

OLAHRAGA SEBAGAI UPAYA PREVENTIF OSTEOPOROSIS DINI

Heru Syarli Lesmana¹, Endang Pati Broto²

Abstrak: Osteoporosis adalah salah satu bentuk kelainan pada tulang yang ditandai dengan menurunnya massa dan kepadatan tulang secara keseluruhan disertai dengan rusaknya arsitektur tulang yang berakibat menurunnya kekuatan tulang. Tulang merupakan jaringan kompleks yang terdiri atas sel dan matriks. Tulang mengalami dinamika penambahan dan pengurangan melalui proses remodeling (matrik tulang diserap dan dibentuk lagi). Sel yang berperan membentuk tulang adalah osteoblas dan sel yang berperan menyerap tulang adalah osteoklas. Olahraga merupakan salah satu *stressor* fisik yang dapat mempengaruhi komposisi tulang. Olahraga mendorong perubahan remodeling dengan meningkatkan pembentukan tulang oleh osteoblas tulang melalui efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung melalui kekuatan mekanik (*mechanic force*) sedangkan efek tidak langsung melalui faktor hormonal. Meningkatnya pembentukan tulang oleh osteoblast akan meningkatkan kepadatan tulang sehingga menghindari resiko osteoporosis dini

Kata Kunci: Osteoporosis dini, tulang, olahraga.

PENDAHULUAN

Tulang merupakan jaringan kompleks yang terdiri atas sel dan matriks. Matriks tulang dibentuk oleh serat-serat dan substansi dasar yang mengandung garam-garam mineral. Masa dan tebal tulang setiap saat selalu mengalami dinamika penambahan dan pengurangan melalui proses remodeling (matriks tulang diserap dan dibentuk lagi). Adanya proses pembentukan dan penyerapan tulang tersebut maka perlu upaya untuk menjaga kepadatan tulang sejak usia dini. Kepadatan tulang juga akan mempengaruhi kekuatan tulang (Junqueira, 2007; Ganong, 2008). Salah satu bentuk kelainan pada remodeling tulang adalah osteoporosis.

Osteoporosis adalah salah satu bentuk kelainan pada tulang yang ditandai dengan menurunnya massa tulang secara keseluruhan disertai dengan rusaknya arsitektur tulang yang berakibat menurunnya kekuatan tulang. Penderita osteoporosis terus meningkat di Indonesia. Hal

¹ Heru Syarli Lesmana adalah Dosen Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang (FIK – UNP)

² Endang Pati Broto adalah Dokter Umum RSUD Lubuk Basung Kabupaten Agam

tersebut dapat dilihat dengan semakin tingginya kenaikan insiden patah tulang paha atas akibat osteoporosis pada 2007-2010, dari sekitar 20 ribu kasus pada 2007 meningkat menjadi sekitar 43 ribu kasus pada 2010 (Depkes, 2010). WHO mendata sekitar 200 juta orang menderita patah tulang pinggul akibat osteoporosis di seluruh dunia (Kompas,2016).

Osteoporosis merupakan kondisi dimana kepadatan massa tulang atau kalsium dalam tulang mempunyai t-score (standar nilai pengukuran densitas tulang) dibawah -2,5. Puncak masa tulang tercapai ketika seseorang berusia sekitar 30 tahun dan setelah itu massa tulang akan berkurang hingga terjadinya osteoporosis dikarenakan mulai terjadinya ketidakseimbangan proses remodeling tulang. Sudah terlambat jika ingin mencegah osteoporosis pada usia tua, hal ini dikarenakan puncak massa tulang telah tercapai ketika seseorang berusia sekitar 30 tahun. Masa tulang akan berkurang secara bertahap setelah berumur 30 tahun. Lansia dapat terhindar dari osteoporosis dini jika bisa menjaga tulang-tulangnya tetap kuat selagi muda. Masa tulang yang tinggi berarti tulang kuat dan sehat sehingga tidak mudah kropos dan rapuh. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk menjaga kepadatan tulang adalah dengan olahraga. Penelitian-penelitian sebelumnya membuktikan latihan fisik yang dilakukan secara teratur dan dengan dosis tertentu menyebabkan peningkatan pada kepadatan tulang, ukuran tulang dan bentuk tulang (Ide, 2012).

Olahraga merupakan salah satu *stressor* fisik yang dapat mempengaruhi komposisi tulang. Olahraga merupakan aktivitas fisik yang berulang dan bertujuan untuk memelihara, meningkatkan dan mengekspresikan kebugaran. (Bompa, 1994). Beberapa penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh latihan fisik terhadap tulang. Penelitian dengan latihan fisik renang dan lari di *treadmill* miring dengan kecepatan 0,33 m/detik selama 6 minggu dengan frekuensi latihan 5 kali per minggu dan satu kali latihan dilakukan selama 30 menit pada tikus betina masa pertumbuhan didapatkan peningkatan substansi mineral, kepadatan dan diameter tulang yang lebih signifikan pada tikus kelompok renang dibanding dengan tikus kelompok lari (McVeigh *et al.*, 2010).

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan olahraga dapat berperan dalam proses meningkatkan kepadatan tulang. Kepadatan dan massa tulang yang tinggi diharapkan dapat tercapai saat puncak massa tulang sehingga ketika terjadi proses penurunan remodeling tulang akan membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai titik rendahnya kepadatan tulang yang

beresiko terjadinya osteoporosis. Oleh sebab itu olahraga yang teratur dan terprogram dengan baik di usia sebelum 30 tahun sangat dianjurkan dalam upaya mencegah osteoporosis ini.

PEMBAHASAN

Osteoporosis

Osteoporosis adalah penyakit tulang sistemik yang ditandai oleh penurunan densitas massa tulang dan perburukan mikroarsitektur tulang, sehingga tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Osteoporosis terjadi ketika proses pengikisan tulang dan pembentukan tulang menjadi tidak seimbang. Sel-sel yang menyebabkan pengikisan tulang (osteoklas) mulai membuat kanal dan lubang dalam tulang lebih cepat daripada kerja sel-sel pemicu pembentukan tulang (osteoblast) yang membuat baru untuk mengisi lubang tersebut sehingga tulang menjadi rapuh (Alexander *et al*, 2010).

Penyebab atau etiologi bersumber dari faktor-faktor resiko yang dapat dikendalikan dan tidak dapat dikendalikan yang dimiliki oleh seorang individu. Faktor resiko yang tidak dapat dikendalikan diantaranya: jenis kelamin, usia, ras, riwayat keluarga, tipe tubuh, menopause. Faktor resiko yang dapat dikendalikan: kurang aktivitas atau olahraga, pola makan kurang baik, merokok, minum alkohol, konsumsi kafein, penggunaan obat-obatan.

Sel Tulang dan Remodeling Tulang

Secara mikroskopik tulang terdiri dari bahan organik 30% dan mineral 70%. Bahan organik mempunyai komposisi yang terdiri atas matrik (98%) dan sel tulang (2%). Matriks terdiri atas kolagen (95%) dan protein non kolagen (5%). Protein non kolagen antara lain osteokalsin, osteonektin, proteoglikan, sikloprotein, protein morfogenik, proteolipid, dan fosfoprotein. Sel tulang yang menyusun bahan organik tulang sebesar 2% dan terdiri atas osteoblas, osteosit dan osteoklas (Tjokropawiro, 2000).

Sel-sel Tulang

Tulang dapat dibedakan atas lima jenis yaitu sel osteoprogenitor, osteoblas, osteosit, osteoklas dan *lining* sel. Sel ini biasa ditemukan pada permukaan tulang periosteum, endosteum

dan dalam saluran vaskuler tulang kompakta. Sel ini merespon trauma seperti patah tulang dengan meningkatkan pembentukan tulang. Ada dua jenis osteoprogenitor yaitu preosteoblas dan preosteoklas. Preosteoblas memiliki sedikit retikulum endoplasma dan akan menghasilkan osteoblas sedangkan preosteoklas mengandung lebih banyak mitokondria dan ribosom bebas dan menghasilkan osteoklas (Graaff, 1998; Leeson, 1996).

Osteoblas bertanggung jawab untuk sintesa komponen matrik tulang (kolagen tipe I, proteoglikan, dan glikoprotein). Osteoblas hanya terdapat pada permukaan tulang dan biasanya ditemukan dalam kelompok-kelompok. Selama sintesis, osteoblas mempunyai ultra struktur sel yang sedang mensintesis protein untuk diekspor dengan retikulum endoplasmatik granular dan apparatus golgi yang berkembang dengan baik (Leeson, 1996; Pritchard, 2001). Osteosit adalah sel osteoblas yang tertanam dalam matrik yang termineralisasi. Mempunyai sejumlah endoplasmik retikulum kasar, golgi apparatus, mitokondria, mikrotubulus, mikrofilamen. Osteosit mampu mensintesis matrik tulang walaupun kemampuannya tidak sebaik osteoblas. (Pritchard, 1996; Vigorita, 1999).

Permukaan tulang disekitar sel osteoklas sering mengalami pengurangan mineral, hal ini mungkin mengindikasikan sel-sel ini terlibat dalam resorpsi tulang. Osteoklas mengeluarkan kolagenase dan enzim proteolitik lain yang menyebabkan matrik tulang melepaskan bagian substansi dasar yang mengapur. Sel-sel tersebut aktif terlibat dalam pembersihan debris yang terbentuk selama resorpsi tulang. Setelah proses resorpsi tulang, osteoklas menghilang mungkin berdegenerasi atau berubah lagi menjadi sel asalnya (Leeson, 1996).

Sel *lining* banyak ditemukan pada permukaan tulang yang sudah dewasa. Sel ini dipercaya berasal dari osteoblas yang berhenti melakukan aktivitas fisiologis dan berbentuk pipih atau gepeng pada permukaan tulang. Sel ini memiliki beberapa fungsi, dapat berfungsi sebagai sel osteogenik yang dapat berkembang dan berdiferensiasi menjadi osteoblas. Sel *lining* juga berperan sebagai ion pembatas pada jaringan tulang. Ion pembatas ini membantu mengatur pergerakan kalsium dan fosfat keluar dan masuk kedalam matrik tulang, dan membantu mengontrol endapan hidroksiapatit pada jaringan tulang (Carola *et al.*, 1992).

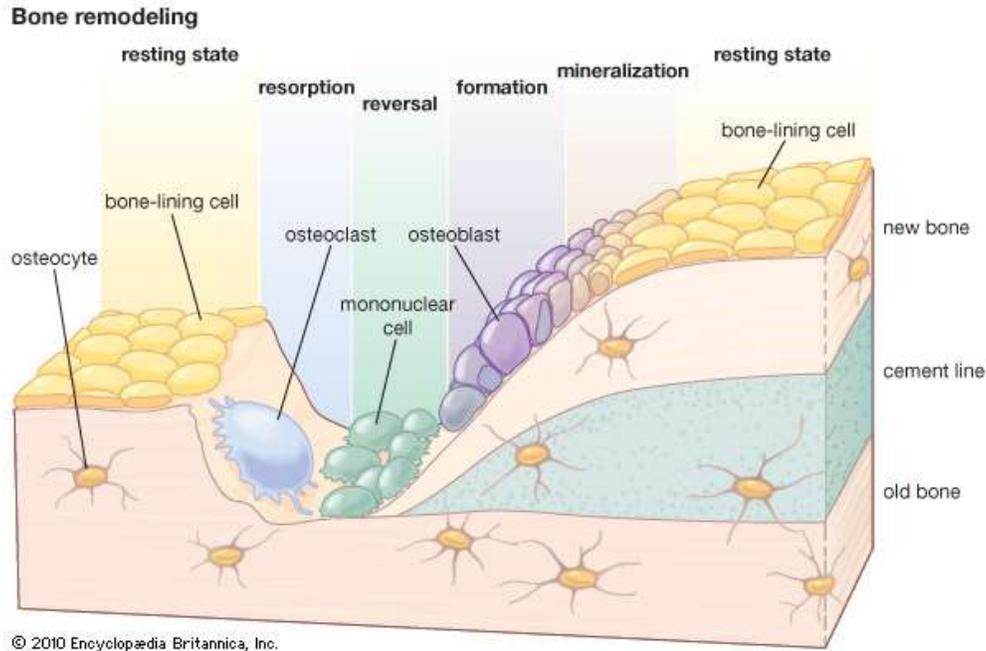
Remodeling Tulang

Tulang secara terus menerus mengalami proses remodeling yaitu matrik diserap dan dibentuk lagi yang memungkinkan tulang berespons terhadap stres dan tekanan yang

mengenaiknya. Sel yang berperan membentuk tulang adalah osteoblas dan sel yang berperan menyerap tulang adalah osteoklas. Osteoblas normal mampu meletakkan kolagen tipe I dan membentuk tulang baru, sedangkan osteoklas mengikis dan menyerap tulang yang sudah terbentuk (Ganong, 2008).

Pada awalnya osteoklas menyerap tulang, lalu osteoblas meletakkan tulang baru di daerah yang sama. Pada kerangka manusia setiap saat sekitar 5% massa tulang mengalami remodelisasi oleh sekitar 2 juta unit remodeling tulang. Kecepatan pembaruan untuk tulang adalah sekitar 4% pertahun untuk tulang kompak dan 20% untuk tulang trabekula. Remodeling sebagian berkaitan dengan stress dan regangan yang menimpa tulang oleh gaya tarik bumi dan faktor lain serta diatur oleh hormon-hormon dalam sirkulasi sistemik dan oleh faktor pertumbuhan (Ganong, 2008).

Remodeling meliputi proses siklus penyerapan mineral dari osteon atau permukaan tulang trabekula dan proses pembentukan tulang baru pada tulang yang mengalami penyerapan tersebut. Resorpsi dan pembentukan hasil dari interaksi tulang osteoklas dan osteoblas dalam segmen anatomi tulang disebut unit multiseluler dasar. Remodeling tulang dimulai dengan aktivitas lining sel dan pengangkatan mineral tulang oleh enzim protein (proteolitik) yang melapisi permukaan tulang. Resorpsi tulang ini kemudian dimulai dengan osteoklas berinti banyak akan menempel pada permukaan tulang trabekular atau ke interior unit Haversian. Membran osteoklas dilengkapi dengan pompa proton yang menghasilkan asam yang melarutkan mineral tulang. Selanjutnya osteoklas meresorpsi mineral tulang dan matrik melalui pelepasan asam dan enzim proteolitik. Setelah terjadi resorpsi, rongga yang teresorpsi akan dihuni oleh lining sel dan osteoblas yang membentuk tulang baru melalui pengendapan hidroksiapatit (Borer, 2005).



Gambar 1. Proses remodeling tulang (britania.com)

Olahraga

Aktivitas olahraga yang dilakukan oleh seseorang dapat menyebabkan perubahan anatomi, fisiologis, biokimia dan psikologis. Efisiensi dari aktivitas fisik tersebut merupakan kombinasi volume (durasi, jarak, dan jumlah repetisi), intensitas (beban dan kecepatan) dan frekuensi dari latihan (Bompa, 1994). Olahraga merupakan aktifitas fisik yang berulang dan bertujuan untuk memelihara, meningkatkan dan mengekspresikan kebugaran. Ketika seorang pelatih ingin membuat program latihan maka perlu diperhatikan aspek-aspek tersebut.

Volume latihan tidak hanya berkaitan dengan durasi latihan tetapi juga meliputi aspek jarak tempuh atau beban per unit waktu dan aspek jumlah repetisi dari latihan. Sehingga volume adalah implikasi dari kuantitas total performa aktivitas latihan atau fase latihan. Ketika merujuk pada volume latihan maka jumlah waktu, jumlah hari latihan, dan jumlah latihan harus dispesifikasi. Volume latihan dapat juga diartikan sebagai gabungan dari jumlah set, pengulangan, dan intensitas (Bompa, 1994).

Frekuensi latihan merupakan jumlah latihan dalam satu minggu. Frekuensi latihan dapat dilakukan 1 sampai 5 kali perminggu tergantung tujuan yang ingin dicapai (Fox, 1993). Intensitas latihan menunjukkan komponen kualitatif performa kerja yang dilakukan selama latihan waktu tertentu. Semakin banyak kerja yang dilakukan pada unit waktu tertentu, maka intensitas

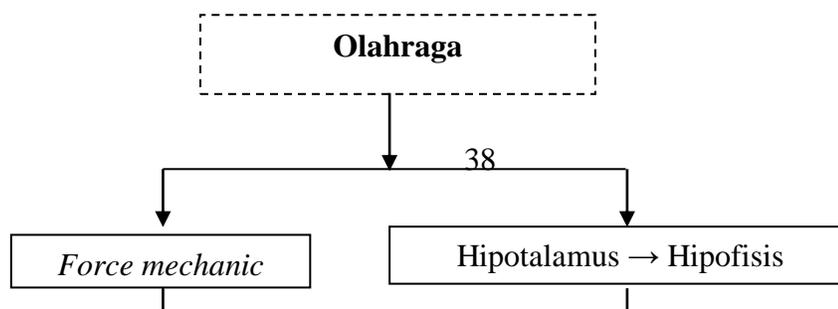
akan semakin tinggi. Derajat intensitas dapat diukur berdasarkan tipe olahraga. Olahraga dengan ukuran performa kecepatan intensitas dinyatakan dalam *meter/second* (m/s) atau kecepatan permenit. Intensitas dari olahraga angkat beban diukur dengan satuan kilogram (kg) atau kilogram meter (kgm), sedangkan untuk olahraga beregu (tim) intensitas ditentukan oleh ritme permainan (Bompa, 1994). Menentukan intensitas latihan dapat juga dilakukan berdasarkan VO_2 mak (ambilan oksigen maksimal). Metode yang paling mudah untuk menentukan intensitas adalah dengan mengukur denyut jantung, yang merupakan metode tidak langsung dalam menentukan penggunaan oksigen.

Hubungan Olahraga dan Kepadatan Tulang

Tulang mengalami dinamika penambahan dan pengurangan melalui proses remodeling (matrik tulang diserap dan dibentuk lagi). Sel yang berperan membentuk tulang adalah osteoblas dan sel yang berperan menyerap tulang adalah osteoklas (Ganong, 2008). Olahraga mendorong perubahan dalam metabolisme tulang melalui efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung melalui kekuatan mekanik (*mechanic force*) sedangkan efek tidak langsung melalui faktor hormonal.

Kekuatan mekanik bila diterapkan dalam jaringan tulang membentuk sinyal endogen. Sinyal tersebut ditangkap oleh sistem *mechanosensoric* yang akan ditangkap oleh osteosit dan kemudian mengubahnya menjadi sinyal biokimia yang mengatur pergantian tulang. Kekuatan mekanik merangsang pelepasan *prostaglandin E2* (PGE2) dari *gap junction*. PGE2 akan berikatan dengan reseptor pada osteosit dan merangsang pembentukan protein yang menjadi matriks tulang (Ocarino, 2006).

Olahraga merangsang sekresi dari hormon pertumbuhan (*growth hormone*), salah satu hormon yang berperan dalam masa pertumbuhan tulang. Olahraga akan menyebabkan *stressor* yang akan merangsang hipotalamus-hipofisis anterior mensekresi *growth hormon*. Hormon pertumbuhan akan merangsang hepar untuk menghasilkan *Insulin - Like Growth Factor – 1* (IGF-1) yang akan meningkatkan kinerja sel osteoblas, sedangkan sel osteoklas kinerjanya akan menurun, sehingga pembentukan tulang akan lebih tinggi dibandingkan dengan proses resorpsi tulang (Guyton, 2006; Ganong, 2008).



Gambar 2. Kerangka konsep olahraga mempengaruhi kepadatan tulang

American Collage of Sport Medicine merekomendasikan latihan fisik untuk kesehatan bagi remaja cukup dengan intensitas 50-85% dari VO_2 mak, frekuensi 3-5 kali perminggu, dan durasi 15-60 menit (Fox, 1993). Penelitian yang dilakukan oleh Ertem (2008) yang membandingkan antara latihan fisik intensitas sedang dan intensitas tinggi menyimpulkan bahwa latihan intensitas sedang sangat baik untuk perkembangan massa tulang. Selain itu McNeely (2010) memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kepadatan tulang pada remaja sebagai pencegahan osteoporosis dini sebaiknya menggunakan olahraga dengan intensitas sedang (60-80%) (Ertem, 2008; McNelly, 2010).

PENUTUP

Massa dan tebal tulang setiap saat selalu mengalami dinamika penambahan dan pengurangan melalui proses remodeling (matriks tulang diserap dan dibentuk lagi). Puncak masa tulang tercapai ketika seseorang berusia sekitar 30 tahun dan setelah itu massa tulang akan berkurang hingga terjadinya osteoporosis dikarenakan mulai terjadinya ketidakseimbangan

proses remodeling tulang. Lansia dapat terhindar dari osteoporosis dini jika bisa menjaga tulang-tulangnya tetap kuat selagi muda. Masa tulang yang tinggi berarti tulang kuat dan sehat sehingga tidak mudah kropos dan rapuh. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk menjaga kepadatan tulang adalah dengan olahraga. Olahraga mendorong perubahan remodeling dengan meningkatkan pembentukan tulang oleh osteoblas tulang melalui efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung melalui kekuatan mekanik (*mechanic force*) sedangkan efek tidak langsung melalui faktor hormonal. Meningkatnya pembentukan tulang oleh osteoblast akan meningkatkan kepadatan tulang sehingga menghindari resiko osteoporosis dini

DAFTAR RUJUKAN

- Alexander I.M, Knight K.A. 2010. 100 *Tanya Jawab Mengenai Osteoporosis dan Osteopenia (ed 2)*. Jakarta: Indeks
- Bompa TO. 1994. *Theory and methodology of training, the key to athletic performance 3rd ed.* Iowa: Hunt Publising Company
- Borer K. 2005. "Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women". *Sports Med.* 35 (9): 779-830.
- Burn EF. 1999. *Anatomy and physiology*. USA: Hill companies Carola R. 1992. *Human anatomy*. USA: Hill Companies.
- Departemen Kesehatan RI, 2010. <http://depkes.go.id/>. Diakses pada tanggal 30 November 2016.
- Ertem K, Karakoc Y, Duzova H, Kekilli E, Emre MH, Kilinc E, Yagmur C. 2008. "Effects of different durations of treadmill training exercise on bone mineral density in growing rats". *Biology of Sport.* 25: 187 – 193.
- Fox EL. 1993. *The physiological basis exercise and sport 5th ed.* USA: MW. Crown Communication
- Ganong WF. 2008. *Review of medical physiology 22th ed.* USA: Appleton & lange.
- Graff VD, Kent M. 1998. *Human anatomy 5th ed.* USA: Hill Companies
- Guyton AC, Hall JE. 2006. *Textbook of medical physiology 11th ed.* Philadelphia: Elsevier Inc
- Ide P. 2012. *Agar tulang sehat*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Junqueira LC, Carneiro J. 2007. *Basic histology: text and atlas 10th ed.* California: Hill Companies, pp 135-137, 145.
- Kompas, 2012. Cegah osteoporosis dengan "cerdik". <http://health.kompas.com/>. diakses 30 novemer 2016.

- Lesson CR, Lesson TS, Paparo A. 1996. *Buku ajar histologi dasar*. Jakarta: EGC
- Mc Veigh J, Kingsley S, Gray D, Loram LC, 2010. "Swimming enhances bone mass acquisition in growing female rats". *Journal of Sports Science and Medicine*. 9: 612-619.
- McNeely E. 2010. "Training to improve bone density in adults: a review and recommendations". *The Sport Journal*. 13:3.
- Ocarino NM, Serakides R. 2006. "Effect of the physical activity on normal bone and on the osteoporosis prevention and treatment". *Rev Bras Med Esporte*. 12: 149 – 152
- Sherwood L, 2011. *Human physiology from cell to systems 6th ed*. Canada: Cengage Learning
- Tjokroprawiro A, 2000. *Introduction with osteoporosis*. Naskah Symposium on Osteoporosis, FK UNAIR. Surabaya
- Vigorita VJ, Ghelman B. 1999. *Othopaedic pathology*. Philadelphia: Lippicott Williams and Wilkin