

Pemanfaatan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana*) sebagai Inhibitor Korosi Pada Kawat Stainless Steel Ortodonti

(Utilization of Avocado (*Persea Americana*) Seed Extract as a Corrosion Inhibitor in Stainless Steel Orthodontic Wire)

Farhan Pranadharmesta Dulzamirki¹ Leliana Sandra Devi Ade Putri², Herniyati²

¹Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Indonesia

²Departemen Ortodontia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Indonesia

Abstrak

Kawat ortodonti yang selalu berkontak dengan saliva di rongga mulut, menyebabkan korosi. Peristiwa korosi ini penting untuk dicegah karena dapat menyebabkan penurunan kualitas kawat ortodonti. Penurunan kualitas kawat ini dapat mempengaruhi perawatan ortodonti, permukaan kawat yang korosi akan menjadi lebih kasar sehingga pergerakan gigi menjadi lebih lambat dikarenakan friksi menjadi lebih besar. Kandungan tanin dalam biji buah alpukat akan membentuk senyawa yang kompleks dengan ion Fe pada logam stainless steel dan menjadi ikatan Fe-tannat yang dapat menjadi penghalang air untuk berkontak secara langsung dengan logam. mengetahui efektivitas ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana*) sebagai inhibitor korosi pada kawat ortodonti berbahan dasar Stainless Steel. Jumlah sampel sebanyak 16 kawat ortodonti Stainless Steel berukuran $0,017 \times 0,025$ inci dengan panjang 11,6 cm dibagi menjadi kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1,5 g/L, kelompok perlakuan 2 g/L, dan kelompok perlakuan 2,5 g/L. Sampel direndam dalam larutan ekstrak selama 1 menit sebanyak dua kali sehari selama 7 hari dan kelompok kontrol direndam dalam saliva buatan dan disimpan dalam inkubator. Laju korosi sampel diukur dengan metode kehilangan berat. Pemberian ekstrak biji buah alpukat dapat menurunkan laju korosi kawat Stainless Steel. Hasil OneWay ANOVA diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ dan pada uji Post Hoc LSD diketahui terdapat hasil yang signifikan antara kelompok kontrol dengan seluruh kelompok perlakuan, namun terdapat perbedaan yang tidak signifikan pada kelompok konsentrasi 2 g/L dan 2,5 g/L. Ekstrak biji alpukat efektif sebagai inhibitor korosi dan konsentrasi 2 g/L efektif menurunkan laju korosi kawat ortodonti stainless steel.

Kata Kunci: Ekstrak biji buah alpukat, Inhibitor, Kawat ortodonti stainless steel, Laju korosi

Abstract

Orthodontic wires are in consistent contact with saliva in the oral cavity, which can lead to corrosion. Therefore, it is crucial to prevent the corrosion of orthodontic wires, as it leads to a reduction in the quality and strength of the wires.. Avocado seeds are part of the avocado fruit that is not utilized and tends to be discarded as waste. Avocado seeds contain tannin which have potential as corrosion inhibitors. The aim of this study to determine the effectiveness of avocado fruit seed waste extract (*Persea americana*) as a corrosion inhibitor on stainless steel-based orthodontic wires. The number of samples was 16 stainless steel orthodontic wires measuring 0.017×0.025 inches with a length of 11.6 cm that had been pretreated and divided into control group, 1.5 g/L treatment group, 2 g/L treatment group, and 2.5 g/L treatment group. The treatment samples were immersed in variation concentration for 1 minute twice a day and the control group was immersed in artificial saliva for 7 days and stored in an incubator. The corrosion rate of the samples was measured using the weight loss method. The results showed that the administration of avocado fruit seed extract can reduce the corrosion rate of stainless steel orthodontic wire. The results of the one way ANOVA obtained a significance value of <0.05 and in the Post Hoc LSD test it is known that there are significant results between the control group and all treatment groups and significant results among the three treatment groups. However, insignificant differences were found in the concentration groups of 2 g/L and 2.5 g/Ls. Avocado seed extract is effective as a corrosion inhibitor and a concentration of 2 g/L effectively reduces the corrosion rate of stainless steel orthodontic wires.

Keywords: Avocado seed extract, Corrosion rate, Inhibitor, Stainless steel orthodontic wire,

Korespondensi (Correspondence): Leliana Sandra Devade Putri. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember. Jl. Kalimantan No.37 Tegalboto, Sumbarsari, Jember. Email: leliana.fkg@unej.ac.id

Ortodonti merupakan salah satu cabang ilmu kedokteran gigi yang mempelajari perkembangan, pertumbuhan, variasi wajah, gigi dan rahang untuk memperoleh oklusi normal.¹ Menurut data Rikesdas 2018, prevalensi penyakit gigi dan mulut di Indonesia mencapai 57,6%. Salah satu permasalahan gigi dan mulut yang masih banyak ditemui di masyarakat Indonesia adalah maloklusi yang menempati urutan ketiga setelah karies gigi dan periodontal dengan prevalensi yang sangat tinggi yaitu 80%.² Angka yang sangat tinggi tersebut disebabkan oleh rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap kesehatan gigi dan mulut.³

Kawat ortodonti merupakan salah satu komponen terpenting yang digunakan dalam perawatan ortodonti. Kawat ortodonti mempunyai fungsi untuk menggeser gigi pada berbagai pergerakan gigi seperti pergerakan gigi

tipping, rotasi, bodi, torsi, dan vertikal.⁴ Kawat ortodonti ada beberapa jenis, salah satunya adalah kawat ortodontik stainless steel.⁵ Kawat ortodonti stainless steel pada piranti lepasan ortodonti dapat digunakan sebagai klamer retentif dan aktif seperti adam's klamer dan berbagai macam pegas. Sedangkan pada piranti cekat, kawat stainless steel digunakan untuk gigi secara bodily, oleh karena itu jenis kawat ini mempunyai sifat st yang baik dengan kandungan Fe terbesar yaitu 71%.⁶

Saat diaplikasikan pada rongga mulut, kawat stainless steel akan selalu berkontak dengan saliva dan cairan lainnya dalam rongga mulut, keadaan ini dapat mengakibatkan perubahan kualitas kawat oleh karena terjadinya reaksi kimia oleh saliva yang merupakan media elektrolit dan menimbulkan reaksi elektrokimia. Reaksi ini meliputi anoda (oksidasi) dan katoda

(reduksi), dengan ion logam sebagai anoda dan ion H^+ dari media elektrolit sebagai katoda. Akibat reaksi tersebut, terjadi pelepasan beberapa unsur ion logam dari komposisi kawat *stainless steel* sebagai tanda terjadinya korosi.⁵

Korosi pada kawat ortodonti penting untuk dihambat karena berakibat pada penurunan kualitas dan kekuatan kawat.⁷ Menurunnya kualitas kawat akibat peristiwa korosi dapat mempengaruhi lamanya perawatan ortodontik. Rusaknya lapisan pelindung pada permukaan kawat ortodonti menyebabkan terjadinya kekasaran permukaan pada kawat, kekasaran permukaan ini mempengaruhi besarnya gaya gesek yang terjadi selama pergerakan gigi.⁸ Gaya gesek yang besar dapat mengakibatkan pergerakan gigi menjadi terhambat atau tidak ada sama sekali sehingga perawatan ortodontik menjadi tidak maksimal dan memakan waktu lama.⁹

Korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi dapat dihambat dengan penambahan inhibitor. Jenis inhibitor terbagi menjadi dua, yaitu inhibitor organik dan anorganik. Inhibitor Organik merupakan inhibitor yang berasal dari alam seperti batang, akar, daun, kulit, dan buah tumbuhan yang mengandung unsur kimia tertentu. Inhibitor Anorganik adalah inhibitor yang berasal dari mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya seperti silikat, fosfat, nitrit, dan kromat.¹⁰ Inhibitor anorganik yang berasal dari bahan kimia harganya mahal, tidak ramah lingkungan, dan berbahaya sehingga jika diterapkan pada tubuh manusia itu bisa berdampak buruk, salah satunya dapat memicu reaksi alergi. Oleh karena itu inhibitor organik lebih sering digunakan dibandingkan inhibitor anorganik karena selain dapat menurunkan laju korosi, inhibitor organik lebih alami, biokompatibel dengan tubuh manusia, tidak beracun, ramah lingkungan, murah, dan mudah didapat.¹¹ Salah satu contoh inhibitor organik inhibitor organik adalah tanin yang terdapat pada biji buah alpukat.¹² Penggunaan biji buah alpukat yang mengandung tanin belum pernah diteliti sebelumnya, selain itu selama ini biji buah alpukat sebagian besar dibuang dan kurang dimanfaatkan.

Tanin berperan sebagai inhibitor korosi dengan membentuk kompleks dengan ion Fe sehingga membentuk lapisan pelindung pasif tipis (*ferric tannate complex*) pada permukaan kawat *stainless steel* dengan mencegah ion klorida korosif dalam saliva berkontak dengan permukaan kawat.¹³ Lapisan pelindung pasif tipis pada kawat juga menciptakan kondisi pasif pada kawat *stainless steel* mengakibatkan reaksi logam akan kehilangan reaktivitasnya, sehingga meningkatkan resistensi pelepasan ion logam pada kawat *stainless steel*.¹⁴

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengkaji apakah ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana*) dapat menjadi inhibitor korosi dan efektif menurunkan laju korosi pada kawat *stainless steel* ortodontik.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan *pretest-post test group design*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2023 di UPT. Pengembangan Pertanian Terpadu Politeknik Negeri Jember, Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya, Laboratorium Kimia Analitik Universitas Gadjah Mada, dan Laboratorium Bioscience RSGM Universitas Jember. Jenis kawat yang digunakan pada penelitian ini adalah kawat *stainless steel* berpenampang *rectangular* merk *Ormco* berukuran 0,017 x 0,025 inci dengan panjang 11,6 cm. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 16 kawat dibagi menjadi 4 kelompok meliputi 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Kelompok kontrol terdiri atas 4 sampel uji yang direndam dalam saliva buatan. Setiap kelompok perlakuan terdiri atas 4 sampel uji yang direndam dalam larutan ekstrak biji buah alpukat dengan konsentrasi 1,5 g/L, 2 g/L, dan 2,5 g/L pada masing-masing kelompok. Kawat ditimbang berat awal dan akhir menggunakan timbangan analitik digital 4 digit. Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana*) dengan konsentrasi 1,5 g/L, 2 g/L dan 2,5 g/L. Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju korosi kawat ortodonti nikel titanium. Variabel terkontrol pada penelitian ini yaitu kawat ortodonti nikel titanium merek *Ormco* dengan penampang *rectangular* berukuran 0,017 X 0,025 inci sepanjang 11,6 cm, saliva buatan dengan pH saliva netral (6,8), suhu alat penyimpanan (37°C), alat ukur berat berupa timbangan analitik digital 4 digit merk Adam PW 254, dan waktu perendaman.

Ekstrak biji buah alpukat dibuat di Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya. Ekstrak biji buah alpukat dihasilkan dari biji buah alpukat yang dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60° C. pembuatan ekstrak ini menggunakan metode maserasi yang dilarutkan dengan pelarut etanol 95% hingga diperoleh konsentrasi 100% ekstrak biji buah alpukat. Kemudian dilakukan pengenceran dengan saliva buatan hingga menjadi ekstrak biji buah alpukat dengan konsentrasi 1,5g/L, 2g/L, dan 2,5g/L.

Komposisi saliva buatan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan metode Afnor yaitu: Na_2HPO_4 0,26 gr/l, KSCN 0,33 gr/l, NaCl 6,0 gr/l, KH_2PO_4 0,20 gr/l, KCl 1,20 gr/l dan $NaHCO_3$ 1,50 gr/l. Selanjutnya, pH saliva buatan diseimbangkan dan dikontrol menggunakan HCl hingga mencapai pH yang ditentukan yaitu 6,8.

Lama perendaman mengacu pada rata-rata waktu berkumur dengan obat kumur adalah 1 menit dan rata-rata frekuensinya adalah 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Sedangkan puncak korosi yang terjadi pada kawat ortodonti dalam rongga mulut yaitu selama 7 hari pertama. Setiap hari kawat direndam selama 1 menit dalam ekstrak biji buah alpukat yang dilarutkan dalam saliva buatan dengan frekuensi 2 kali dalam sehari sehingga total waktu perendaman sampel pada ekstrak biji buah alpukat yang dilarutkan dalam

saliva buatan selama 7 hari dimulai dari hari pertama. Sampel kelompok kontrol direndam dalam saliva buatan selama 7 hari sesuai dengan rata-rata puncak korosi pada kawat ortodonti. Sedangkan untuk kelompok perlakuan, seluruh sampel dimasukkan kedalam *petridish* yang berisi larutan saliva buatan dan ekstrak biji alpukat selama 1 menit. Setelah 1 menit, sampel dikembalikan ke dalam *petridish* yang berisi saliva buatan lalu dimasukkan kembali ke dalam inkubator dengan suhu 37°C. Perendaman sampel kedalam larutan perlakuan sebanyak 2 kali dalam sehari dan diulang setiap harinya sampai hari ke 7. Dilakukan penimbangan berat akhir kawat menggunakan timbangan analitik digital 4 digit. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$CR = \frac{(W_o - W_t)}{A.T}$$

Keterangan:

CR : laju korosi (g/cm²d)
W_o : berat sebelum diuji (g)
W_t : berat setelah diuji (g)
A : luas permukaan sampel (cm²)
T : variasi waktu perendaman (hari)

Hasil

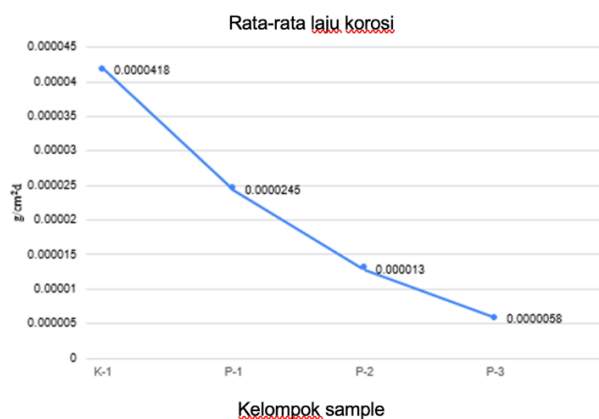
Korosi dapat mengakibatkan kandungan logam terlepas ke lingkungan mulut sehingga mengurangi berat kawat. Berdasarkan hasil pengukuran berat, terjadi penurunan berat kawat ortodonti yang ditandai dengan adanya perbedaan antara berat awal dan berat akhir kawat. Perbedaan berat awal, berat akhir dan berat kawat dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil pengukuran rata-rata berat kawat *stainless steel*

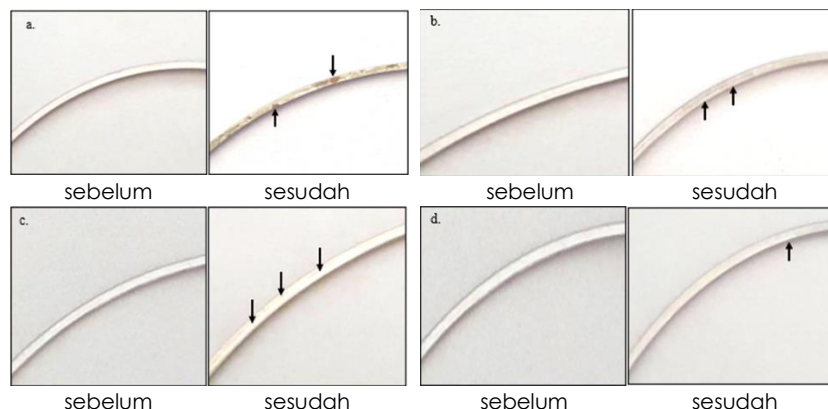
Kelompok Sampel	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Selisih berat (g)
Kontrol	0.2535	0.2528	0.0007
P - 1	0.2515	0.2511	0.0004
P - 2	0.254	0.2537	0.0003
P - 3	0.254	0.2539	0.0001

Tabel 2. Hasil rata-rata laju korosi kawat *stainless steel*.

Kelompok Sampel	Selisih berat (g)	Luas permukaan (cm ²)	Waktu perendaman (hari)	Laju korosi (g/cm ² d)
Kontrol	0.0007	2.4804	7	0.0000418
P - 1	0.0004	2.4804	7	0.0000245
P - 2	0.0003	2.4804	7	0.0000130
P - 3	0.0001	2.4804	7	0.0000058



Gambar 1. Grafik perbandingan rata-rata laju korosi kawat *stainless steel* ortodonti



Gambar 2. Gambaran secara langsung kawat yang mengalami korosi (anak panah) A. kelompok kontrol; B. kelompok P - 1; C. kelompok P - 2; D. kelompok P - 3.

Penurunan berat kawat tertinggi terjadi pada kelompok kontrol, sedangkan penurunan berat kawat terendah terdapat pada kelompok perlakuan 3 yang direndam ekstrak biji buah alpukat sebanyak 2,5 g/L. Berat kawat ortodonti mempengaruhi laju korosi sampel kawat. Setelah diperoleh selisih berat kawat, maka dapat dihitung nilai laju korosinya dengan menggunakan rumus Weight Loss dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan perhitungan laju korosi kawat ortodonti *stainless steel* dengan menggunakan rumus *Weight Loss* didapatkan bahwa rata-rata laju korosi kelompok kontrol mempunyai nilai laju korosi yang paling tinggi. Sedangkan kelompok perlakuan 3 yang direndam ekstrak biji buah alpukat 2,5 g/L mempunyai nilai laju korosi paling rendah dibandingkan kelompok lainnya. Terjadi pula penurunan grafik laju korosi seiring dengan meningkatnya tingkat konsentrasi ekstrak yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan pengamatan langsung, terdapat perbedaan permukaan antara masing-masing kelompok kawat sebelum dan sesudah korosi. Perbedaan nyata ini terlihat jelas pada kelompok kontrol. Sedangkan pada ketiga kelompok perlakuan terlihat semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka permukaan kawat tidak tampak kasar dan tidak terjadi perubahan warna. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Uji normalitas dengan menggunakan uji Shapiro Wilk diperoleh signifikansi *p-value* dari kelompok K, P-1, P-2, dan P-3 berturut-turut sebesar 0,401; 0,273; 0,0273; 0,683. Dari hasil uji normalitas diperoleh nilai *P-value* >0,05 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Uji homogenitas menggunakan Levene Test menghasilkan *P-value* signifikan sebesar 0,810 (>0,05) yang menunjukkan data homogen. Uji OneWay Anova diperoleh *p-value* < 0,05 yang berarti terdapat perbedaan antar kelompok uji.

Hasil uji Post Hoc dengan LSD Test antara kelompok kontrol dengan kelompok P-1, P-2, dan P-3 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Uji antar kelompok P-1 dengan P-2 dan P-3 juga menunjukkan hasil yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Namun uji antar kelompok P-2 dan P-3 tidak menunjukkan hasil

signifikan dengan nilai $p = 0,105$. Artinya terdapat pengaruh konsentrasi antara kelompok kontrol dan ketiga kelompok pada kawat ortodontik *stainless steel* namun pada kelompok perlakuan dengan konsentrasi 2,5 g/L dan 2 g/L tidak terlihat adanya perbedaan sehingga ekstrak biji alpukat dengan konsentrasi 2 g/L efektif digunakan sebagai penghambat korosi kawat.

Pembahasan

Menurunnya nilai rata-rata laju korosi kawat ortodonti *stainless steel* disebabkan oleh adanya senyawa aktif antioksidan yang terkandung dalam ekstrak biji alpukat. Senyawa tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, fenol, dan tanin.¹⁵ Senyawa tersebut mempunyai gugus atom dengan pasangan elektron bebas. Pasangan elektron bebas tersebut akan berfungsi sebagai lapisan pelindung untuk melindungi logam dari korosi.¹⁶

Farmasyanti dkk (2018) menyebutkan senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak belimbing wuluh terbukti efektif dalam menurunkan laju korosi pada kawat ortodonti *stainless steel*. Tanin dapat berperan sebagai inhibitor korosi dengan membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe sehingga membentuk lapisan pelindung pasif tipis (senyawa kompleks ferric tannate) pada permukaan kawat ortodontik *stainless steel*. Lapisan pasif berfungsi untuk mencegah saliva berkontak dengan permukaan kawat sehingga kawat akan terlindungi dari korosi.¹³

Senyawa tanin merupakan senyawa yang mempunyai struktur makromolekul atau sangat besar dan banyak mengandung gugus hidroksil (-OH) sehingga menjadi dasar pijakan bahwa tanin diharapkan mempunyai potensi sebagai inhibitor korosi pada logam.¹⁷ Gugus hidroksil (-OH) pada cincin aromatik tanin mengandung atom oksigen yang dapat menyumbangkan pasangan elektron bebasnya. Elektron bebas dapat membentuk ikatan kovalen atau khelat dengan kation logam yaitu logam-tanatan. Senyawa khelat ini berperan membentuk lapisan pada permukaan logam sehingga menjadi penahan sehingga bahan korosif tidak

dapat bersentuhan langsung. Bahan korosif pada saliva seperti ion klorida (Cl-) merupakan asam kuat yang mempunyai kemampuan merusak logam, permukaan dan menyebabkan pelepasan ion logam.¹⁸

Korosi dapat menyebabkan rusaknya lapisan oksida pada permukaan kawat ortodonti *stainless steel* sehingga mengakibatkan terlepasnya ion-ion yang terdapat pada kawat tersebut.¹⁹ Pelepasan ion yang berlebihan akan mempengaruhi kekuatan kawat ortodonti *stainless steel*. Kawat ortodonti *stainless steel* mempunyai kandungan besi (Fe) sebesar 71% yang berfungsi memberikan kekakuan yang tinggi pada kawat untuk menggerakkan gigi.⁹ Pelepasan ion Fe yang berlebihan dapat menyebabkan terhambatnya pergerakan tubuh gigi akibat berkurangnya kekakuan kawat.²⁰ Selain itu Pelepasan ion kromium (Cr) yang terdapat pada kawat ortodonti *stainless steel* juga akan menyebabkan fungsi pelindung kawat dari bahan korosif tidak terbentuk sehingga kawat mudah terkorosi.²¹ Terlepasnya kandungan material pada kawat ortodonti *stainless steel* menyebabkan waktu perawatan ortodonti menjadi lebih lama.²² Kawat ortodonti *stainless steel* yang terkorosi juga dapat memicu reaksi hipersensitivitas tipe IV berupa dermatitis pada beberapa pasien. Reaksi ini disebabkan oleh adanya kandungan ion kawat ortodonti yang terlepas akibat peristiwa korosi dan berkontak dengan jaringan mulut. Ion logam Ni dan Cr adalah penyebab paling umum dari dermatitis.²³

Pada penelitian ini ekstrak biji buah alpukat dengan konsentrasi 2,5 g/L mampu menurunkan laju korosi kawat ortodonti *stainless steel* lebih besar dibandingkan konsentrasi 1,5 g/L dan 2 g/L. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Rais dan Wahyuningtyas (2021) melaporkan tentang pengendalian laju korosi pada baja dengan penambahan ekstrak biji buah alpukat sebagai inhibitor alami, semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji buah alpukat yang digunakan maka laju korosinya semakin rendah.¹²

Konsentrasi inhibitor korosi yang tinggi menyebabkan semakin banyak molekul inhibitor yang menempel pada permukaan logam sehingga terbentuk ikatan kompleks yang lebih erat dan permukaan logam akan semakin terlindungi dari larutan korosif.²⁴ Hal ini didukung oleh penelitian Damaryanti dan Erstyawati (2021) yang meneliti tentang inhibitor korosi efektivitas ekstrak kulit buah kakao sebagai penghambat laju korosi kawat ortodontik *stainless steel*, menunjukkan bahwa inhibitor dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan meningkatkan bagian kawat ortodontik *stainless steel* yang tertutup oleh senyawa aktif ekstrak sehingga daya inhibitorynya akan maksimal dalam menjaga lapisan pasif yang melindungi permukaan kawat.¹¹ Namun karena pada uji Post hoc dengan uji LSD diketahui bahwa kelompok perlakuan konsentrasi 2 g/L dan 2,5 g/L tidak bermakna, dapat disimpulkan konsentrasi 2 g/L cukup efektif sebagai penghambat korosi pada kawat ortodonti *stainless steel*.

Pada penelitian Rais dan Wahyuningtyas (2021) menunjukkan konsentrasi ekstrak biji

mentega alpukat 2,5 g/L efektif menurunkan laju korosi pada baja, sedangkan hasil penelitian pada kawat ortodonti jenis *stainless steel* ekstrak biji buah alpukat pada konsentrasi 2 g/L sudah mampu menurunkan laju korosi.

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa ekstrak biji buah alpukat pada konsentrasi 2g/L efektif digunakan sebagai inhibitor korosi pada kawat ortodonti berbahan dasar *Stainless Steel*

Daftar Pustaka

1. Perwira, H. N., Riolina, A., dan Rochmanita, N. Frekuensi Kebutuhan Perawatan Ortodontik Berdasarkan Index of Orthodontic Treatment Need di Smp Negeri 1 Salatiga. *Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi*. 2017; 1(1): 15-22.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.
3. Adha, M.A.R., Wibowo, D., dan Rasyid, N.I. Gambaran Tingkat Keparahan Maloklusi Menggunakan Handicapping Malocclusion Assessment Record (Hmar) Pada Siswa Sdn Gambut 10. *Dentin Jurnal Kedokteran Gigi*. 2019; 3(1): 1-9.
4. Flanagan, J. Comparison of the mechanical and surface properties of retrieved and unused aesthetic orthodontic archwires. [Thesis]. Birmingham: University of Birmingham for degree of Master of Philosophy; 2015.
5. Jura, C. O., Tendean, L. E. N., dan Anindita, P. S. Jumlah Ion Kromium (Cr) dan Nikel (Ni) Kawat Ortodontik *Stainless Steel* yang Terlepas dalam Perendaman Saliva. *Jurnal e-Gigi*. 2015; 3(2): 1-4.
6. Dewiyanti, E., dan Mardiaty, E. Perawatan Impaksi Gigi Kaninus dan Gigitan Bersilang Anterior Menggunakan Teknik Open Window dan Piggyback pada Alat Ortodonti Straight Wire. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran*. 2019; 31(1): 28-36.
7. Utari, T. R., dan Oktavia, J. Pengaruh Temperatur terhadap Daya Lenting Kawat *Stainless Steel* Finger Spring. *Mutiara Medika*. 2016; 16(1): 20-26.
8. Jusup, C. O. et al. Evaluation of The Basic Surface Roughness of an ISO-Certified and Non-ISO-Certified Slot Bracket With an Atomic Force Microscope. *Padjajaran Journal of Dentistry*. 2019; 31(2): 91-98.

9. Singh, G. Textbook of Orthodontics 2nd Edition. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd; 2015.
10. Roni, K. A. et al. Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Pengaruh Laju Korosi Pada Baja Karbon Dalam Larutan Air Laut. *Jurnal Redoks*. 2022; 7(1): 28-35.
11. Damaryanti, E., dan Erstyawati, A. D. Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Inhibitor Laju Korosi Kawat Stainless Steel Peranti Ortodonti Lepas. *E-Prodenta Journal of Dentistry*. 2021; 5(1) 393-402.
12. Rais, F., dan Wahyuningtyas. Pengendalian Laju Korosi Baja dengan Penambahan Ekstrak Biji Alpukat sebagai Green Inhibitor. *Jurnal Inovasi Proses*. 2021; 6(2): 59-63.
13. Farmasyanti, C.A., Dewi I.N.K., and Alhasyimi, A.A. Potency of bilimbi fruit leaf extract as corrosion inhibitors of stainless-steel orthodontic wires. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2018; 11(2): 634-638.
14. Hasyim, H.S., Leliana AP., dan Sumono A. Pengaruh Perendaman Kawat Nikel Titanium Termal Ortodonti dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat (The Effect of Immersion Thermal Nickel-Titanium Archwire in The Bottled Tea Drinks to The Archwire Force Deflection). *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2016; 5(2): 346-50.
15. Rivai, H., Putri Y.T., dan Rusdi. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Kimia dari Ekstrak Heksan, Aseton, Etanol dan Air dari Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *researchgate.net*. 2019 [Diakses pada tanggal 3 April 2022]. Available from: <https://www.researchgate.net/profile/H-arizul-Rivai/publication/331555498>
16. Yunita, T., Sari S. R., dan Jatmoko, A. Studi Penambahan Inhibitor Organik Ekstrak Daun Bawang Tiwai (*Eleutherine americana* Merr.) pada Baja API 5L dalam Lingkungan 3,5% NaCl. *SPECTA. Journal of Technology*. 2018; 2(3): 1-10.
17. Hidjrawan, Y. Identifikasi Senyawa Tanin Pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Optimalisasi*. 2018; 4(2): 78-82.
18. Proença, C. S. et al. Evaluation of Tannins as Potential Green Corrosion Inhibitors of Aluminium Alloy Used in Aeronautical Industry. *Journal Metals*. 2022; 12(3): 1-21.
19. Rasyid, N. I., Pudyani, P. S., dan Heryumani, JCP. Pelepasan Ion Nikel Dan Kromium Kawat Australia Dan Stainless Steel Dalam Saliva Buatan. *Dental Journal Majalah Kedokteran Gigi*. 2014; 47(3): 168-172.
20. Sumule, I., Anindita, P. S., dan Waworuntu, O. A. Pelepasan Ion Nikel Dan Kromium Braket Stainless Steel yang Direndam dalam Minuman Berkarbonasi. *Jurnal e-GiGi (eG)*. 2015; 3(2): 464-469.
21. Khamatkar, A. Ideal Properties of Orthodontic wires and their clinical implications -a review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*. 2015; 14(1): 47-50.
22. Rosdayanti, R. Wibowo, D., dan Kusuma, F. D. K. Analisis Laju Korosi Kawat Ortodontik Lepas Stainless Steel Pada Media Air Kelapa. *Deintin Jurnal Kedokteran Gigi*. 2018; 2(1): 58-62.
23. Mudjari, S., and Achmad, M. H. Comparison between nickel and chromium levels in serum and urine in patients treated with fixed orthodontic appliances: A Longitudinal Study. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*. 2018; 18(1): 1-8.
24. Akbar, S.A. Potensi Metabolit Sekunder Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava*) sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan pada Besi. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*. 2019; 2(1): 1-9