

## Perubahan lebar interkaninus rahang atas dengan penggunaan sekrup ekspansi pada jarak waktu aktivasi yang berbeda

Nada Qisthina Malik<sup>1\*</sup>, Deni Sumantri Latif<sup>1</sup>, Elih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ortodonti, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran, Indonesia

\*Korespondensi: e-mail: [nada15010@mail.unpad.ac.id](mailto:nada15010@mail.unpad.ac.id)

Submisi: 12 Juni 2020; Penerimaan: 15 Januari 2021; Publikasi Online: 31 Oktober 2021

DOI: [10.24198/pjdrs.v5i2.28000](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v5i2.28000)

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Salah satu cara untuk mendapatkan ruangan dalam perawatan ortodonti alat lepasan adalah melebarkan lengkung gigi dengan menggunakan sekrup ekspansi. Lebar lengkung gigi dapat dievaluasi dengan mengukur lebar interkaninus. Perubahan lebar interkaninus diakibatkan pergerakan gigi. Tujuan penelitian menganalisis perubahan lebar interkaninus rahang atas dengan penggunaan sekrup ekspansi pada jarak waktu aktivasi yang berbeda, satu sampai dua minggu sekali dan satu sampai tiga minggu sekali. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan adalah analitik. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Jumlah populasi 346 pasang model studi yang menggunakan sekrup ekspansi pada rahang atas dan sampel sebanyak 16 pasang model rahang atas yang memenuhi kriteria inklusi berupa jarak waktu aktivasi dengan rentang satu sampai dua minggu dan rentang satu sampai tiga minggu di Klinik Ortodonti RSGM Unpad. Penelitian dilakukan dengan cara mengukur lebar interkaninus kemudian data dianalisis dengan *t-test: two-sample*. **Hasil:** Rerata perubahan lebar interkaninus rahang atas pada jarak waktu aktivasi satu sampai dua minggu sekali adalah 0,56 mm, dan pada jarak waktu aktivasi satu sampai tiga minggu sekali sebesar 1,18 mm, Perubahan lebar interkaninus dengan jarak waktu aktivasi 7-14 hari ( $p=0,002$ ) dan perubahan lebar interkaninus dengan jarak waktu aktivasi 7-21 hari ( $p=0,042$ ). Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok jarak waktu aktivasi ( $p=2,145$ ). **Simpulan:** Terdapat perubahan lebar interkaninus sebelum dan setelah aktivasi, namun tidak terdapat perbedaan antara dua kelompok jarak waktu aktivasi tersebut.

**Kata kunci:** sekrup ekspansi; ortodonti lepasan; lebar interkaninus; rahang atas

### *Changes in the maxillary intercanine width during the use of expansion screws at different activation intervals*

#### ABSTRACT

**Introduction:** One way to get space in removable orthodontic treatment is to widen the dental arch using expansion screws. Dental arch width can be evaluated by measuring the intercanine width, which changes due to teeth movement. The study was aimed to analyse the changes in maxillary intercanine width during the use of expansion screws at different activation intervals, one to two weeks and one to three weeks. **Methods:** The research was analytic with a purposive sampling technique. The total population was 346 pairs of study models using maxillary expansion screws, which was used at the Orthodontic Clinics of Universitas Padjajaran Dental Hospital, and 16 pairs of maxillary models that met the inclusion criteria of activation time intervals ranging from one to two weeks and one to three weeks were taken as sample. The study was conducted by measuring the intercanine width, and then the data were analysed using *t-test: two-sample*. **Results:** The average change in the maxillary intercanine width at the activation time of one to two weeks was 0.56 mm, and at one to three weeks was 1.18 mm. Changes in inter-canine width after activation time of 7-14 days was  $p=0.002$ , and after 7-21 days was  $p=0.042$ . There was no significant difference between the two groups of activation time intervals ( $p=2.145$ ). **Conclusions:** There is a change in the intercanine width before and after activation. However, there is no difference between the two groups of activation time intervals.

**Keywords:** expansion screws; removable orthodontics; intercanine width; maxillary

## PENDAHULUAN

Perawatan ortodonti merupakan perawatan pada bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki susunan gigi dan meningkatkan fungsi mastikasi, fonetik dan estetik.<sup>1</sup> Perawatan ortodonti dapat dilakukan dengan menggunakan alat ortodonti lepasan.<sup>2</sup> Penggunaan ortodonti lepasan dapat dilakukan pada kasus kekurangan ruangan. Salah satu cara untuk mengatasi kasus kekurangan ruangan adalah dengan melakukan ekspansi pada lengkung gigi.

Ekspansi dilakukan pada kasus kekurangan ruangan sebesar tiga sampai empat millimeter.<sup>1</sup> Sekrup ekspansi adalah alat yang berfungsi untuk melebarkan lengkung gigi baik ke arah transversal, sagital atau keduanya tergantung dari jenis dan penempatan sekrup ekspansi.<sup>1,2</sup> Aktivasi sekrup ekspansi dilakukan dengan rentang jarak waktu aktivasi satu sampai dua minggu dan satu sampai tiga minggu sekali sebesar seperempat putaran, banyaknya aktivasi sekrup ekspansi bergantung seberapa besar ruangan yang dibutuhkan.<sup>3,4</sup> Pemakaian sekrup ekspansi bertujuan untuk melebarkan lengkung gigi.<sup>5</sup>

Pergerakan gigi yang terjadi pada penggunaan alat ortodonti berkaitan dengan respon ligament periodontal.<sup>6</sup> Hari kedua setelah dilakukan aktivasi akan terjadi proses remodeling tulang melibatkan osteoklas dan osteoblas.<sup>7</sup> Menurut Proffit *et al*,<sup>8</sup> setelah itu akan terjadi pergerakan gigi yang terjadi pada tujuh hingga empat belas hari setelah diberikan gaya, sedangkan Krishnan *et al*,<sup>9</sup> menyatakan pada hari ke tujuh sampai hari ke dua puluh delapan akan terjadi resorpsi dan mengakibatkan pergerakan gigi.<sup>7,8,9</sup>

Evaluasi penggunaan sekrup ekspansi dapat dilakukan dengan mengukur lebar lengkung gigi. Penelitian Anbuselvan menghasilkan perubahan lengkung gigi 0,20 mm setiap seperempat putaran, apabila dilakukan aktivasi lima kali akan menghasilkan perubahan lengkung gigi sebesar 1,00 mm dan sepuluh kali aktivasi terdapat perubahan lengkung gigi sebesar 2,00 mm.<sup>1,10</sup> Pengukuran lengkung gigi dapat dilakukan dengan cara mengukur lebar, dan panjang lengkung gigi. Lebar lengkung gigi dapat mempengaruhi kestabilan dan estetik dalam penyusunan gigi.<sup>11</sup> Lebar lengkung gigi setiap orang berbeda-beda, karena lebar lengkung gigi dipengaruhi oleh lingkungan, nutrisi, genetik, ras dan

jenis kelamin. Perbedaan lebar lengkung gigi yang dipengaruhi oleh jenis kelamin terlihat pada lebar lengkung gigi laki-laki yang lebih besar dibandingkan lebar lengkung gigi pada perempuan.<sup>12</sup> Lebar lengkung gigi dapat diukur dengan cara menghitung lebar interkaninus, interpremolar dan intermolar.<sup>2</sup> Lebar interkaninus adalah salah satu parameter terpenting pada rencana perawatan ortodonti dan diukur dengan menghitung jarak antara puncak bonjol kaninus kiri dan kanan pada rahang atas dan rahang bawah seperti pada gambar 2.<sup>13,14</sup>

Lebar interkaninus dapat mempengaruhi penampilan wajah dan merupakan parameter dari lengkung gigi anterior.<sup>13,15</sup> Periode gigi permanen perubahan tidak signifikan tetapi dapat mengalami perubahan bila terdapat pergerakan inklinasi gigi, berupa pelebaran lengkung gigi tanpa diikuti pelebaran lengkung basal.<sup>1</sup>

Penggunaan sekrup ekspansi dengan tujuan melebarkan lengkung gigi sering dilakukan, namun masih sedikit data mengenai evaluasi penggunaan sekrup ekspansi dengan mengevaluasi lebar interkaninus pada perawatan ortodonti lepasan. Tujuan penelitian menganalisis perubahan lebar interkaninus rahang atas dengan penggunaan sekrup ekspansi pada jarak waktu aktivasi yang berbeda, satu sampai dua minggu sekali dan satu sampai tiga minggu sekali.

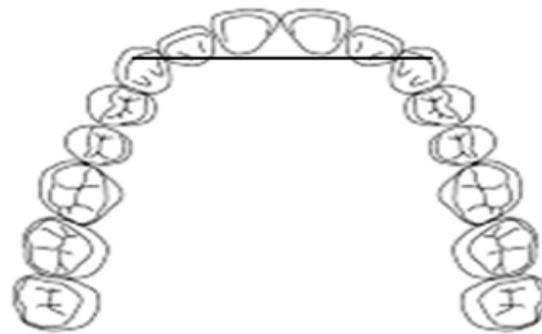
## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah analitik komparatif. Sampel pada penelitian ini diambil menggunakan *purposive sampling*. Sampel yang digunakan merupakan model studi pasien di Klinik Ortodonti Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Padjadjaran dengan kriteria sebagai berikut: model studi pasien sebelum dan setelah perawatan ortodonti lepasan menggunakan sekrup ekspansi ke arah lateral (Gambar 1). Model studi pasien dengan keadaan baik, tidak patah atau rusak, dengan keadaan bonjol gigi kaninus yang baik.

Penelitian ini memiliki kriteria eksklusi yang meliputi model studi pasien yang tidak memiliki gigi kaninus pada rahang atas, model studi pasien dengan kehilangan sebagian gigi anterior. Jumlah subjek penelitian sebanyak 16 pasang model studi dari 346 pasang model studi pasien yang menggunakan sekrup ekspansi pada rahang atas di Klinik Ortodonti RSGM Unpad. Hal ini karena hanya terdapat 11



Gambar 1. Rangkaian komponen pada alat ortodonti lepasan<sup>17</sup>



Gambar 2. Pengukuran lebar interkaninus<sup>15</sup>

pasang model studi dengan rentang jarak waktu aktivasi satu sampai dua minggu sekali dan terdapat 5 pasang model studi dengan rentang jarak waktu aktivasi satu sampai tiga minggu sekali yang telah sesuai dengan kriteria inklusi.

Model yang tidak termasuk pada sampel dikarenakan terdapatnya model yang rusak serta adanya model yang tidak memiliki gigi kaninus rahang atas, dan hal lain yang tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Model yang telah sesuai dengan kriteria inklusi akan dilakukan pengelompokan berdasarkan jarak waktu aktivasi, dibagi menjadi dua kelompok jarak waktu aktivasi, yaitu aktivasi dengan rentang satu sampai dua minggu dan rentang satu sampai tiga minggu sekali. Hal ini dimaksudkan agar penelitian ini sesuai dengan teori pergerakan gigi. Selanjutnya model dilakukan pengukuran lebar interkaninus dengan cara titik orientasi digambar pada puncak bonjol gigi kaninus kanan dan kiri rahang atas pada model studi pasien sebelum dan setelah perawatan, kemudian dilakukan pengukuran lebar interkaninus dengan diukurnya jarak kedua titik orientasi yang terletak pada gigi kaninus kanan dan kiri (Gambar 2).<sup>14</sup>

Pengukuran menggunakan jangka sorong digital dengan satuan ukur yaitu millimeter (mm) dengan ketelitian 0,01. Lebar interkaninus diukur sebanyak 3 kali pengulangan untuk memperkecil kesalahan hasil pengukuran dan memperoleh data yang akurat setelah itu dilakukan pencatatan hasil pengukuran lebar interkaninus serta dilakukan kalibrasi serta pengolahan data. Penelitian ini

dilakukan di Klinik Ortodonti RSGM Universitas Padjadjaran. Penelitian dilakukan dari bulan mei 2019 sampai agustus 2019. Analisis data statistik dilakukan dengan *t-test: two-sample*. Penelitian telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Universitas Padjadjaran dengan nomer surat 147/UN6.KEP/EC/2018 dan telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik RSGM Universitas Padjadjaran dengan nomer surat 02/UN6.8.17/PL/2019.

## HASIL

Sampel penelitian berjumlah 16 pasang model studi rahang atas pasien ortodonti RSGM Unpad dengan karakteristik jenis kelamin diperlihatkan pada tabel 1 dan hasil pengukuran lebar interkaninus rahang atas sebelum dan setelah sepuluh kali aktivasi sekrup ekspansi diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan hasil yang didapatkan pada dua kelompok sampel, pada kelompok jarak waktu aktivasi dengan rentang satu sampai dua minggu sekali. Sampel berjumlah sebanyak 11 pasang model studi pasien menghasilkan rerata perubahan sebesar 0,56 mm yang menunjukkan adanya perubahan dengan adanya peningkatan lebar interkaninus.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Jenis kelamin	Jumlah
Laki-Laki	3
Perempuan	13

Tabel 2. Hasil pengukuran lebar interkaninus

Jarak waktu aktivasi	Lebar interkaninus sebelum perawatan		Lebar interkaninus setelah perawatan		Beda lebar interkaninus		Nilai p (mm)
	Rerata (mm)	Standar Deviasi (mm)	Rerata (mm)	Standar Deviasi (mm)	Rerata (mm)	Standar Deviasi (mm)	
7-14 hari	34,19	2,92	34,75	1,996	0,56	0,52	0,002
7-21 hari	35,57	1,12	36,75	1,76	1,18	1,16	0,042

Hasil pada kelompok jarak waktu aktivasi dengan rentang satu sampai tiga minggu sekali, jumlah sampel sebanyak 5 pasang model studi pasien dengan rerata perubahan sebesar 1,18 mm yang menunjukkan adanya perubahan dengan adanya peningkatan lebar interkaninus. Nilai standar deviasi pada tabel memperlihatkan nilai yang kecil dibandingkan dengan nilai rerata, hal ini menyatakan bahwa data sampel penelitian dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data dan bersifat homogen. Hasil analisis didapat adanya perubahan yang signifikan lebar interkaninus antara sebelum dan setelah dilakukan aktivasi sekrup ekspansi pada kedua kelompok jarak waktu aktivasi yang ditunjukkan nilai *p-value* kurang dari 0,05 ( $p < 0,05$ ).

Hasil perhitungan pada tabel 3 yang menunjukkan nilai *t stat* memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai *t Critical two-tail*, maka didapatkan hasil yang menunjukkan  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak.  $H_0$  menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok jarak waktu aktivasi sedangkan  $H_1$  menyatakan terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok jarak waktu aktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok jarak waktu aktivasi tersebut.

Tabel 3. Hasil Uji analitik dengan *t-test: two-sample assuming equal variances*

	Waktu aktivasi 7-14 Hari	Waktu aktivasi 7-21 Hari
rerata	0,56	1,182
Variance	0,266	1,401
Jumlah	11	5
<i>t Stat</i>	-1.501	
<i>t Critical two-tail</i>	2.145	

## PEMBAHASAN

Perawatan ortodonti didasarkan pada prinsip bahwa jika tekanan diberikan pada gigi secara terus menerus maka akan menyebabkan gigi bergerak dengan terjadinya proses remodeling pada tulang di sekitar gigi. Tulang akan mengalami resorpsi pada salah satu sisi dan akan terjadi aposisi pada sisi yang lainnya.<sup>9</sup> Pergerakan gigi ditunjukkan oleh tiga tahapan, yaitu perubahan dalam aliran darah yang terkait dengan tekanan dalam PDL (*periodontal ligament*) yang akan menghasilkan aliran darah yang menyempit dan aliran darah yang tidak menyempit,

pembentukan dan/atau pelepasan *messenger* kimia, dan pengaktifan sel yaitu sel osteoklas yang akan meresorpsi tulang dan sel osteoblas yang akan melakukan aposisi.<sup>9</sup>

Penelitian ini dilakukan dengan alat ortodonti dengan sekrup ekspansi. Aktivasi sekrup ekspansi dilakukan dengan rentang satu sampai dua minggu dan satu sampai tiga minggu sekali sebesar seperempat putaran, banyaknya aktivasi sekrup ekspansi bergantung seberapa besar ruangan yang dibutuhkan.<sup>3,4</sup> Respon PDL terhadap gaya yang diberikan pada tujuh sampai empat belas hari menghasilkan adanya pergerakan gigi.<sup>8</sup> Hasil penelitian yang menunjukkan adanya perubahan lebar interkaninus yang dihasilkan sesuai dengan penelitian Vania dkk<sup>16</sup>, yang menyatakan bahwa aktivasi sekrup ekspansi baik transversal maupun lateral memberikan pengaruh terhadap penambahan lebar lengkung gigi,<sup>17</sup> tetapi pada penelitian Vania dkk<sup>16</sup>, hanya mengelompokkan berdasarkan jumlah aktivasi sedangkan pada penelitian ini dilakukan pengelompokan berdasarkan jarak waktu aktivasi.

Pengelompokan jarak waktu aktivasi oleh Singh *et al*<sup>7</sup> dilakukan berdasarkan teori pergerakan gigi yang menyatakan bahwa akan terjadi pergerakan gigi pada tujuh hingga empat belas hari setelah diberikan gaya. Sedangkan berdasarkan teori pergerakan gigi lain menurut Krishnan *et al*.<sup>9</sup> menyatakan bahwa pergerakan gigi terjadi pada tujuh hingga dua puluh delapan hari setelah diberikan gaya.

Hasil penelitian memperlihatkan adanya perubahan lebar interkaninus rahang atas sebelum dan setelah perawatan memiliki nilai yang berbeda, terdapatnya perubahan berupa peningkatan lebar interkaninus ini sesuai dengan fungsi sekrup ekspansi yaitu berfungsi untuk melebarkan lebar lengkung gigi.<sup>1,2</sup> Perubahan tersebut dapat terjadi dikarenakan terdapatnya tekanan untuk pergerakan gigi dan laju pergerakan gigi yang tergantung pada remodeling tulang, pada kasus yang menggunakan sekrup ekspansi alat ortodonti lepasan maka akan terjadi pelebaran lengkung gigi tanpa diikuti pelebaran lengkung basal.<sup>1,18</sup>

Nilai perubahan lebar interkaninus rahang atas pada kelompok rentang jarak waktu aktivasi satu sampai tiga minggu sekali lebih besar dibandingkan dengan kelompok rentang jarak waktu aktivasi satu sampai dua minggu sekali, hal ini berkaitan dengan fase-fase pergerakan gigi yang terdapat tiga fase yaitu fase *initial*, fase *lag*, fase *post-lag*. Beberapa jurnal

mengatakan bahwa fase *lag* hanya menghasilkan sedikit atau tidak ada sama sekali pergerakan, fase ini berlangsung kurang lebih 20 hari setelah aktivasi, sedangkan fase *postlag* merupakan fase terjadinya pergerakan gigi dan berlangsung setelah terjadinya fase *lag*.<sup>18,19</sup>

Hal ini yang dapat menyebabkan kelompok jarak waktu aktivasi tiga minggu sekali menghasilkan nilai yang lebih tinggi. Hasil perubahan lebar interkaninus rahang atas menghasilkan hasil yang berbeda beda hal ini dapat diakibatkan oleh adanya beberapa kelemahan pada penelitian ini yaitu waktu pemakaian alat yang tidak seragam diantara masing masing sampel dan pergerakan gigi dengan alat ortodonti bergantung pada besar dan lamanya gaya yang diberikan, jumlah dan bentuk akar, kualitas dari trabekula tulang, respon individu, dan kepatuhan pasien.<sup>6</sup> Kepatuhan pasien mempengaruhi perawatan ortodonti lepasan yang berupa lamanya pemakaian alat oleh pasien, dari beberapa jurnal menyatakan bahwa waktu pemakaian alat ortodonti lepasan yang disarankan yaitu 15 jam per hari, ada pula yang menyarankan pemakaian hampir 24 jam.<sup>20</sup> Faktor ini dapat mempengaruhi karena hasil perawatan penggunaan alat ortodonti lepasan sangat bergantung pada kepatuhan pasien dalam memakai alat (kooperatif pasien), pemakaian alat ini juga dapat dipengaruhi oleh motivasi pasien.<sup>2</sup>

## SIMPULAN

Terdapat perubahan lebar interkaninus sebelum dan sesudah dilakukannya aktivasi, namun tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok jarak waktu aktivasi tersebut

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sakinah N, Wibowo D, Helmi ZN. Peningkatan lebar lengkung gigi rahang atas melalui perawatan ortodonti menggunakan sekrup ekspansi. *Dentino J Ked Gigi*. 2016; 1(1): 83-7. DOI: [10.20527/dentino.v1i1.426](https://doi.org/10.20527/dentino.v1i1.426)
2. Christensen JR, Fields H, Sheats RD. *Treatment Planning and Management of Orthodontic Problems*. 6<sup>th</sup> Ed. Ped Dent. Elsevier Inc.; 2019. p. 512-553.e3. DOI: [10.1016/B978-0-323-60826-8.00036-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-323-60826-8.00036-5)
3. Taneja N, Kudva P, Goswamy M, K Bhat G, P Kudva H. Case report: management of class i type 3 malocclusion using simple removable appliances. *J Interdiscip Dent*. 2017; 7(3): 101-10. DOI: [10.4103/jid.jid.79.16](https://doi.org/10.4103/jid.jid.79.16)
4. Luther F, Nelson-Moon Z. *Orthodontic Retainers And Removable Appliances: Principles of Design and Use*. Wiley-Blackwell 2013. p. 21-4.
5. Sijabat M, Kusuma F, Wibowo D. Perbandingan jarak ekspansi antara suhu normal dan suhu tinggi dengan menggunakan modifikasi model studi. *Dentino J Ked Gi*. 2017; 1(1): 78-83.
6. Rahardjo P. *Ortodonti Dasar*. 2<sup>nd</sup> Ed. Surabaya: Airlangga. University Press. 2012. h. 46-60.
7. Singh G. *Textbook of Orthodontics*. 3<sup>th</sup> ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2015. p. 214, 218-9, 238-42.
8. Proffit W, Fields H, Sarver D. *Contemporary Orthodontics*. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Inc.; 2019. p. 395-401.
9. Krishnan, ZD. *Biological Mechanisms of Tooth Movement*. 2<sup>nd</sup> Ed. Chichester: Wiley Blackwell; 2015. p. 33-4.
10. Corbourn MT, Dibiasi AT. *Handbook of Orthodontics*. London: Mosby Elsevier; 2010. p. 240.
11. Qamar CHR, Ahmad H. Comparison of Dental Arch Widths in Class Ii Division I and Class Ii Division 2 Malocclusion. *Pakistan Oral Dent J*. 2013; 33(1): 71-3.
12. Putri. Beby, Isnaniah M, Zenab. N R Yulawati. Comparison of intercanine width in between Angle class II division 1 and division 2 malocclusions. 2016; 28(1): 81-4. DOI: [10.24198/pjd.vol28no2.13708](https://doi.org/10.24198/pjd.vol28no2.13708)
13. Adamek, Minch, Kawala. Intercanine width - review of the literature. *Dent Med Probl*. 2015; 52(3): 336-40.
14. Herzog C, Konstantonis D, Konstantoni N, Eliades T. Arch-width changes in extraction vs nonextraction treatments in matched Class I borderline malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2017; 151(4): 735-43. DOI: [10.1016/j.ajodo.2016.10.021](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.10.021)
15. Trifina Ngo O, Budi Utomo R, Kusuma WMP. Pengaruh perawatan ortodonti cekat tahap alignment pada maloklusi angle klas i berjejal ringan terhadap volume cavum oris dan frekuensi pengucapan. *J Ked Gi* 2016; 7(2): 125-30.
16. Vania E, Zenab Y, Sunaryo IR. Laporan penelitian kemajuan perawatan ortodontik dengan sekrup ekspansi rahang atas pada crowding ringan. J

- Ked Gi Unpad 2016; 14): 113–8. DOI: [10.24198/jkg.v28i2.19796](https://doi.org/10.24198/jkg.v28i2.19796)
17. Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. Saudi J Biol Sci. 2018; 25(6): 1027–32. DOI: [10.1016/j.sjbs.2018.03.008](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.03.008)
18. Hisham S, Ariffin Z, Yamamoto Z, Abidin Z, Megat R, Wahab A, et al. Cellular and molecular changes in orthodontic tooth movement. Scie World J 2011; 11: 1788–803. DOI: [10.1100/2011/761768](https://doi.org/10.1100/2011/761768)
19. Pauls A, Nienkemper M, Panayotidis A, Wilmes B, Drescher D. Effects of wear time recording on the patient's compliance. Angle Orthod. 2013; 83(6): 1002–8. DOI: [10.2319/010913-25.1](https://doi.org/10.2319/010913-25.1)