

RESEARCH ARTICLE

Perbedaan Jumlah Osteosit Antara Daerah Tekanan Dan Tarikan Pada Proses Pergerakan Gigi Akibat Pemberian Terapi Oksigen Hiperbarik

(The Comparison of Osteocyte in the Pressure area and Tension area on Tooth Movement Because of Hyperbaric Oxygen Therapy)

Muhammad Faizal Winaris*, Arya Brahmanta**, Pambudi Raharjo**

* Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya

** Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya

ABSTRACT

Background: Orthodontic tooth movement is a interaction process of resorption and deposition of bone remodeling. Orthodontic tooth movement by mechanical strength causes changes in alveolar bone. Osteocyte is an essential cell to respond bone remodelling. Hyperbaric Oxygen Therapy affects production of osteocyte because it can release Reactive Oxygen Species (ROS) and Nitrid Oxide (NO). **Purpose:** To determine the difference number of osteocyte in pressure and tension area during tooth movement by adjuvant of Hyperbaric Oxygen 2,4 ATA during 7 days starting on day 8 to day 14. **Materials and Methods:** This research used Completery Randomized Control Group Post Test Only Design. 36 cavia cobaya (male) were divided into 3 groups randomly : the negative control groups, positive control group, and treatment group. Preparat staining used Hematoxylin Eosin (HE) and calculated on microscop 1000x with 20 field of view. Data analyses used one way ANOVA and LSD test then compared each area by using paired T test. **Result:** The data showed that the treatment group ($P=10,67$) tension area has the highest number of osteocyte than negative control group ($K-=3,67$), positive control ($K+=7,42$). In the pressure area showed that negative control group ($K-=5,00$) has the highest than positive control group ($K+=3,83$) and treatment ($P=3,25$). **Conclusion:** Therapy HBO 2,4 ATA 7 days starting on day 8 to day 14 is could increase osteocyte in the tissue to stimulate process of bone remodelling.

Keywords: Hyperbaric Oxygen, Tooth movement, Bone remodeling, Osteocyte

Correspondence: Arya Brahmanta, Department of Orthodonty, Faculty of Dentistry, Hang Tuah University, Arif Rahman Hakim 150, Surabaya, Phone 031-5945864, Email: arya.brahmanta@hangtuah.ac.id

ABSTRAK

Latar belakang: Pergerakan gigi ortodonti merupakan kombinasi proses resorpsi dan aposisi sehingga dapat terjadi remodeling tulang. Selama proses pergerakan gigi diberi kekuatan mekanis terjadi perubahan pada tulang alveolar. Osteosit merupakan sel yang penting untuk merespon remodeling tulang. Terapi oksigen hiperbarik dapat mempengaruhi produksi osteosit karena melepas Reactive Oxygen Species (ROS) dan nitrit oxide (NO). **Tujuan:** Mengetahui adanya perbedaan jumlah Osteosit daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi akibat pemberian terapi oksigen hiperbarik selama 7 hari yang dimulai pada hari ke 8 sampai hari ke 14. **Bahan dan metode:** Rancangan penelitian ini menggunakan post test only control group design. 36 marmut jantan dibagi menjadi 3 kelompok secara acak: kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif, dan kelompok perlakuan. Pewarnaan preparat menggunakan hematoxylin eosin (HE) dan dihitung berdasarkan rata-rata lapang pandang mikroskopis 1000x dengan 20 lapang pandang. Data jumlah sel dianalisis dengan one way ANOVA dan LSD kemudian dibandingkan setiap daerah menggunakan uji paired T test. **Hasil:** perlakuan ($P = 10,67$) daerah tarikan memiliki jumlah osteosit terbanyak dibandingkan kelompok kontrol negatif ($K^- = 3,67$), kontrol positif ($K^+ = 7,42$). Pada daerah tekanan didapatkan kelompok negatif ($K^- = 5,00$) terbanyak dibandingkan dengan kontrol positif ($K^+ = 3,83$) dan perlakuan ($P = 3,25$). **Simpulan:** pemberian terapi oksigen hiperbarik 2,4 ATA selama 7 hari pada hari ke 8-14 relatif lebih baik dalam meningkatkan osteosit dalam jaringan sehingga merangsang proses remodeling tulang.

Kata kunci: Oksigen Hiperbarik, Pergerakan gigi ortodonti, remodeling tulang alveolar, Osteosit.

Korespondensi: Arya Brahmanta, Bagian Ortodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Arif Rahman Hakim 150, Surabaya, Telepon 031-5945864, Email: arya.brahmanta@hangtuah.ac.id

PENDAHULUAN

Maloklusi merupakan masalah yang sering dihadapi di kedokteran gigi, yaitu keadaan menyimpang dari oklusi normal, hal ini terjadi karena tidak sesuai antara lengkung gigi dan lengkung rahang. Keadaan ini terjadi pada rahang atas maupun rahang bawah. Gambaran klinisnya berupa berdesakan, protrusi, gigitan silang baik anterior maupun posterior⁸. Perawatan ortodonti adalah salah satu jenis perawatan di bidang kedokteran gigi bertujuan untuk mengoreksi maloklusi, sehingga didapatkan penampilan dentofasial menyenangkan secara estetika yaitu dengan menghilangkan susunan gigi berjejal, mengoreksi penyimpangan rotasional

dan apikal dari gigi-geligi, mengoreksi hubungan antar insisal serta menciptakan hubungan oklusi baik.⁵

Perawatan ortodonti hampir selalu menggunakan tekanan untuk menggerakkan gigi yang akan dibetulkan letaknya. Pergerakan gigi selalu disertai dengan adanya perubahan jaringan sekitar gigi. Jaringan sekitar gigi yang mengalami perubahan akibat pergerakan gigi meliputi jaringan periodontal, tulang alveolaris, sementum dan gingiva²⁰. Perawatan ortodonti tidak lepas dari kekuatan dikenakan pada gigi, maka akan timbul daerah tekanan dan daerah tarikan. Pada daerah tekanan akan mengalami resorpsi sedangkan pada

daerah tarikan akan mengalami aposisi.²

Osteosit berasal dari osteoblas dan terletak di dalam lakuna. Osteosit memiliki tonjolan dari sel-sel yang berdekatan saling berkontak melalui *gap junction* dan molekul-molekul berjalan dari struktur ini dari sel ke sel. Sel-sel ini secara aktif terlibat untuk mempertahankan matriks tulang, dan kematiannya diikuti oleh resorpsi matriks tersebut¹⁴. Osteosit berhubungan satu dengan yang lain lewat perpanjangan sitoplasmik yang berada pada kanalikuli tulang dan diperkirakan bertanggung jawab mendeteksi adanya kekuatan yang mengenai tulang.¹⁸ Osteosit memiliki peranan penting dalam tulang dan metabolisme mineral. Osteosit yang terdapat pada tulang diketahui mengatur homeostasis tulang dengan cara meregulasi osteoblas untuk pembentukan tulang, maupun osteoklas untuk meresorpsi tulang.¹⁷ Proses terbentuknya osteosit, deposit kalsium fosfat ke dalam osteoid, dan sel osteoblas tadi menjadi osteosit. Jadi osteoblas itu yang membentuk tulang dan osteosit adalah sel tulang.²⁰

Selama perawatan ortodonti pada tulang sekitar gigi mengalami remodeling tulang, remodeling tulang merupakan suatu proses yang kompleks yang melibatkan resorpsi tulang yang diikuti dengan pembentukan tulang baru. Remodeling tulang ditujukan untuk pengaturan homeostasis kalsium, memperbaiki jaringan yang rusak akibat pergerakan fisik, kerusakan minor karena faktor stres dan pembentukan kerangka pada masa pertumbuhan.¹⁵ Remodeling tulang memerlukan proses yang lama dan tidak jarang terjadi komplikasi bila tekanan yang diberikan terlampaui kuat

sehingga menyebabkan pembuluh darah tertutup dan apabila suplai nutrisi tidak ada, maka terjadi perubahan ke arah kemunduran jaringan (regresi), sel-sel dan serabut-serabut periodontium akan menghilang dan mengalami degenerasi hialin sehingga resorpsi tidak langsung terjadi.¹⁰

Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) adalah suatu metode pengobatan dengan menghirup oksigen murni (100%) secara terus menerus pada tubuh dengan tekanan lebih besar dari tekanan normal. Pengobatan oksigen hiperbarik ini berpengaruh pada pengiriman oksigen yang mengalami peningkatan dua sampai tiga kali lebih besar dari pada atmosfer normal. Terapi oksigen hiperbarik mulai digunakan di bidang kedokteran sejak 300 tahun yang lalu. Pertama kali digunakan oleh Henshaw tahun 1662, tahun 1775 Prestley menemukan zat oksigen ini pertama kalinya. Kemudian dikembangkan di daratan Eropa, pada tahun 1830, khususnya di Perancis dan sangat populer dengan istilah *compressed air bath* yang digunakan untuk penyakit-penyakit gawat.²⁰ Teori Bien mengatakan bahwa pembuluh darah memberikan gelembung-gelembung oksigen dan nutrisi yang sangat diperlukan untuk aktifitas sel.²

Oksigen didalam kondisi hiperbarik mempunyai efek untuk mengurangi radikal bebas setelah pergerakan gigi (fase hematoma) sehingga kematian jaringan dapat dikurangi, menstimulasi tumbuh kembalinya pembuluh darah yang rusak (neovaskularisasi), meningkatkan aktifitas osteoblas dalam pembentukan tulang (osteogenesis), terjadi vasokonstriksi pembuluh darah (kecil) pada fase

inflamasi disertai tingginya kadar oksigen jaringan, sehingga mencegah terjadinya pembengkakan, dan menyebabkan angiogenesis pada proses remodeling.¹⁰

Berdasarkan studi pustaka dan penelitian terdahulu tentang manfaat terapi oksigen hiperbarik, serta melihat terbatasnya penelitian yang meneliti terapi oksigen hiperbarik sebagai terapi tambahan yang mempercepat pergerakan gigi pada perawatan ortodonti, maka penulis tertarik untuk meneliti dan mengetahui pengaruh terapi oksigen hiperbarik 2,4 ATA, 90 menit sehari (3x30 menit) interval 5 menit bernafas dengan udara biasa, selama 7 hari terhadap jumlah osteosit antara daerah tekanan dan tarikan saat pergerakan gigi ortodonti.

BAHAN DAN METODE

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian *true experimental laboratories* dengan rancangan penelitian *completely randomized control group post test only design*.

Adapun parameter yang dilihat pada penelitian ini adalah perbedaan jumlah osteosit antara daerah tekanan dan tarikan. Sejumlah 36 ekor marmut (*CaviaCobaya*) dibagi menjadi tiga kelompok, dimana kriteria yang dipilih adalah jenis kelamin jantan, usia 3-4 bulan dengan berat badan 400-500 gram.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah chamber jenis animal chamber, kandang anyaman kawat ukuran 60x40x34 cm, kandang plastik ukuran 60 x 40 x 20 cm, spuit 2 cc, *force module separator*, scalpel dan handle steril, gunting bedah, gelasreaksi, timbangan, *rotary microtome*, *caliper/jangka sorong*,

autograph, mikroskop. Selain itu bahan yang digunakan adalah oksigen murni 100% dalam *hyperbaric chamber*, karet separator, obat anastesi Ketamin 10%, betadine solution, kapas, sekam, makanan marmut, dan aquades.

Prosedur penelitian ini dimulai dengan pembagian marmut menjadi 3 kelompok (K- yaitu kelompok kontrol(-), K+ sebagai kelompok kontrol(+) dan P sebagai kelompok perlakuan), dikandangkan tiap 1 kandang berisi 8 ekor marmut (ukuran kandang 60x40x34 cm), diberi sekam dan ditutup dengan anyaman kawat. Marmut diberi makanan yang banyak mengandung serat kasar, umbi-umbian jagung, serta hijau-hijauan yang lain secara *adlibitum*. Kandang ditempatkan pada suhu kamar, tidak langsung terkena sinar matahari, di tempat yang tidak bising, penerangan yang cukup. Diadaptasikan selama 7 hari sebelum diberikan perlakuan.

Kelompok (K+) dan kelompok P dilakukan pemasangan karet separator pada gigi insisif rahang atas. Pada kelompok (K+) selama 14hari. Karet separator dengan kekuatan 0,29gr/cm² digunakan sampai hari ke-2 kemudian hari selanjutnya diganti menggunakan karet separator dengan kekuatan 0,48gr/cm².

Pada kelompok P setelah pemasangan karet separator dengan kekuatan 0,29gr/cm² sampai hari ke-2 kemudian hari selanjutnya diganti menggunakan karet separator dengan kekuatan 0,48gr/cm² selama 14 hari dan dilakukan pemberian oksigen hiperbarik (dalam *animal chamber*) selama 7 hari untuk kelompok P tanpa melepaskan karet separator pada hewan coba.

Setelah kelompok P dimasukkan ke *animal chamber*, kemudian dilakukan peningkatan tekanan dalam *chamber* sampai 2,4 ATA, dan dialirkan oksigen murni (100%) selama 90 menit (3x30 menit), 5 menit bernafas dengan udara biasa (normobarik) setelah itu dihentikan dan diturunkan sampai ke kondisi semula (1 ATA). Marmut tersebut dikeluarkan dari *chamber* dan dibawa ke kandang semula. Perlakuan tersebut dilakukan pada hari ke 8 sampai hari ke 14 untuk kelompok P.

Pada hari ke-14 setelah pemberian oksigen hiperbarik, Kelompok (-) 14 hari, Kelompok (+) 14 hari dan Kelompok P sebelumnya dianestesi sampai ileth dose (*Overdose of Chemical Anesthetics*) lalu didekapitasi untuk diambil maksilanya. Kemudian maksilanya difiksasi dalam larutan buffered formalin dan EDTA. Hewan coba yang telah dilakukan dekapitasi lalu dikuburkan, selanjutnya dilakukan pengambilan maksila *cavia cobaya* beserta giginya. Fiksasi jaringan dengan larutan buffer formalin 10% dan dilakukan dekalsifikasi dilakukan selama 21 hari dengan larutan EDTA 10% (suhu kamar) yang diganti setiap hari hingga jaringan lunak. Selanjutnya dilakukan pengolahan jaringan dan pengecatan dengan *Hematosilin Eosin (HE)* lalu diamati dengan menggunakan mikroskop Olympus P21CX dan difoto dengan menggunakan kamera Panasonic GMCD3 dan, dihitung jumlah sel osteoklas yang terlihat pada mikroskop dengan pembesaran 1000x. Satu preparat dihitung sebanyak 20x lapangan pandang.

Data yang diperoleh dilakukan analisis untuk memperoleh gambaran distribusi dan peringkasan data guna

memperjelas hasil. Kemudian dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji statistik parametrik *One-way ANOVA*, kemudian dilanjutkan menggunakan *LSD* dan analisis statistik *Paired T test*. Kemudian hasil perhitungan dibandingkan (membandingkan jumlah sel osteosit pada 2 daerah yaitu antara daerah tekanan dan tarikan).

HASIL

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran distribusi dan peringkasan data guna memperjelas penyajian hasil, kemudian dilakukan uji hipotesis menggunakan statistik analitik dengan taraf kemaknaan 95% ($p=0,05$) dan diolah dengan program SPSS Versi 22.

Tabel 1. Rata-rata dan simpangan baku osteosit daerah tekanan dan daerah tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*)

Kelompok	Tekanan		Tarikan	
	Rerata	Standart Deviasi	Rerata	Standart Deviasi
K-	5,00	±1,651	3,67	±1,231
K+	3,83	±1,467	7,42	±1,564
P	3,25	±1,055	10,67	±2,387

Sebelum dilakukan uji hipotesis antara kelompok negatif, kontrol positif dan kelompok perlakuan, terlebih dahulu masing-masing kelompok diuji normalitasnya dengan menggunakan uji statistik *Shapiro-Wilk* (karena sampel yang digunakan ≤ 50) dan didapatkan hasil uji *Shapiro-Wilk* memiliki nilai signifikan $p > 0,05$ sehingga dapat dikatakan bahwa perbedaan jumlah sel osteosit yang diberi dan tidak diberi terapi oksigen

hiperbarik selama 7 hari antara daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*) terdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil uji normalitas jumlah sel osteosit antara daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*).

Kelompok		Shapiro-Wilk	
K-	Statistic	Tekanan ,973	Tarikan ,931
	df	12	12
	Sig.	,936	,386
K+	Statistic	,907	,884
	df	12	12
	Sig.	,197	,100
P	Statistic	,872	,959
	df	12	12
	Sig.	,069	,774

Data kemudian di uji homogenitasnya menggunakan uji *Levene's Test*.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas jumlah sel osteosit antara daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*)

Levene's Test		
Statistic	Tekanan ,663	Tarikan 2,059
df 1	2	2
df 2	33	33
Sig	,144	,522

Didapatkan nilai signifikansi daerah Tekanan 0.144 dan daerah Tarikan 0.522 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil penelitian homogen.

Data penelitian yang terdistribusi normal dan variansnya homogen kemudian dianalisis dengan menggunakan uji parametrik yaitu *one way ANOVA* untuk mengetahui adanya perbedaan jumlah osteosit yang diberi terapi oksigen hiperbarik dan tidak diberi hiperbarik selama 7 hari antara daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*)

Tabel 4. Hasil uji *one way ANOVA* jumlah osteosit daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*)

Sumber Keragaman	Sig.	
	Tekanan	Tarikan
Antar Perlakuan	0,000*	0,000*
Dalam Perlakuan		
Total		

Pada tabel diatas diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara kelompok negatif dan kelompok positif dengan masing-masing kelompok perlakuan yang memiliki perlakuan yang berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut maka dilanjutkan dengan uji *LSD* untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan, apabila nilai signifikan hasil uji *LSD* lebih kecil dari tingkat kesalahan penelitian sebesar 0,05 (5%), sebaliknya bila nilai signifikan uji *LSD* lebih besar dari 0,05 (5%) maka antar dua perlakuan tersebut tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 5. LSD (Daerah Tekanan)

Rerata Kelompok	K- (5,00)	K+ (3,83)	P (3,25)
K- (5,00)		0,051	0,005*
K+ (3,83)			0,319
P (3,25)			

Tabel 6. LSD (Daerah Tarikan)

Rerata Kelompok	K- (3,670)	K+ (7,420)	P (10,67)
K- (3,670)		0,000*	0,000*
K+ (7,420)			0,000*
P (10,67)			

Keterangan: *ada perbedaan bermakna

Dari hasil uji LSD diatas didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah K(-) dengan Perlakuan $p=0,005$ ($p<0,05$) jumlah osteosit tekanan K(-) lebih banyak dari pada Perlakuan, sedangkan K(-) dengan K(+) tidak signifikan $p=0,051$ ($p>0,05$), K(+) dengan Perlakuan tidak signifikan $p=0,319$ ($p>0,05$).osteosit tarikan pada K(-) dengan K(+) $p=0,000$ ($p<0,05$) jumlah osteosit tarikan K(+) lebih banyak dari pada K(-), K(-) dengan Perlakuan $p=0,000$ ($p<0,05$) jumlah osteosit tarikan Perlakuan lebih banyak dari pada K(-) lebih dan K(+) dengan Perlakuan $p=0,000$ ($p<0,05$) jumlah osteosit tarikan Perlakuan lebih banyak dari pada K(+).

Kemudian dilanjutkan dengan analisis uji *Paired T Test* yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang berpasangan (berhubungan) antara (K- Tekanan dengan K- Tarikan), (K+ Tekanan dengan K+ Tarikan), (P Tekanan dengan P Tarikan).

Tabel 7. Hasil *Paired T Test* osteosit daerah tekanan dan tarikan pada proses pergerakan gigi marmut jantan (*cavia cobaya*)

Kelompok	Tekanan >> Tarikan
Kontrol (-)	0,035*
Kontrol (+)	0,000*
Perlakuan	0,000*

Keterangan : *ada perbedaan bermakna

Dari hasil uji *Paired T Test* semua kelompok diperoleh nilai signifikan sebesar K(-) $p=0,035$ ($p>0,05$) daerah tekanan lebih banyak dari pada daerah tarikan , K(+) $p=0,000$ ($p<0,05$) daerah tarikan lebih banyak dari pada tekanan, dan perlakuan $p=0,000$ ($p<0,05$) daerah tarikan lebih banyak dari pada tekanan. Sehingga dapat dikatakan bahwa ada perbedaan bermakna antara tarikan dan tekanan semua kelompok.

PEMBAHASAN

Osteosit memiliki peranan penting dalam tulang dan metabolisme mineral. Osteosit yang terdapat pada tulang diketahui mengatur homeostasis tulang dengan cara meregulasi osteoblas untuk pembentukan tulang, maupun osteoklas untuk meresorpsi tulang¹⁷. Pada penelitian menunjukan jumlah rerata osteosit kelompok perlakuan (P= 10,67) daerah tarikan memiliki jumlah osteosit terbanyak dibandingkan kelompok kontrol negatif (K- = 3,67), kontrol positif (K+ = 7,42). Pada daerah tekanan didapatkan kelompok negatif (K- = 5,00) terbanyak dibandingkan dengan kontrol positif (K+ = 3,83) dan perlakuan (P = 3,25). Pada daerah tarikan Osteosit juga memproduksi antagonis RANKL, yaitu OPG, yang meningkat saat terjadi gaya tekanan mekanis⁷. Osteoprotegrin (OPG)

merupakan pecahan dari TNF *receptor-like molecule* dengan bertindak sebagai perangkap dan memblokir ikatan RANKL dan RANK mencegah osteoklastogenesis.⁴

Pada sisi tekanan terjadi penyempitan pembuluh darah sehingga terjadi, iskemia dan hipoksia sebagai hasil dari penurunan suplai darah. *Remodelling* matriks ekstraseluler yang terjadi akibat iskemia dan hipoksia menginduksi osteosit untuk memproduksi HIF-1¹⁶. HIF-1 menghalangi sinyaling Wnt pada osteoblas. Hal ini selain dapat mengganggu penyembuhan luka apabila berlebih, juga dapat menyebabkan penurunan formasi tulang.^{25,17}

Terapi HBO dapat melepas oksigen konsentrasi tinggi pada area *injury*, dan meningkatkan tekanan parsial oksigen kemudian larut dalam darah, sehingga memengaruhi proses *remodelling* tulang, angiogenesis, dan suplai darah.⁹ Pada terapi HBO oksigen dalam darah diangkut dalam bentuk cairan plasma dan bentuk ikatan dengan hemoglobin, ikatan oksigen dalam bentuk cairan plasma amat penting dalam terapi HBO ini, agar oksigen lebih mudah diterima jaringan.¹³

Tabel LSD 5 menunjukan perbedaan jumlah osteosit pada daerah tarikan masing-masing kelompok. (K-) dengan K(+) $p=0,000$ ($p<0,05$) dengan rerata (K-) 3,67 dan (K+) 7,42. Hal ini dikarenakan pembentukan tulang pada sisi apopsisi atau tarikan merupakan kombinasi sintesis matriks ekstraseluler dan mineralisasi. Pada tarikan juga meningkatkan produksi alkaline phosphatase, osteocalcin dan matrix protein lainnya yang menyebabkan aktifitas osteoblas sehingga menyebabkan terbentuknya

osteosit.¹⁵ Selanjutnya Antara (K-) dengan Perlakuan $p= 0,000$ ($p<0,05$) dengan rerata (K-) 3,67 dan perlakuan 10,67. Penelitian Alghamdi (2011) ditemukan dominasi osteosit pada tulang yang diberi terapi hiperbarik oksigen.¹ Hal ini menunjukkan bahwa pemberian oksigen hiperbarik merangsang terbentuknya pembuluh darah baru sehingga merangsang proses remodeling yang dapat meningkatkan osteogenesis dan terbentuknya osteosit. Antara (K+) dengan perlakuan $p= 0,000$ ($p<0,05$) dengan rerata (K+) 7,42. Karena pemberian HBOT lebih banyak memproduksi *Nitric oxide* (NO) merupakan regulator penting dari respon tulang terhadap stres mekanik berperan dalam pembentukan tulang adaptif, melindungi osteosit dari apoptosis.³

Tabel LSD 6 menunjukan perbedaan jumlah osteosit pada daerah tekanan masing-masing kelompok. (K-) dengan K(+) $p=0,051$ ($p>0,05$) tidak signifikan karena, dengan rerata (K-) 5,00 dan (K+) 3,83. Studi terkini menyatakan pentingnya osteosit dalam osteoklastogenesis. Nakashima (2011) menyatakan bahwa osteosit adalah sumber besar RANKL pada *remodelling* tulang¹⁷. RANKL yang disintesis oleh osteosit memainkan peran penting pada proses osteoklastogenesis dengan berikatan dengan RANK pada osteoklas²². Antara (K-) dengan perlakuan $p=0,005$ ($p<0,05$) hasilnya signifikan dengan rerata (K-) 5,00 dan perlakuan 3,25. Tekanan mekanis dari separator yang menyebabkan terjadinya resorpsi tulang di daerah tekanan, sehingga menunjukkan dengan adanya pemberian separator atau gaya ortodonti akan mengakibatkan kerusakan tulang alveolar

selosteositnya juga mengalami kematian¹¹. Antara (K+) dengan perlakuan $p=0,319$ ($p>0,05$) hasilnya tidak signifikan dengan rerata (K+) 3,83 dan perlakuan 3,25. Hal ini disebabkan karena Terapi hiperbarik juga dapat meningkatkan regulasi *Osteopontin* (OPN)²⁴. Dengan meningkatnya OPN pada osteosit, terjadi peningkatan jumlah osteoklas pada daerah tekanan pada tulang alveolar selama pergerakan gigi²³. Menurut penelitian Huang (2004) OPN member efek penghambat proses osteogenesis dengan menghambat proliferasi dan diferensiasi *pre-osteoblastic cells*. Sehingga selosteosit tidak terbentuk oleh sel osteoblas¹².

Tabel 7 menunjukan bahwa control negatif (K-) daerah tekanan dan tarikan, kontrol positif (K+) daerah tekanan dan tarikan, serta kelompok perlakuan (P) daerah tekanan dan tarikan, ada perbedaan yang bermakna jumlah osteosit. Kontrol negatif (K- = 5,00) daerah tekanan > Kontrol negatif (K- = 3,67) daerah tarikan, Kontrol positif (K+ = 3,83) daerah tekanan < kontrol positif (K+ = 7,42) daerah tarikan, sedangkan kelompok perlakuan (P=3,25) daerah tekanan < kelompok perlakuan (P=10,67) daerah tarikan. Menurut penelitian Bakker *et al* (2004) tekanan mekanis mengakibatkan pergerakan cairan kanalikuli yang meneruskan sinyal kematian sel osteosit dan memicu aktifitas osteoklas⁶. Di daerah tekanan juga muncul sitokin pro-inflamasi seperti IL-1, IL-6, IL-11, IL-7, TNF- α , LIF, prostaglandin yang menghambat kerja osteoblast dan menurunkan jumlah osteosit yang dibentuk oleh sel osteoblas tersebut⁴. Kerusakan matrix tulang yang disebabkan oleh daerah tekanan juga penyebab apoptosis osteosit, setelah

apoptosis osteosit menyebabkan aktivasi osteoklas untuk meresopsi daerah tersebut^{19,21}.

Pada daerah tarikan jumlah osteosit meningkat karena sel-sel osteoprogenin mengadakan diferensiasi menjadi osteoblas membentuk jaringan osteoid. Setelah itu osteoid menjadi jaringan keras tulang atau bertrabekula²⁰. Terbentuknya trabekula ini juga menandai bertambahnya sel osteosit yang terbentuk dari osteoblas. Penggunaan terapi oksigen hiperbarik dapat memengaruhi perbedaan jumlah osteosit dibandingkan dengan yang tidak diberi terapi oksigen hiperbarik. Pemberian terapi oksigen hiperbarik menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah osteosit pada daerah tarikan dan penurunan jumlah osteosit daerah tekanan, sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesa pada penelitian ini terjawab. Ada perbedaan jumlah osteosit antara daerah tekanan dan daerah tarikan pada proses pergerakan gigi antara yang tidak diberi dan diberi terapi oksigen hiperbarik selama 7 hari dimulai pada hari ke 8 sampai hari ke 14.

SIMPULAN

Pada penelitian ini secara umum dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh terapi oksigen hiperbarik terhadap peningkatan jumlah osteosit pada daerah tarikan dan penurunan jumlah osteosit pada daerah tekanan selama pergerakan gigi pada marmut jantan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alghamdi MYM. The Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy on Bone Distant From Sites of Surgery [Thesis]. Canada: University of Toronto; 2011. h.3.

2. Ardhana Wayan. Materi kuliah Ortodonsia I Prosedur Pemeriksaan Ortodonti. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2009. h.3.
3. Ariffin SH, Yamamoto Z, Abidin IZZ, Wahab RMA, Ariffin ZZ. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. *The Scientific World Journal*. 2011;11.1803-1788.
4. Ayu Virtika Ketut. Pemberian minyak biji rami (linum usitatissimum) peroral meningkatkan jumlah osteoblas dan kepadatan tulang pada tikus putih jantan (rattus norvegicus) galur spraguedawley dengan periodontitis. Bali: Udayana; 2014. h.41.
5. Bahirrah S. Pergerakan Gigi Dalam Bidang Ortodonsia Dengan Alat Cekat. E-jurnal. Sumatra: Universitas Sumatra Utara; 2014. h.1.
6. Bakker A, Jenneke Klein-Nulend, dan Elisabeth Burger. Shear Stress Inhibits While Disuse Promotes Osteocyte Apoptosis. Amsterdam : Academic Centre for Dentistry Amsterdam-Vrije Universiteit; 2004. p.1165.
7. Bonewald F Lynda. The Amazing Osteocyte. *Journal of bone and Mineral Research*. 2011; 26: 9.
8. Deddy DD, Thalca Hamid and Mieke Sylvia. The use of Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) as an evaluation of treatment with removable appliances. *Orthodontic Dental Journal*. 2011;2: 45.
9. Gill AL dan Bell CN. Hyperbaric oxygen: its uses, mechanisms of action and outcomes. *Q J Med*. 2004;97:395-385.
10. Gocke S, A. Osman Bengib, Erol Akinc, Seniz Karacayd, Deniz Sagdicc, Mehmet Kurkcue, et al. Effects of Hyperbaric Oxygen during Experimental Tooth Movement. *The Angle Orthodontist*. 2008; 78(2):304-5.
11. Graber TM. *Orthodontics Current Principal and Techniques*. 2nd ed. The CV Mosby Company; 2000. p.96-234.
12. Huang W. et al. Osteopontin is a negative regulator of proliferation and differentiation in MCT3T3-E1 pre-osteoblastic cells. Elsevier. 2004;34(5):808-799.
13. HudaN. Pengaruh Hiperbarik Oksigen Terhadap Perfusi Perifer Luka Gangren Pada Penderita DM di RSAL Dr. Ramelan Surabaya [Tesis]. Jakarta: Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia; 2010. h. 23.
14. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. *Histologi Dasar*, 10th ed. Jakarta: EGC; 2007. p.121.
15. Kusumadewy W. 2012. Perbandingan Kadar Interleukin 1-0 Dalam Cairan Krevikular Gingiva Anterior Mandibula Pasien pada Tahap Awal Perawatan Ortodonti Menggunakan Braket Self-Ligating Pasif dengan Braket Konvensional Pre-Adjust MBT. Thesis. Universitas Indonesia. p.1.
16. Lekic PC. Effect of Surface Conditioning and Resin Cements on the Adhesion of Fiber Posts. *J Dent Oral Health*. 2013; 1:6-1.
17. Nakashima T. Evidence for Osteocyte Regulation of Bone Homeostasis through RANKL Expression. *Nature Medicine*. 2011;17(10):1231-34.
18. Rahardjo P. *Ortodonti Dasar*. Airlangga University Press. Surabaya; 2009. h. 82-83, 144-153.
19. Raggatt Liza J dan Nicola C. partridge. Cellularand Molecular Mechanisms Of Bone Remodeling. The University of Queensland Centre for Clinical Research. Australia. 2011. p. 25103.
20. Sutomo S, Pambudi Rahardjodan Achmad Sjafei. The effect of Hyperbaric Oxygen in increasing the amount of Osteoblast cells on Remodeling process during tooth movement on male adult Cavia Cobaya. *Orthodontic Dental Journal*. 2012; 3(1): p. 32-22.
21. Verborgt Olivier, Grary J Gibson dan Mitchell B. Loss of Osteocyte Integrity in Association with Microdamage and Bone Remodeling After Fatigue In Vivo. America: American Society for Bone and Mineral Research; 2000.p.65.
22. Yamaghuci M. RANK/RANKL/OPG during orthodontic tooth movement. Japan: Nihon university; 2009. p. 114.
23. Yamamoto Teruko Takano. Osteocyte function under compressive mechanical force. Division of Orthodontics and

- Dentofacial Orthopedics; 2013. p. 32. [cited 2 Januari 2016]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1882761613000641>
24. Yuxing H.. Effect of hyperbaric oxygen preconditioning on osteopontin expression in MCAO rats. Journal of Third Military Medical University; 2013. p.1. [cited 3 Januari 2016] Available from http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-DSDX201301008.htm.
 25. Zhang Q, Chang Q, Cox RA, Gong X, Gould LJ. Hyperbaric Oxygen Attenuates Apoptosis and Decreases Inflammation in an Ischemic Wound Model. Journal of Investigative Dermatology. 2008;128: 2112–2102.