

Pengaruh pH Rendah (3,5) dan Lama Perendaman terhadap Korosi Kawat *Stainless Steel Finger Spring* 0,6 mm

The Effect of pH Acidity (3,5) and Long Time Immersion to Corrosion of Stainless Steel Finger Spring 0,6 mm Archwire

Tita Ratya Utari¹ Fadhilah Nisaurrahmah²

Dosen PSKG FKIK UMY¹, Mahasiswa PSKG UMY²

Korespondensi: tita_utari@yahoo.com, fadhilahnisa210@gmail.com

Abstrak:

Latar Belakang: *Stainless steel finger spring* 0,6 mm tipe *austenitic* merupakan salah satu komponen aktif pada alat ortodonti lepasan yang sering digunakan dalam perawatan ortodonti dengan alat lepasan. pH, temperatur, serta konsentrasi bahan korosif merupakan faktor terjadinya korosi pada ortodonti lepasan. Perubahan pH rongga mulut setelah konsumsi asam memicu terjadinya korosi kawat ortodonti yang ditandai dengan pelepasan ion dan kehilangan berat pada kawat tersebut. Sedangkan perawatan ortodonti lepasan tidak sebentar, yaitu $13,4 \pm 10,3$ bulan. **Tujuan:** untuk mengetahui pengaruh pH (3,5) asam dan lama waktu perendaman terhadap laju korosi kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm. **Metode Penelitian:** Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Metode yang digunakan adalah perhitungan selisih berat kawat dengan neraca digital pada perendaman didalam saliva buatan dengan pH 3,5 dan pH 6,7 selama 6,2 jam dan 47,4 jam. Penelitian dilakukan dengan menghitung laju korosi dengan nilai *weight loss* kawat dan dilakukan uji makroskopis dengan mikroskop metalurgi. Analisis data menggunakan uji *Independent Sample t-test*. **Hasil Penelitian:** Hasil pengukuran *weight loss* pada semua perlakuan menunjukkan adanya perbedaan berat sebelum dan sesudah penelitian yang menandakan adanya pelepasan ion dan laju korosi pada kawat *finger spring*. Uji *Independent Sample t-test* menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan laju korosi perendaman pH 3,5 dan 6,7 baik pada waktu perendaman 6,2 jam dan 47,4 jam. Sedangkan pada analisis laju korosi terhadap lamanya waktu perendaman 6,2 jam dan 47,4 jam memiliki perbedaan yang signifikan baik pada pH 3,5 maupun 6,7. **Kesimpulan:** Laju korosi dan *weight loss* kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm sudah terjadi dalam perendaman selama 6,2 jam pada pH 3,5 dan 6,7.

Kata Kunci: *Finger spring*, Laju korosi, *weight loss*.

Abstract

Background: *Stainless steel finger spring 0,6 mm austenitic type is one of active components of removable orthodontic. pH acidity, temperature, corrosive material is factors of corrosion occurrence on removable appliance. pH acidity alteration of saliva after acid consumption can stimulate corrosion rate marked by the release of ions and weight loss on the appliance. Meanwhile the long using removable appliance is among $13,4 \pm 10,3$ months.* **Objective:** *to determine the effect of pH (3,5) and the long time of immersion in artificial saliva to corrosion rate on stainless steel finger spring 0,6 mm.* **Methods:** *The design of this study is experimental laboratory with weight loss method and immersion test in artificial saliva in pH 3,5 and pH 6,7 for 6,2 and 47,4 hours. This study measures the corrosion rate with weight loss after immersion test and macrocopy test with metallurgic microscop to determine the macrocopy changing.* **Result:** *The results of weight loss measurements in all treatments showed a difference in weight before and after the study indicating the release of ions and the rate of corrosion on the finger spring wire. The Independent Sample t-test showed no significant difference corrosion rate analysis of immersion at pH 3,5 and 6,7 both at 6,2 hours immersion and 47,4 hours. While the analysis of the corrosion rate on the immersion time of 6,2 hours and 47,4 hours has a significant difference both at pH 3,5 and 6,7.* **Conclusion:** *The corrosion rate and weight loss of 0,6 mm stainless steel finger spring has occurred in immersion for 6,2 hours at pH 3,5 and 6,7.*

Keywords: *Finger Spring, Corrosion Rate, Weight Loss, pH Acidity, Time Immersion*

PENDAHULUAN

Angka prevalensi maloklusi di Indonesia mencapai sekitar 80% dari jumlah penduduk¹. Hal ini menyebabkan peningkatan kebutuhan dan keinginan masyarakat dalam melakukan perawatan ortodonti. Perawatan ortodonti adalah perawatan menggerakkan gigi geligi dengan memodifikasi pertumbuhan rahang².

Keberhasilan perawatan ortodonti sangat berkaitan dengan aksi kawat ortodonti, termasuk komponen struktural dan mekanisnya. Selain itu, interaksi yang adekuat dari faktor pasien, mekanik, gigi, dan struktur pendukung jaringan periodontal sangat berkaitan erat dengan keefektifan pergerakan perawatan ortodonti³. Kawat ortodonti terbentuk dari beberapa konfigurasi atau alat-alat untuk memberikan gaya pada gigi geligi sehingga dapat digerakkan sesuai

keinginan arahnya, salah satunya *stainless steel*. *Stainless steel* saat ini masih sering digunakan, dimana kromium pada *stainless steel* tahan terhadap korosi di dalam rongga mulut. Selain itu, modulus elastisitas yang tinggi serta kandungan kromium hingga 17-20% pada *stainless steel* merupakan alasan mengapa masih digunakan⁴.

Alat lepasan berupa alat aktif dan alat retentif. Alat retentif terdiri dari *adam clasp*, *southend clasp*, *ball-ended clasp*, *plint clasp*, dan *labial bow*. Sedangkan alat aktif terdiri dari *springs*, *palatal finger springs*, *buccal canine retractor*, *z-springs*, *t-springs*, *coffin spring*, dan *active labial bows* yang bertanggung jawab dalam menggerakkan gigi sesuai arah yang diinginkan⁴. *Finger spring* dalam bidang ortodonti merupakan salah satu alat yang dianggap baik sebagai alat lepasan

pada perawatan yang membutuhkan pergerakan gigi bagian mesio-distal, karena cenderung tidak mengalami kerusakan dan terlindungi oleh plat dasar. Kawat ini terbuat dari *stainless steel* dengan diameter 0,5 mm atau 0,6 mm⁵. Rata-rata lama perawatan ortodonti lepasan yaitu memerlukan waktu $13,4 \pm 10,3$ bulan⁶.

Saliva dalam rongga mulut merupakan elektrolit lemah, sehingga banyak macam korosi akibat reaksi elektrokimia yang mungkin terjadi dalam rongga mulut⁷. Korosi adalah suatu kondisi aloi yang mengalami kerusakan dan kelarutan akibat adanya proses kimia yang disebabkan oleh lingkungan sekitarnya. Rongga mulut merupakan salah satu lingkungan dengan potensi besar yang dapat menyebabkan terjadinya korosi pada aloi karena selalu dalam keadaan basah dan sering mengalami perubahan temperatur⁸.

Menurut *World Wide Food* (2014) Indonesia menduduki urutan kelima teratas dalam mengonsumsi minuman ringan, dimana masyarakat Indonesia cenderung menyukai minuman bersoda dan isotonik sebagai pengganti air mineral. Minuman bersoda atau yang biasa dikenal dengan sebutan *soft drinks* merupakan jenis minuman berkarbonasi yang mengandung air (90%), gula, pewarna, karbondioksida, zat pengatur asam yang dijual dalam kemasan botol maupun kaleng. Minuman ringan antara lain cola, lemon, kopi bir, serta anggur, dimana cola memiliki pH 3,5 atau bersifat asam⁹.

Makanan dan minuman asam, seperti *soft drink*, memicu terjadinya reaksi korosi katoda dan anoda pada kawat ortodonti yang diaplikasikan pada rongga mulut¹⁰. Reaksi katoda melibatkan ion hidrogen (H^+), dimana semakin tinggi (H^+), nilai pH semakin rendah atau bersifat asam¹¹. Banyaknya ion H^+ pada kondisi asam mengakibatkan memicu

terjadinya reaksi reduksi lain, yakni pembentukan hidrogen. Reaksi katoda yang semakin aktif menandakan semakin tinggi potensi korosi dan semakin kecil resistensi *stainless steel* pada korosi^{10,11,12}. Pelepasan beberapa ion dari kandungan kawat ortodonti seperti Ti, Cr, Ni, Fe, Cu, dan Zn akibat asam mengalami degenerasi atau penurunan kualitas¹³. Untuk menghindari kerugian yang lebih besar daripada korosi pada kawat *stainless steel* yang sering digunakan dalam perawatan ortodonti, perlu dilakukan tindakan pencegahan dengan cara mengawasi proses korosi secara dini, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang analisis korositas terhadap pH dan lama perendaman.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris dan dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, serta Laboratorium Alat dan Bahan S1 Fakultas Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Bahan yang digunakan yaitu *stainless steel finger spring* 0,6 mm. Sampel penelitian berjumlah 24 sampel dan dibagi kedalam empat kelompok, yaitu perendaman dalam saliva buatan dengan pH 3,5 selama 6,2 jam, pH 3,5 selama 47,4 jam, pH 6,7 selama 6,2 jam, dan pH 6,7 selama 47,4 jam. Sampel dilakukan uji makroskopis dengan mikroskop metalurgi dan ditimbang dengan neraca digital sebelum diberikan perlakuan. Nilai berat awal masing-masing sampel didapatkan setelah penimbangan berat awal sampel. Sampel dilakukan perendaman atau *immersion test* sesuai dengan perlakuan masing-masing kelompok. Setelah dilakukan perendaman, sampel dilakukan pengukuran berat akhir dan dilakukan uji makroskopis untuk melihat beda permukaan luar sampel

sebelum dan sesudah perlakuan. Laju korosi dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan *weight loss* atau kehilangan berat menurut ASTM. Data hasil penelitian ini dilakukan uji *Independent Sample t-test*.

HASIL

Setelah dilakukan penimbangan berat awal didapatkan *weight loss* pada masing-masing kelompok sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran *weight loss* kawat stainless steel finger spring 0,6 mm.

Sampel	pH 3,5 selama 6,2 Jam	pH 3,5 selama 47,4 Jam	pH 6,7 selama 6,2 Jam	pH 6,7 selama 47,4 Jam
1	0,0333	0,1667	0,0333	0,1667
2	0,0667	0,0000	0,1333	0,0667
3	0,0667	0,2333	0,1000	0,0667
4	0,0333	0,1333	0,1333	0,0333
5	0,1000	0,1667	0,0667	0,1333
6	0,0333	0,2000	0,1667	0,0333
Rerata	0,0556	0,1500	0,1056	0,0833

Tabel 1 menunjukkan adanya kehilangan berat atau *weight loss* pada masing-masing kelompok perlakuan. Selanjutnya dilakukan perbandingan kejadian *weight loss stainless steel finger spring* antara pH pada waktu yang sama untuk mengetahui bagaimana pengaruh pH 3,5 dan pH 6,7 pada waktu perendaman 6,2 jam dan pengaruh pH 3,5 dan pH 6,7 pada waktu perendaman 47,4 jam.

Tabel 2. Uji normalitas data *weight loss* dengan uji Shapiro-Wilk

Uji Normalitas Weight Loss	Sig.	Keterangan
pH 3,5 selama 6,2 Jam	.091	Distribusi data normal
pH 3,5 selama 47,4 Jam	.221	Distribusi data normal
pH 6,7 selama 6,2 Jam	.806	Distribusi data normal
pH 6,7 selama 47,4 Jam	.202	Distribusi data normal

Tabel 2 menunjukkan bahwa data *weight loss* memiliki distribusi data yang normal sehingga data selanjutnya dapat di uji analisis dengan menggunakan uji *independent sample t-test*.

Tabel 3. Hasil Uji Statistik *Independent Sampel t-Test* pada data *weight loss* dengan paparan pH larutan terhadap waktu yang sama

Perlakuan	df	Sig. (2-tailed)
pH larutan terhadap waktu perendaman 6,2 jam	10	.054
pH larutan terhadap waktu perendaman 47,4	10	.126

Hasil uji statistik *weight loss* dengan paparan pH terhadap waktu yang sama menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,054 pada perendaman masing-masing pH dalam waktu 6,2 jam, dan nilai signifikansi sebesar 0,126 pada perendaman 47,4 jam. Hal tersebut menunjukkan keduanya memiliki

nilai $p > 0,05$ yang berarti H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pH 3,5 dan 6,7 baik pada perendaman 6,2 jam maupun 47,4 jam.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik *Independent Sampel t-Test weight loss* pada data dengan paparan lamanya waktu perendaman terhadap pH yang sama

Perlakuan	Df	Sig. (2-tailed)
Waktu perendaman terhadap pH larutan 3,5	10	.022
Waktu perendaman terhadap pH larutan 6,7	10	.476

Berdasarkan data pada tabel 9, hasil uji statistik *weight loss* dengan paparan waktu perendaman terhadap pH yang sama menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,022 pada perendaman masing-masing waktu dengan pH larutan 3,5. Hal tersebut menunjukkan nilai $p < 0,05$ yang berarti H_0 ditolak, sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada pH 3,5 antara perendaman 6,2 jam dan 47,4 jam. Sedangkan uji statistik pada masing-masing lamanya waktu perendaman dalam pH larutan 6,7 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,476. Hal tersebut menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang berarti H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada pH 6,7 antara perendaman 6,2 jam dan 47,4 jam.

Tabel 5. Laju korosi kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm

Sampel	pH 3,5 selama	pH 3,5 selama	pH 6,7 selama	pH 6,7 selama
	6,2 Jam	47,4 Jam	6,2 Jam	47,4 Jam
1	2,4466	1,6001	2,4466	1,6001

2	4,8932	0,0000	9,7865	0,6400
3	4,8932	2,2402	7,3399	0,6400
4	2,4466	1,2801	9,7865	0,3200
5	7,3399	1,6001	4,8932	1,2801
6	2,4466	1,9201	12,2331	0,3200

Rerata Laju Korosi	4,0777	1,4401	7,7476	0,8001
--------------------	--------	--------	--------	--------

Selanjutnya dilakukan perbandingan laju korosi finger spring antara pH pada waktu yang sama untuk mengetahui bagaimana pengaruh terjadinya laju korosi dalam larutan pH 3,5 dan pH 6,7 pada waktu perendaman 6,2 jam dan pengaruh larutan pH 3,5 dan pH 6,7 pada waktu perendaman 47,4 jam.

Tabel 6. Uji Normalitas data laju korosi menggunakan uji *Shapiro-Wilk test*

Uji Normalitas Laju Korosi	Sig.	Keterangan
pH 3,5 selama 6,2 Jam	.091	Distribusi data normal
pH 6,7 selama 6,2 Jam	.804	Distribusi data normal
pH 3,5 selama 47,4 Jam	.221	Distribusi data normal
pH 6,7 selama 47,4 Jam	.201	Distribusi data normal

Tabel 7. Hasil Uji Statistik *Independent Sampel t-Test* pada data laju korosi dengan paparan pH larutan terhadap waktu yang sama

Perlakuan	df	Sig. (2-tailed)
pH larutan terhadap waktu perendaman 6,2 jam	10	.054
pH larutan terhadap waktu perendaman 47,4 jam	10	.126

Tabel 8. Hasil Uji Statistik *Independent Sampel t-Test* laju korosi pada data dengan paparan lamanya waktu perendaman terhadap pH yang sama

Perlakuan	df	Sig. (2-tailed)
Waktu perendaman terhadap pH larutan 3,5	10	.013
Waktu perendaman terhadap pH larutan 6,7	10	.001

Uji mikroskopis ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan gambaran permukaan setiap sampel kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm berupa kekasaran dan celah pada permukaan luar kawat sebelum maupun sesudah perendaman dalam saliva buatan dengan pH dan lama perendaman pada masing-masing kelompok.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan selisih berat kawat sebelum dan sesudah perlakuan pada tiap kelompok, didapatkan nilai *weight loss* yang tertera pada tabel 2 menunjukkan adanya proses pelepasan ion dan terjadinya proses korosi kawat *stainless steel finger*

spring 0,6 mm. Hasil menunjukkan nilai *weight loss* tertinggi pada perlakuan perendaman dengan pH 3,5 selama 47,4 jam dengan nilai 0,15 mg dan nilai terendah pada perlakuan perendaman dengan pH 3,5 selama 6,7 jam dengan nilai 0,0556 mg. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada pH 3,5 terlihat jelas bahwa semakin lama perendaman akan semakin besar nilai *weight loss* yang terjadi pada kawat karena waktu kontak antara kawat dan saliva berbeda pada masing-masing kelompok¹⁴. Perendaman dengan pH 3,5 selama 47,4 jam menghasilkan nilai *weight loss* yang paling besar dibandingkan dengan kelompok lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa lebih banyak *weight loss* yang dihasilkan pada kondisi asam. Hal tersebut serupa dengan penelitian Kristianingsih, *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa kondisi asam menghasilkan pelepasan ion lebih besar dibandingkan dengan kondisi netral. Hal ini disebabkan banyaknya kandungan H⁺ yang mempercepat proses redoks yang mempercepat proses korosi¹⁶. Pada pH 6,7 dengan waktu perendaman 6,2 jam dan 47,4 jam tetap mengalami *weight loss* karena pengaruh dari kandungan saliva. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pelepasan ion pada kawat ortodonti dapat terjadi pada 4-5 bulan pertama pemakaian kawat pada perawatan ortodonti dalam cairan tubuh seperti, saliva, darah, dan urin¹⁷. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian Kristianingsih, *et al.* (2014) yang menunjukkan tetap terjadi pelepasan ion Ni dan Cr pada kawat ortodonti *stainless steel* yang direndam didalam pH netral. Kandungan saliva terdiri dari sebagian besar air, bahan organik berupa enzim, dan juga bahan anorganik, antara lain bikarbonat, fosfat, kalium, klorida, natrium, dan magnesium)¹⁸. Bahan anorganik merupakan media elektrolit yang baik, sehingga dapat menimbulkan reaksi elektrokimia.

Pelepasan ion-ion pada kawat ortodonti merupakan hal yang dapat dideteksi untuk mengindikasikan korosi pada kawat secara mikro¹⁹. Adanya *weight loss* pada seluruh perlakuan kelompok menandakan adanya laju korosi pada kawat *stainless steel finger spring*. Sehingga, perhitungan laju korosi dapat dilakukan dengan menghitung *weight loss* masing-masing kawat. Hasil menunjukkan nilai laju korosi dari yang terbesar hingga terkecil, yaitu kelompok 3, kelompok 1, kelompok 2, dan kelompok 4. Laju korosi pada kelompok 3 dan 1 menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok 2 dan 4 karena waktu paparan kelompok 3 dan 1 lebih sebentar dibandingkan dengan kelompok 2 dan 4.

Gambar 15 menunjukkan pengaruh pH terhadap laju korosi pada paparan 6,2 jam dan 47,4 jam. Hasil uji *Independent Sample T-Test* pada analisis pH terhadap waktu yang sama, pada waktu perendaman selama 6,2 jam didalam pH 3,5 dan 6,7 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,054. Hasil ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Begitu juga dengan perendaman yang dilakukan selama 47,4 jam didalam pH 3,5 dan 6,7 dengan nilai signifikansi sebesar 0,126 yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Laju korosi akan meningkat pada lingkungan yang asam²⁰. Hal ini memungkinkan bahwa tidak adanya kontrol gas alam CO₂ pada inkubator, selain itu perendaman pada waktu 6,2 jam dan 47,4 jam merupakan waktu yang sangat sebentar dalam pengamatan laju korosi antara pH 3,5 dan pH 6,7. Pada dasarnya, proses korosi merupakan proses alami penurunan kualitas bahan material logam yang berkontak dengan lingkungan, sehingga tidak dapat dihentikan. Korosi internal dapat terjadi akibat interaksi

antara gas CO₂ pada alam dengan fasa liquid, yang biasa disebut juga dengan korosi CO₂²¹.

Gambar 16 menunjukkan pengaruh lama waktu paparan terhadap laju korosi pada pH 3,5 dan 6,7. Hasil uji *Independent Sample T-Test* pada analisis lama waktu paparan terhadap pH yang sama menunjukkan, pH 3,5 pada paparan selama 6,2 jam dan 47,4 jam memiliki nilai signifikansi sebesar 0,013. Hasil ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan. Hal yang sama juga terjadi pada pH 6,7 yang dilakukan perendaman selama 6,2 jam dan 47,4 jam yang memiliki nilai signifikansi sebesar 0,001. Hal tersebut menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil tersebut menggambarkan bahwa waktu berpengaruh pada laju korosi kawat *stainless steel finger spring*, yaitu semakin lama waktu paparan, semakin kecil laju korosi kawat *finger spring*. Hal tersebut sesuai dengan rumus laju korosi berdasarkan *weight loss*, yaitu semakin besar waktu paparan, semakin kecil nilai laju korosi²². Hal ini dikarenakan bahwa bahan korosif menyebabkan proses korosi atau mengikis bagian luar kawat terlebih dahulu lalu inti. Kandungan klorida bersifat merusak lapisan oksida permukaan logam dengan cara membentuk celah kecil setelah mengikis dan merusak lapisan pasif permukaan logam. Akibat dari terbentuknya celah kecil tersebut, ion klorida dapat menyebabkan kerusakan berlanjut hingga lapisan dalam kawat¹².

Uji mikroskop metalurgi secara makroskopis dilihat dengan perbesaran 55 kali tidak memiliki perbedaan signifikan secara deskriptif pada masing-masing perlakuan yang dilihat melalui permukaan terluar kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm. Uji makroskopis yang dilakukan pada gambar 21 dengan perlakuan perendaman pH 3,5 selama 47,4 jam terlihat sedikit kerusakan

permukaan terluar pada kawat dibandingkan dengan perlakuan tiga kelompok lainnya, hal tersebut ditandai dengan data kuantitatif pada kelompok tersebut memiliki kehilangan berat paling besar dibandingkan dengan kelompok lainnya. Sementara, uji makroskopis pada perlakuan perendaman pH 3,5 selama 6,2 jam, pH 6,7 selama 6,2 jam, dan pH 6,7 selama 47,4 jam tidak terlihat porus atau celah pada permukaan terluar kawat. Hasil tersebut dipengaruhi karena dengan waktu paparan tersebut dalam perendaman pH 3,5 dan pH 6,7 secara makroskopis belum melihat porus yang besar pada permukaan terluar kawat akibat proses korosi.

KESIMPULAN

1. Perendaman kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm mengalami *weight loss* pada masing-masing kelompok perlakuan.
2. Perendaman kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm pada pH 3,5 menunjukkan bahwa adanya peningkatan *weight loss* seiring bertambahnya waktu, sedangkan pada pH 6,7 tidak mengalami peningkatan signifikan.
3. Semakin lama paparan kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm pada media korosif, semakin kecil laju korosi.
4. Uji makroskopis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm sebelum dan sesudah perlakuan dengan perendaman pH 3,5 dan 6,7 selama 6,2 jam dan 47,4 jam.

SARAN

1. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan menambahkan interval waktu penelitian sehingga laju korosi pada kawat *stainless steel finger spring* 0,6 mm dapat lebih terlihat.

2. Pengamatan mikroskopis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya.
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan melihat pengaruh pH dan temperatur terhadap laju korosi karena keduanya merupakan faktor yang mempengaruhi terjadinya proses korosi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, H. 2009. Penanganan delayed eruption karena impaksi gigi insisivus sentralis kiri dengan surgical exposure pada anak. *Dentofasial*, 8(1), 48-54.
2. Ditaprillia, M., Ardhana, W., & Christnawati. 2015. Perawatan Ortodonti Alat Lepas Kombinasi Semi-Cekat pada Kehilangan Gigi 46. *MKGK*, 1(1), 20-26.
3. Cuoghi, O.A., Kasbergen, G.F., dos Santos, P.H., de Mendonça, M.R., & Tondelli, P.M. 2011. Effect of heat treatment on stainless steel orthodontic wires. *Braz Oral Res.*, 25(2), 128-34.
4. Cobourne, M.T. & DiBiase, A.T. *Handbook of Orthodontics*. America: Elsevier. 2010.
5. Isaacson, K.G., Muir, J.D., & Reed, R.T. *Removable Orthodontic Appliances*. India: Elsevier. 2007.
6. Mavreas, D. & Athanasiou, A.E. 2008. Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 30(4), 386-395.
7. Chaturvedi, T.P. *Corrosion Behavior of Orthodontic Alloys – A Review*. Faculty of Dental Sciences, Institute of Medical Sciences, Banaras Hindu University, Varanasi, India. 2013.
8. Anusavice, K. J. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi* (S. Purwoko,

- Penerjemah). Jakarta: Buku Kedokteran EGC, hal. 290-292. 2013.
9. Prasetyo, E.A. 2005. Keasaman minuman ringan menurunkan kekerasan permukaan gigi. *Majalah Kedokteran Gigi*, 38(2), 60-63.
 10. Castro, S.M., Ponces, M.J., Lopes, J.D., Vasconcelos, M., & Pollman, M.C.F. 2015. Orthodontic wires and its corrosion – The specific case of stainless steel and beta-titanium. *Journal of Dental Sciences*, 10, 1-7.
 11. Jessen, C.Q. *Stainless and corrosion*. Denmark: Damstahl, 88-90. 2011.
 12. Ornelasari, R. 2015. Analisis laju korosi pada stainless steel 304 menggunakan metode ASTM G31-72 pada media air nira aren. *JTM*, 1(1), 112-117.
 13. Kuhta, M., Pavlin, D., Slaj, M., Varga, S., Lapter-Varga, M., & Slaj, M. 2009. Type of archwire and level of acidity : effects on the release of metal ions from orthodontic appliances. *The Angle of Orthodontist*, 79(1), 102-110.
 14. Rasyid, N. I., Pudyani, P. S., & Heryumani, J. 2014. Pelepasan ion nikel dan kromium kawat Australia dan stainless steel dalam saliva buatan. *Majalah Kedokteran Gigi*, 47(3), 168-172.
 15. Kristianingsih, R., Joelijanto, R., & Praharani, D. 2014. Analisis pelepasan ion Ni dan Cr kawat ortodonti stainless steel yang direndam dalam minuman berkarbonasi. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2014*, Universitas Jember. Diakses 13 Juli 2018, dari <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/59239/Rey%20Kristianingsih.pdf?sequence=1>.
 16. Shreir LL, Jarman RA, Burstein GT. *Corrosion Metal/Environment Reaction*. Britain : Butterworth Heinemann. 2000.
 17. Agaouglu G, Arun T, Izgu B, Yarat A. 2001. Nickel and chromium levels in the saliva and serum of patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthodontist*, 71(5), p. 375-9.
 18. Almeida, P.D.V., Gregio, A.M.T, Lima, A.A.S., & Azevedo, L.R. 2005. Saliva Composition and Function: A Comprehensive Review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 9(3), 1-11.
 19. Bardal, Einer. *Corrosion and Protection*. United States of America: Springer-Verlag London Limited. 2004.
 20. Loto, R.T., Loto C. A., Popoola API, Ranyaoa, M. 2012. Corrosion resistance of austenitic stainless steel in sulphuric acid. *International Journal of Physical Sciences*, 7(10), 1677-1688.
 21. Suryaningsih, S., Alamsyah, W., Nurhilal, O.Permana, D.A. 2015. Analisis Pengaruh Waktu Injeksi Gas CO₂, Terhadap Laju Korosi Baja Karbon API 5L Grade B dalam Larutan NaCl 3,5% dan H₂S. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 5(10), 12-16.
 22. ASTM International. *Corrosion test and standard: Application and interpretation* (2nd ed.). ASTM International, p. 23. 2005.