

Efek Induksi Gaya Mekanis Ortodonti terhadap Perubahan Jumlah Sel Osteoblas Tulang Alveolar Gigi Tikus pada Daerah Tarikan

(Induced of Orthodontic Force Effect on the Change of Osteoblast Cells in Tension Side of Rat Alveolar Bone)

Reganita Nurmaulawati Saputri¹, Herniyati², Dwi Prijatmoko²

¹Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

²Departemen Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto Jember 68121

e-mail korespondensi: reganita12@yahoo.com

Abstract

Orthodontic treatment is one treatment that can improve the dental malocclusion. Bone remodeling involves the coordination of three cell types namely osteocytes, osteoclasts, and osteoblasts. Osteoblast cells is important in the process of bone remodeling, especially in the process of bone aposition in tension side. This study aimed to analyze the changes in number of osteoblasts cell in tension side of Sprague Dawley alveolar bone which induced by orthodontic force during one weeks, two weeks, and three weeks. 36 rats were divided into 6 groups, the treatment group with applied the orthodontic force for 1 weeks (P-1), 2 weeks (P-2), and 3 weeks (P-3) and thr control group without applied the orthodontics force group for 1 weeks (K-1), 2 weeks (K-2), and 3 weeks (K-3). Wire ligature 0,20 mm was applied on the right region of maxillary first Molar and Incisivus, then mesially activated with maximally tension gauge of Orthodontic appliance of Ni-Ti closed coil springs. Those samples were sacrificed and sliced vertically on the regio right maxillary bone with mesiodistal position, then the preparation of histological section with Hematoxylin Eosin staining (HE) was made. The number of osteoblast cells were observed in 3 areas of tension side using microscope with 400 magnification. The result showed that the osteoblasts number of 2- and 3-weeks treatment groups were greater significantly than control group. It concluded that the induction of orthodontic appliance mechanic increased the number of osteoblasts on tension area. The increasing of osteoblast number is parallel with the duration of the orthodontic appliance mechanic induction.

Keywords: orthodontic mechanical force, osteoblasts cell, tension area

Abstrak

Perawatan ortodonti merupakan salah satu perawatan yang bisa memperbaiki maloklusi pada gigi geligi. *Remodeling* tulang melibatkan koordinasi tiga tipe sel yaitu osteosit, osteoklas, dan osteoblas. Sel osteoblas berperan penting dalam proses *remodeling* tulang terutama dalam proses aposisi tulang pada daerah tarikan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan jumlah sel osteoblas tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti selama 1, 2, dan 3 minggu. Tiga puluh enam ekor tikus dibagi menjadi 6 kelompok yaitu kelompok perlakuan yang diberi pemasangan alat ortodonti selama 1 minggu (P-1), 2 minggu (P-2), dan 3 minggu (P-3) serta kelompok kontrol tanpa pemasangan alat ortodonti selama 1 minggu (K-1), 2 minggu (K-2), dan 3 minggu (K-3). Pada gigi molar-1 (M1) rahang atas (RA) kanan dan pada kedua gigi insisivus RA diberi kawat ligatur dengan diameter 0,20 mm. Selanjutnya M-1 RA kanan digerakkan ke mesial menggunakan *Tension gauge* sampai maksimal dengan *Nickel Titanium Orthodontic closed coil spring* dengan panjang 6 mm. Selanjutnya hewan coba di eutasia dan tulang rahang atas regio kanan dipotong secara vertikal dengan arah mesial-distal dan dibuat sediaan dan pengecatan *Haematoksilin Eosin* (HE). Jumlah sel osteoblas diamati pada daerah tarikan menggunakan mikroskop dari 3 lapang pandang dengan perbesaran 400x. Hasil penelitian menunjukkan jumlah sel osteoblas pada kelompok perlakuan 2 dan 3 minggu lebih banyak secara signifikan dibandingkan kontrol. Dapat disimpulkan bahwa induksi gaya mekanis ortodonti meningkatkan jumlah sel osteoblas di daerah tarikan. Peningkatan jumlah sel osteoblas ini seiring dengan lamanya induksi gaya mekanis ortodonti.

Kata kunci: daerah tarikan, sel osteoblas, gaya mekanis ortodonti

Pendahuluan

Maloklusi merupakan masalah kesehatan gigi dan mulut yang cukup besar di Indonesia dan prevalensinya sekitar 80% dari jumlah penduduk serta berada pada urutan ketiga setelah karies gigi dan penyakit periodontal [1]. Maloklusi bukan merupakan suatu penyakit tetapi bila tidak dirawat dapat menimbulkan gangguan pada fungsi penguyahan, penelanan, bicara, dan keserasian wajah yang berakibat pada gangguan fisik maupun mental. Faktor yang menyebabkan terjadinya maloklusi dibagi menjadi faktor instrinsik dan faktor ekstrinsik [2].

Perawatan ortodonti merupakan perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki maloklusi pada gigi geligi [3]. Perawatan ortodonti, berbeda dengan cabang kedokteran gigi lainnya, memerlukan waktu yang lama sekitar 1-2 tahun bahkan lebih lama lagi sehingga perlu diupayakan untuk mempersingkat perawatan. Faktor yang mempengaruhi lamanya perawatan ortodonti, diantaranya usia pasien, tipe maloklusi, perlu tidaknya dilakukan pencabutan, macam piranti yang digunakan, keparahan maloklusi, dan kerjasama pasien [4].

Pergerakan gigi ortodontik merupakan suatu proses yang kompleks dan terjadi karena adanya perubahan selular dan kimiawi. Pergerakan gigi pada perawatan ortodonti diperoleh melalui *remodeling* tulang alveolar dan jaringan periodontal sebagai respon terhadap adanya gaya mekanis (gaya ortodonti) [3]. Gaya ortodontik akan menyebabkan trauma jaringan, kompresi ligamen periodontal, dan deformasi tulang. Kejadian ini diikuti dengan reaksi biokimia pada tingkat sel yang menghasilkan *remodeling* tulang [5].

Sel osteoblas adalah sel yang berasal dari *mesenchymal stem cells* (MSC) dari sumsum tulang belakang dan berperan dalam pembentukan tulang [10]. Osteoblas merupakan sel yang berperan penting dalam proses pembentukan tulang. Menurut Arrifin dkk osteoblas berperan dalam pembentukan tulang yang dimulai 40-48 jam setelah di aplikasikan gaya ortodonti. Selain itu, osteoblas juga mensekresikan berbagai macam non-kolagen protein seperti osteokalsin, osteopontin, dan sialoprotein. Ekspresi osteopontin (OPN) dan sialoprotein pada sel osteoblas akan meningkat oleh adanya pengaruh tekanan mekanis. Osteopontin juga mampu mempengaruhi homeostasis tulang [11].

Sel osteoblas berperan penting dalam proses *remodeling* tulang, terutama dalam proses

aposisi tulang pada daerah tarikan, serta terdapat perbedaan waktu pengamatan dalam proses *remodeling* tulang. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan jumlah sel osteoblas pada daerah tarikan dalam pergerakan gigi pada tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti dengan perbedaan waktu pengamatan selama 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu.

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *The Post Test Only Control Group Design*. Tiga puluh enam ekor tikus *Sprague dawley*, jantan, umur 2-3 bulan, berat badan 250-300 gram dan kondisi fisik sehat dibagi menjadi 6 kelompok, masing-masing 6 ekor. Pada kelompok perlakuan, dilakukan induksi mekanis ortodonti pada tikus dengan cara tikus di anastesi menggunakan ketamin dengan dosis 0,2 ml/grBB dan xylal 0,1 ml/grBB. Pada gigi molar-1 (M1) rahang atas (RA) kanan dan pada kedua gigi insisivus RA diberi kawat ligatur dengan diameter 0,20 mm. Selanjutnya M-1 RA kanan digerakkan ke mesial menggunakan *Tension gauge* sampai maksimal dengan *Nickel Titanium Orthodontic closed coil spring* dengan panjang 6 mm selama 1 minggu (Kelompok P-1), 2 minggu (Kelompok P-2) dan 3 minggu (Kelompok P-3). Sedangkan kelompok kontrol adalah tidak dilakukan pemasangan alat ortodonti 1 minggu (Kelompok K-1), 2 minggu (Kelompok K-2) dan 3 minggu (Kelompok K-3). Tikus Kelompok K-1 dan P-1 dikorbankan pada hari ke-8, kelompok K-2 dan P-2 dikorbankan pada hari ke-15, dan kelompok K-3 dan P-3 dikorbankan pada hari ke-22 dengan larutan eter. Jaringan yang diambil kedua gigi M-1 RA dan M-2 RA kanan beserta jaringan periodontalnya [7] untuk selanjutnya dilakukan prosesing jaringan dan pembuatan sediaan histologi. Tahap ini diawali dengan perendaman jaringan dengan larutan buffer formalin 10% selama minimal 24 jam [8]. Dilanjutkan dengan proses dekalsifikasi menggunakan larutan asam formiat 10% sampai jaringan lunak dan mudah dipotong. Tahap dehidrasimenggunakan alkohol dengan konsentrasi rendah ke tinggi, tahap clearing menggunakan xylol, kemudian jaringan dibungkus dengan kertas saring yang sudah diberi label identitas sampel dan dimasukkan ke dalam bahan embedding yaitu parafin dengan titik didih 56⁰-60⁰C selama 2 jam dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Kemudian meletakkan jaringan kedalam alat cetak blok berisi parafin cair dan ditunggu beberapa menit hingga parafin beku kemudian

dilakukan pemotongan [9].

Pemotongan menggunakan mikrotom arah mesio-distal dengan ketebalan 6-7µm untuk prosedur pengecatan *Haematoxylin Eosin* (HE). Penghitungan sel osteoblast dilakukan pada 3 potongan jaringan di 3 lapang pandang terpilih menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Data hasil penelitian diuji normalitasnya menggunakan uji *Saphiro Wilk* dan diuji homogenitasnya dengan uji *Levene*. Kemudian dianalisis menggunakan uji parametrik, *One Way Anova* dilanjutkan dengan uji *Tukey-HSD* untuk mengetahui perbedaan lebih lanjut.

Hasil

Hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata jumlah sel osteoblast pada kelompok P-1 dengan pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* selama 1 minggu adalah 8,81, lebih banyak dibandingkan kelompok K-1 yaitu 8,31. Demikian juga pada kelompok P-2 dengan pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* selama 2 minggu, rata-rata jumlah sel osteoblastnya adalah 12,17 lebih banyak dibandingkan kelompok K-2, yaitu 9,00 dan pada kelompok P-3 dengan pemasangan *Ni-Ti closed coil spring* selama 3 minggu, rata-rata jumlah sel osteoblastnya adalah 12,73 lebih banyak dibandingkan kelompok K-3 yang rata-rata jumlah sel osteoblastnya adalah 8,94 (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata jumlah sel osteoblast pada daerah tarikan tulang alveolar gigi tikus pada tiap kelompok

	1 minggu	2 minggu	3 minggu
Kelp Kontrol	8,31	9,00*	8,94*
Kelp Perlakuan	8,81	12,17	12,73

*terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Hasil uji *Saphiro Wilk* didapatkan nilai $p \geq 0,05$ yang menandakan data berdistribusi normal. Hasil uji *Levene* didapatkan nilai $p \geq 0,05$ yang artinya data homogen. Selanjutnya dilakukan uji beda parametrik menggunakan *One Way Anova* dan didapatkan hasil $p \leq 0,05$, yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap kelompok perlakuan. Hasil yang signifikan ini kemudian dilanjutkan dengan uji *Tukey-HSD* untuk mengetahui perbedaan yang lebih rinci. Dari uji *Tukey-HSD* didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok P-1 dan K-1. Perbedaan yang signifikan didapatkan antara kelompok P-2 dan K-2 serta

antara kelompok P-3 dan K-3. Pada kelompok perlakuan, terdapat perbedaan signifikan antara kelompok P-1 dan P-2 serta antara kelompok P-1 dan P-3, sedangkan antara kelompok P-2 dan P-3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Pembahasan

Penelitian ini menggunakan jumlah total sampel sebesar 36 ekor, namun hanya didapatkan total 34 ekor sampel. Berkurangnya jumlah sampel dalam penelitian ini disebabkan karena faktor kesalahan saat proses pembuatan sediaan histologis dan sampel yang mati selama penelitian berlangsung. Beberapa faktor kesalahan yang mungkin terjadi saat proses pembuatan sediaan histologis antara lain pada tahap *embedding* jaringan, peletakkan jaringan yang tidak tegak lurus dengan bidang parafin mengakibatkan jaringan tidak lengkap dari mahkota sampai akar gigi pada saat dilakukan pemotongan, kurang hati-hati pada saat memindahkan hasil potongan jaringan dari *waterbath* ke *objek glass* hal ini dapat menyebabkan jaringan sobek dan terlipat, ketelitian pada saat proses pewarnaan agar saat pembilasan jaringan tidak ikut terbawa, terlalu berlebihan ketikamemotong di *mikrotom* yang mengakibatkan jaringan tidak bisa diamati [12].

Pada hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan jumlah sel osteoblast pada tulang alveolar daerah tarikan bahwa pada kelompok kontrol 1 minggu dan kelompok perlakuan 1 minggu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena pada awal minggu ke-1 aplikasi gaya mekanis ortodonti osteoklas akan melakukan fungsinya terlebih dahulu untuk meresorpsi tulang, biasanya terjadi 2 hari setelah aplikasi gaya mekanis ortodonti. Selanjutnya diikuti sel osteoblast akan menginvasi area tersebut untuk memulai proses aposisi tulang [13].

Pada kelompok kontrol 2 minggu dengan kelompok perlakuan 2 minggu serta kelompok kontrol 3 minggu dengan kelompok perlakuan 3 minggu menunjukkan perbedaan yang signifikan hal ini dikarenakan dengan lama waktu pemberian induksi gaya mekanis ortodonti yang diaplikasikan pada gigi tikus mampu meningkatkan jumlah sel osteoblast pada daerah tarikan. Banyaknya sel osteoblast ini dikarenakan gaya mekanis yang dihasilkan oleh alat ortodonti akan mengakibatkan peningkatan produksi prostaglandin karena adanya aktivasi dari COX-2 (*Cyclooxygenase*) yang mampu meningkatkan jumlah sel osteoblast untuk menstimulasi perbaikan tulang [14]. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan

dengan adanya gaya mekanis ortodonti mampu meningkatkan jumlah sel osteoblas pada tulang alveolar daerah tarikan gigi tikus yang diinduksi gaya mekanis ortodonti setiap minggunya. Pada hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan pada hari ke-8 dan hari ke-15 menunjukkan peningkatan jumlah sel osteoblas yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada hari ke-7 sampai hari ke-14 terjadi *initial phase* dimana gigi akan berpindah dengan cepat sekitar 24 sampai 48 jam setelah aplikasi pertama kekuatan gigi [15]. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Rosiana dkk, yang menyatakan bahwa pada hari ke-7 dengan adanya induksi gaya mekanis ortodonti dapat merangsang terjadinya aktivitas osteoblas dan pada hari ke-14 jumlah sel osteoblas semakin meningkat.

Pada pengamatan hari ke-22 menunjukkan jumlah rata-rata sel osteoblas meningkat dari hari ke-15 namun peningkatan ini tidak menunjukkan signifikansi. Hal ini dikarenakan terjadi proses perbaikan yang hampir selesai. Pada hari ke-22 ini sudah memasuki *lag phase* dimana pada fase ini ditandai dengan sedikit perubahan atau tidak ada perubahan yang disebabkan karena terjadi hialinisasi pada ligamen periodontal yang menerima tekanan [16]. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Pinandi Sri dkk, yang menyatakan bahwa pada hari ke-21 pergerakan gigi terjadi sangat kecil dibandingkan dengan hari ke-0, ke-3, ke-7, dan ke-14.

Gaya yang diaplikasikan pada mahkota gigi pada pergerakan gigi secara ortodonti akan diteruskan ke akar, ligamen periodontal, dan tulang alveolar yang akan mengakibatkan perubahan pada fungsi dan sel-sel tulang alveolar. Perubahan tersebut adalah terjadinya aposisi pada daerah tarikan dan resorpsi pada daerah tekanan yang disebut dengan *remodeling* tulang. Pembentukan sel osteoblas melalui proses proliferasi, maturasi matriks, dan proses mineralisasi [11].

Pembentukan sel osteoblas diawali dengan proliferasi sel osteoblas dimana akan menghasilkan *immature bone* yang terdiri dari kolagen tipe 1 dan mensekresikan sejumlah besar alkali fosfatase yang memegang peranan penting dalam proses maturasi matriks. Ekspresi enzim alkali fosfatase digunakan sebagai penanda awal terjadinya proses diferensiasi dan mineralisasi dalam proses penyembuhan tulang dan juga sebagai penentu berlangsungnya aktivitas sel osteoblas [6]. Selanjutnya, pada fase mineralisasi, osteokalsin yang merupakan protein nonkolagen yang diproduksi oleh osteoblas digunakan sebagai penanda aktivitas sel osteoblas dalam pembentukan tulang [17].

Pada akhir fase mineralisasi terdapat juga ekspresi osteopontin pada sel osteoblas yang akan meningkat oleh adanya pengaruh tekanan mekanis. Osteopontin juga mampu mempengaruhi homeostasis tulang [11].

Pada kelompok kontrol mengalami peningkatan dan penurunan yang menyebabkan tidak signifikansinya jumlah sel osteoblas tiap minggunya. Hal ini dikarenakan pergerakan gigi akan terjadi sepanjang hidup apabila gigi ada kesempatan untuk bergerak. Sehingga, jumlah sel osteoblas pada kelompok kontrol tidak selalu mengalami kenaikan di setiap minggu, namun juga mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Miyoshi dkk., pada sampel kontrol yang tidak diberi perlakuan menunjukkan terjadinya pergerakan gigi oleh karena terjadinya *remodeling* tulang yang terjadi terus menerus [18].

Simpulan dan Saran

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa adanya induksi gaya mekanis ortodonti meningkatkan jumlah sel osteoblas di daerah tarikan. Peningkatan jumlah sel osteoblas ini seiring dengan lamanya induksi gaya mekanis ortodonti. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pemberian gaya mekanis ortodonti yang besarnya bervariasi terhadap jumlah sel osteoblas dengan waktu pengamatan yang bervariasi.

Daftar Pustaka

- [1] Sudarso, I.S.R.. Solusi Penetapan Waktu dan Manajemen Perawatan Ortodonti pada Anak Masa Tumbuh Kembang. *Dentika Dental Journal*. 2008;13(1): 68-73.
- [2] Feroza, N. A., F. Kusuma D. K, dan D. Wibowo. Hubungan Antara Kebiasaan Buruk Bernafas melalui Muut dan Tingkat Keparahan Maloklusi SMPN 4 Banjarbaru dan SMAN 4 Banjarbaru. *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi*. 2017; 2(1): 39-43.
- [3] Hikmah, N. Profil Osteoblas dan Osteoklas Tulang Alveolar pada Model Tikus Diabetes Tahap Awal dengan Aplikasi Gaya Ortodonti yang Berbeda. *El-Hayah*. 2015; 5(2): 97-102.
- [4] Handayani, B., dan L. Mardanus. Pengaruh Ekstrak Propolis dalam Meningkatkan Fibroblas untuk *Remodeling* di Daerah Tarikan pada Pergerakan Gigi Ortodonti. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*. 2016;10(2): 142- 148.
- [5] Wijaya, A., N. Prameswari, dan M. Lisdiana T. Pengaruh Pemberian Gel Teripang Emas terhadap Jumlah Osteoklas di Daerah Tekanan pada *Remodeling* Tulang Pergerakan Gigi Ortodonti *Denta Jurnal*

- Kedokteran Gigi. 2015: 1-6.
- [6] Ariffin, S.H.Z., Z. Yamamoto, I. Z. Z. Abidin, R. M. A. Wahab, dan Z. Z. Ariffin. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. *The Scientific World Journal*. 2011;11: 1788-1803.
- [7] Muntiha, M. *Teknik Pembuatan Histopatologi dari Jaringan Hewan dengan Pewarnaan Hematoksilin dan Eosin (HE)*. Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. 2001.
- [8] Pratiwi, H.C dan A. Manan. Teknik dasar Histologi Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 2015; 7(2): 153-158.
- [9] Suidiana, I. K. *Teknik Praktis untuk Jaringan Sel*. Bali: Cv DharmaSandi. 1993.
- [10] Kini, U dan B. N. Nandesh. *Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism.*, dalam *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*. Verlag Berlin Heidelberg : Springer. 29-57.
- [11] Neve, Anna., Corrado, Addolorata., Cantatore, Francesco Paolo. *Osteoblast Physiology in Normal and Pathological Conditions*. Springer. 2010.
- [12] Santoso, E. *Buku Ajar Etik Penelitian Kesehatan*. Malang: Brawijaya University Press. 2011.
- [13] Sihombing, I., S. Wangko, dan S. J. R. Kalangi. Peran Estrogen pada *Remodeling* Tulang. *Jurnal Biomedik*. 2012; 4(3): S18-28.
- [14] Fracon, R. N., J. M. Teofilo, R. B. Satin, dan T. Lamano. Prostagandins and Bone: Potential Risks and Benefits Related to the Use of Nonsteroidal anti-inflammatory Drugs in Clinical Dentistry. *Journal of Oral Science*. 2008; 50(3): 247-252.
- [15] Bhalajhi, S.I. *The Art and Science 3rd ed*. New Delhi: Arya (MEDI) Publishing House. 2004.: 181-184.
- [16] Krishnan, V dan Z. Davidovitch.. *Biological Mechanisms of Tooth Movement 2nd ed*. Chichester: Wiley Blackwell. 2015: 16-25.
- [17] Caetano-Lopes J, H. Canhao, dan J. E. Fonseca. Osteoblast and Bone Formation. *Orgao Oficial Da Sociedade Portuguesa De Reumatologia- ACTA Reum Port*. 2007; 32(1): 102-110.
- [18] Patil, A. dan V. P. Jayade. Advances In Biology of Orthodontic Tooth Movement - A Review. *J Ind Orthod Soc*. 2006; 39: 155-164.