitas, toksisitas, dan karsinogenik. Penelitian ini memberikan informasi bahwa jumlah ion kromium yang terlepas dari braket *stainless steel* masih jauh dari dosis toksis, pada braket baru maupun braket daur ulang, sehingga relatif masih aman digunakan.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai perbedaan besar tingkat ketahanan terhadap korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru dan daur ulang pada saliva buatan dengan pH 5 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru pada saliva buatan dengan pH 5. Perbedaan tingkat ketahanan korosi pada braket baru menunjukkan bahwa braket dengan tingkat ketahanan korosi paling tinggi adalah braket B diikuti oleh braket D, selanjutnya braket A dan diurutkan terakhir adalah braket C.
2. Terdapat perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* yang didaur ulang dengan cara dibakar, pada saliva buatan dengan pH 5. Perbedaan tingkat ketahanan korosi pada braket daur ulang menunjukkan bahwa braket dengan tingkat ketahanan korosi paling tinggi adalah braket B diikuti oleh braket D, selanjutnya braket A dan diurutkan terakhir adalah braket C.
3. Terdapat perbedaan tingkat ketahanan korosi pada 4 macam braket *stainless steel* baru dan yang didaur ulang dengan cara dibakar, pada saliva buatan dengan pH 5. Braket merek A, B, C dan D mengalami penurunan ketahanan korosi setelah dilakukan daur ulang.

4. Terdapat interaksi pengaruh dari perbedaan macam braket, braket baru dan daur ulang pada saliva buatan pH 5.

#### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan kesimpulan, maka disarankan :

1. Pemilihan braket harus mempertimbangkan komposisi dan metode pembuatannya, karena hal ini sulit dilakukan tanpa penelitian, ortodontis harus meminta informasi secara detail mengenai produk kepada produsen braket.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan tingkat ketahanan korosi beberapa macam braket dengan metode pembuatan braket yang sama/dikendalikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice, K.J., 2003, *Phillips's Science of Dental Material*, 40th ed., W.B. Saunders Company, St. Louis Missouri, p.56-61.
2. Eliades, T., Zinelis, S., Bouravel, C., 2008, *Manufacturing of Orthodontic Brackets : A Review of Metallurgical Perspectives and Applications*, Recent Patents on Materials Science, 1: 135-139.
3. Fatimah, S., 2013, *Perbandingan Besar Pelepasan Ion Nikel Antara Empat Merek Braket Stainless Steel Baru Dan Daur Ulang Dalam Saliva Buatan Dengan Ph 5 Dan 6,7.*, Karya Tulis Ilmiah, PPDGS FKG UGM, Jogjakarta.
4. Feritter, J.P., dan Moyers, C.E., 1990, *The Effect of Hydrogen Ion Concentration on the force Degradation Rate of Orthodontic Polyurethane Chain Elastics*, Am J Orthod., 64(4):283-290.
5. Flores, D.A., Choi, L.K., Caruso, J.M., Tomlinson, J.L., Scott, G.E., dan Jeiroudi, M.T., 1994, *Deformation of Metal Brackets: A Comparative Study*, Angle Orthod., 64(4): 283-290.
6. Huang, T.H., dan Yen, C.C., 2001, *Comparison of Ion Release from New and Recycled Orthodontic Brackets*, Am J Orthod., 120(2): 68-78.
7. Ikawati, Y.D., dan Soehardono, 2008, *Pemilihan Braket Stainless Steel yang Aman Untuk Perawatan Ortodontik*, Maj. Ked. Gi., 15(2): 233-236.
8. Issacson, K.G., dan William, J.K., 1992, *An Introduction to Fixed Appliance*, John Wright and soon ctd., p.20-22.
9. Lin, M.C., Sheng, C.L., Tzu, H.L., Her, H.H., 2006, *Surface Analysis and Corrosion Resistance of Different Stainless Steel Orthodontic Brackets in Artificial Saliva*, Angle Ortho., 76(2): 322-329.
10. Matasa, C.G., 1995, *Attachment Corrosion and Its Testing*, Journal of Clinical Ortho., 29:16-23.
11. Manappallil, J.J., 2003, *Basic Dental Materials*, ed-2, Jaypee, India, 377-413.
12. McLaughlin, R.P., Bennett, J.C., Trevisi, H.J., 2001, *Systemized Orthodontic Treatment Mechanics*, CV Mosby, p.1-21.
13. Papadopoulos, O., Morfaki, A.E., Athanasiou, T.E., 2000, *Recycling of Orthodontic Brackets: Effects on Physical Properties and Characteristics Ethical and Legal Aspects*, Revue d'Orthopedic Dentofacial, p.257-276.
14. Proffit, W.R., dan Fields, H.W., 2000, *Contemporary Orthodontic*, 3rd ed., St. Louis, Mosby, p.391-2.
15. Renfro, E.W., 1975, *Edgewise*, Lea and Febiger, Philadelphia, p.27-29.
16. Smith, D.V., 2001, *Frictional Resistance Evaluation of Orthodontic Brackets and Archwires with Sliding Mechanics Using Quantified Simulation of Canine Retraction*, A Thesis for the Degree of Master of Science in Orthodontics, Faculty of Dentistry University of Toronto.
17. Souza, R.M., dan Menezes, L.M., 2008, *Nickel, Chromium and Iron Levels in the Saliva of Patients with Simulated Fixed Orthodontic Appliances*, Angle of Ortho., 78(2): 345-351.
18. Zinelis S., Annousaki O., Eliades T., dan Makou M., 2004, *Elemental Composition of Brazing Alloys in Metallic Orthodontic Brackets*, Angel Orthod, 74:394-399.