

Tulisan ini telah dipresentasikan pada Kongres Nasional Seminar Nasional XVI di Hotel ... 6-8 Agustus 2008

# EXERCISE AND BONE

Oleh:  
**JAKA SUNARDI**

Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta



## ABSTRAK

Makalah ini akan mengungkap tentang latihan dan perubahan pada tulang. Tulang sebagai penyangga, pembentuk tubuh harus kuat. Untuk meningkatkan kualitas tulang maka perlu di upayakan melalui latihan olahraga. Olahraga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu yang bersifat anaerobik dan aerobik. Pada olahraga anaerobik interval ternyata mampu memberikan pengaruh fisiologis terhadap berbagai organ dan jaringan di dalam tubuh. Anaerobik interval bila dilakukan dengan dosis yang teratur dan terukur ternyata mampu meningkatkan kepadatan tulang. Untuk lebih dapat meningkatkan ambang adaptasi, maka pemberian dosis latihan harus memenuhi prinsip overload, progresif dan individual.

Kata kunci: Olahraga, Tulang

## EXERCISE AND BONE

Oleh:  
JAKA SUNARDI

Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta



### ABSTRAK

Makalah ini akan mengungkap tentang latihan dan perubahan pada tulang. Tulang sebagai penyangga, pembentuk tubuh harus kuat. Untuk meningkatkan kualitas tulang maka perlu di upayakan melalui latihan olahraga. Olahraga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu yang bersifat anaerobik dan aerobik. Pada olahraga anaerobik interval ternyata mampu memberikan pengaruh fisiologis terhadap berbagai organ dan jaringan di dalam tubuh. Anaerobik interval bila dilakukan dengan dosis yang teratur dan terukur ternyata mampu meningkatkan kepadatan tulang. Untuk lebih dapat meningkatkan ambang adaptasi, maka pemberian dosis latihan harus memenuhi prinsip overload, progresif dan individual.

Kata kunci: Olahraga, Tulang

### PENDAHULUAN

Tubuh manusia terdiri dari berbagai unsur, antara lain tulang, berbagai macam otot, serta adanya cairan di dalam tubuh, dan unsur yang lainnya. Fungsi tulang antara lain adalah untuk memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam, menyimpan mineral, kalsium dan fosfat, tempat melekatnya otot, sebagai pengungkit (Tuas) dalam pergerakan sendi dan mengandung sumsum tulang, tempat pembentukan sel darah merah (Favus, 1993; Thibodeau, 1994). Dalam tubuh terdapat berbagai bentuk dan macam tulang, tetapi pada umumnya tulang yang baik biasanya memiliki kepadatan, tebal, dan kekuatan yang sesuai dengan porsinya. Salah satu tanda hilangnya massa tulang meliputi juga penurunan tebal tulang (Resnick, 1995). Olahraga dapat merupakan salah satu *stressor* fisik yang dapat mempengaruhi komposisi tulang. Namun sampai saat ini kajian tentang

olahraga yang bersifat anaerobik interval dengan dan kepadatan tulang belum terungkap dengan jelas.

Tulang sebagai penyangga tubuh tidak boleh rapuh. Telah diketahui bahwa massa dan tebal tulang setiap saat selalu mengalami dinamika penambahan dan pengurangan (Bostrom, 2000). Atas dasar dinamika tulang tersebut, maka diperlukan upaya untuk menjaga kekuatan tulang. Promosi tentang tambahan kalsium melalui makanan dan minuman yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas tulang telah banyak beredar di masyarakat. Intervensi melalui makanan difokuskan pada pemasukan kalsium sebab merupakan mineral utama penyusun tulang. Apabila kandungan mineral utama tulang (kalsium) berkurang maka kekuatan tulang akan menurun dan tulang akan kehilangan struktur pendukung interna (Paturusi, 2001). Perlakuan pemberian tambahan kalsium pada masa pertumbuhan diharapkan dapat lebih meyakinkan adanya respon peningkatan kepadatan tulang. Pemberian dosis tambahan kalsium untuk meningkatkan kepadatan kalsium perlu diperhatikan, sebab menurut Sankaran (2000) bahwa dosis kalsium dalam diet di atas 1500mg setiap hari saja tidak dapat menambah kepadatan tulang.

Puncak massa tulang dicapai sekitar usia 25 sampai 35 tahun, tetapi masih terjadi akumulasi massa tulang selama beberapa tahun kemudian (Mahan, 1996). Berbagai penelitian tentang pengaruh latihan aerobik terhadap massa tulang banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai desain penelitian dan pendekatan yang berbeda (Richard, 1982). Beberapa pendekatan melalui diet telah dipelajari sehubungan dengan pembentukan

massa tulang. Namun beberapa kajian diatas belum mengungkap tentang latihan anaerobik interval dan kepadatan tulang.

Pertumbuhan jaringan tulang diatur secara biologis. Proses biologis tulang tersebut juga menyangkut kondisi keseimbangan atau homeostasis sesuai dengan kebutuhan tubuh, khususnya yang menyangkut kualitas kekuatan tulang (Muller , 1997). Dengan demikian olahraga yang bersifat aerobik dan anaerobik secara fisiobiologis dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan remodeling jaringan tulang. Pemberian suplementasi kalsium terhadap kepadatan tulang sampai saat ini masih perlu adanya pembuktian lebih lanjut. Dalam kajian akan dibahas tentang pengaruh latihan anaerobik interval terhadap kepadatan tulang. Perubahan pada variabel kepadatan dan tebal tulang ada keterkaitannya (Resnick, 1995). Respons penambahan massa tulang diukur atas dasar konsep fisik dengan pantulan gelombang suara atau ultrasonografi, sedangkan penebalan tulang dilihat secara *histologis* (Resnick, 1995).

## **PEMBAHASAN**

### **Struktur Anatomi dan Histologi Tulang**

Tulang mempunyai klasifikasi bentuk dan perbedaan ukuran antara lain : tulang panjang, tulang pendek, tulang pipih dan *ireguler* (Thibodeau, 1994). Tulang panjang berbentuk tabung silinder yang melebar, pada kedua ujungnya merupakan tempat melekatnya tendon dan fascia, sedangkan bagian tengahnya tipis. Di tengah batang (*corpus*) tulang panjang terdapat ruang *cavum medulare* (sumsum tulang) yang berisi sumsum tulang merah dan kuning. Tulang panjang terdapat pada lengan dan tungkai, misalnya tulang *femur, humerus, radius dan tibia* (Pritchard, 1996) [ Cit , sari,2000 ].

Struktur tulang panjang meliputi *diaphysis*, *medullary cavity*, *epiphysis*, *metaphysis*, *articular cartilage*, *periosteum* dan *endosteum* (Thibodeau, 1994) :

1. *Diaphysis* atau *shaf*, *diaphysis* adalah bagian tulang yang berbentuk pipa berlubang untuk tulang kompak, karena strukturnya kuat dan keras cukup berarti untuk mempermudah pergerakan.
2. *Medullary cavity*, *medullary cavity* adalah ruang yang berkembang di dalam *diaphysis* tulang, berisi sumsum tulang berwarna kuning.
3. *Epiphysis* atau ujung tulang. *Epiphysis* pada tulang spongiosa berisi sumsum tulang.
4. *Metaphysis*, *metaphysis* mempunyai daerah yang luas dan memberi petunjuk yang baik terhadap mineralisasi dan kondisi struktur jaringan tulang.
5. *Articular cartilage*, setiap *epiphysis* tulang *cartilage* mempunyai penutup lapisan yang tipis berfungsi sebagai pelindung pada ujung tulang dan *joint*.
6. *Periosteum*, *periosteum* adalah serabut membran yang menutup tulang panjang, kecuali permukaan tulang sendi yang ditutup oleh *articular cartilage*.
7. *Endosteum*, *endosteum* adalah serabut membran yang segaris dengan *medullary cavity*.

Bentuk tulang pendek buiat dan ireguler. Mempunyai pusat spongiosa yang dikelilingi oleh tulang padat dan keras. Tulang pendek misainya tulang karpal, tarsal dan patela (Pritchard, 1996){Cit Sari,2000}.sedangkan tulang pipih terdiri atas dua lapisan tulang padat yang diantaranya terdapat jaringan berspon. Tulang pipih fungsi utamanya adalah sebagai pelindung organ

dalam dan terutama terdapat pada sternum, tulang tengkorak dan tulang muka (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000).

Terdapat tiga macam tulang ireguler yaitu tulang vertebra, tulang telinga dan tulang muka. Tulang *vertebra* dari *collum spinalis* banyak digunakan dalam pergerakan tubuh (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000).

### **Fungsi tulang**

Fungsi tulang memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam, menyimpan mineral kalsium dan fosfat, tempat melekatnya otot, sebagai pengungkit (tuas) dalam pergerakan sendi dan mengandung sumsum tulang tempat pembentukan sel darah merah (Favus, 1993; Thibodeau, 1994).

### **Komponen Pembentuk Tulang**

Secara mikroskopis tulang terdiri dari bahan organik 30% mineral 70% dan air (Tjokroprawiro, 2000).

#### **2.3.1 Bahan organik tulang**

Bahan organik mempunyai komposisi : Matrik 98% yang terdiri atas kolagen (95%) dan protein non-kolagen (5%) antara lain osteokalsin, osteonektin, proteoglikan, sikloprotein, protein morfogenik, proteolipid dan fosfoprotein. Sel tulang menyusun bahan organik tulang sebesar 2% dan terdiri atas osteoblas, osteosit dan osteoklas (Tjokroprawiro, 2000).

#### **2.3.2 Mineral**

Salah satu penyusun utama tulang dihasilkan dari proses mineralisasi tulang yaitu hidroksiapatit. Mineral sebagian besar terdiri dari hidroksiapatit

(95%), suatu kristal kalsium fosfat. Mineral tulang juga mengandung karbonat, Mg, K, F dan Cl (Tjokroprawiro, 2000).

## Sel Tulang

### Osteoblas

Osteoblas adalah sel tulang yang berasal dari mesenkimal. Osteoblas menutupi permukaan tulang sebagai suatu jaringan sel yang terletak rapat dan saling berdekatan dan biasanya ditemukan dalam kelompok-kelompok (Vigorita, 1999). Sebagian osteoblas menjadi bagian dari matrik tulang dan dikenal sebagai osteosit, sedangkan sisanya berangsur-angsur berubah bentuk menjadi sel pembatas (Prabowo, 1997).

Osteoblas berperan penting terhadap proses produksi kolagen dan mukopolisakarida. Osteoblas mensintesa kolagen tipe I, matrik ekstraseluler dan protein non kolagen (Vigorita, 1999). Bentuk osteoblas tergantung derajat aktivitasnya. Pada keadaan aktif memproduksi matrik osteoblas berbentuk kuboid atau kolumnar dan pada saat tidak aktif memproduksi bentuknya pipih (flat) dan memanjang. Bentuk osteoblas pada saat tidak aktif disebut *resting lining cell*. *Resting lining cell* terletak pada permukaan endosteal dan berfungsi melindungi tulang terhadap proses resorpsi (Roah, 2000; Bostrom, 2000).

- a. Osteoblas berhubungan satu sama lain dan dengan osteosit melalui sito-plasma atau prosesus seluler kanalikuli matrik tulang (Vigorita, 1999). Prosesus sitoplasma osteoblas meluas melalui matrik osteoid yang berhubungan dengan osteosit di dalam matrik bermineral. Osteoblas mengatur konsentrasi ion kalsium pada matrik melalui pelepasan kalsium

dari intraseluler (Bostom, 2000). Difusi kalsium dari osteoblas ke matrik dilakukan oleh *bundle* dari filamen tipis yang terdapat pada tonjolan-tonjolan osteoblas (Resnick, 1995).

### Osteosit

Osteoblas dapat menghasilkan zat-zat interseuler organik atau matrik, dimana kemudian dapat terjadi kalsifikasi. Jaringan yang tidak mengalami pengapuran, karena mempunyai kesamaan mikroskopis dengan tulang disebut osteoid. Setelah osteoblas dikelilingi oleh produk zat interseulernya sendiri, osteoblas tersebut berada di dalam lakuna dan disebut osteosit (Saiter, 1983).

Osteosit adalah sel tulang yang tertanam dalam matriks yang termineralisasi. Dengan bertambahnya mineralisasi, organel-organel ini menjadi sulit dibedakan sehingga osteosit diidentifikasi dengan mikroskop cahaya melalui penampakan nukleusnya yang terang/jelas (Vigorita, 1999). Osteosit mampu mensintesa matrik tulang walau kemampuannya kurang dibanding osteoblas dan terlibat dalam resorpsi tulang melalui proses yang disebut *osteocytic osteolysis* (Resnick, 1995).

### Osteoklas

Osteoklas adalah sel yang dapat bergerak (motil), dapat berpindah sepanjang permukaan tulang, melekat pada permukaan tulang dan meresorpsi tulang. Osteoklas berasal dari *hematopoietic stem cell* yaitu *granulocyte-macrophage colony forming unit* (GM-CFU). Osteoklas merupakan sel yang mempunyai banyak inti (2-100 nukleus), berukuran 20-



100  $\mu\text{m}$  dengan masa hidup pendek. Prekursor osteoklas mula-mula hanya berinti satu setelah *recruitment* dan *activation*, osteoklas menjadi berinti ganda (Resnick, 1995; Vigorita, 1999; Soebandiri, 2000).

Osteoklas biasanya menonjol diatas permukaan matrik dan kadang-kadang saling tumpang tindih dengan osteoblas dan osteoklas lain. Pada daerah tulang yang mengalami resorpsi, osteoklas ditemukan terletak dalam cekungan matriks yang dibentuk secara sistematis dan dikenal sebagai lakuna Howship (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000).

Daerah perlekatan osteoklas dengan tulang merupakan suatu lingkungan dengan keasaman tinggi yang mendukung terjadinya resorpsi (Resnick, 1995). Saat resorpsi tulang osteoklas menurunkan pH dengan cara memproduksi ion hidrogen melalui sistem karbonik anhidrase (Bostrom, 2000). Bagian tulang yang dikelilingi osteoklas walaupun letaknya ekstraseluler, dapat dianalogkan sebagai lisosom sekunder sebab mengandung enzim lisosom, *enzymatic substrate* dan mempunyai pH asam untuk memecah kristal hidroksiapatit (McKenzie, 2000).

### **Pengaturan dan Penyediaan Kalsium pada Tulang**

Pengaturan kalsium dipengaruhi oleh dua sistem homeostasis yaitu regulasi kalsium plasma dan melalui proses remodeling tulang. Kurang lebih 500 mmol kalsium yang keluar masuk setiap hari berasal dari depot pada tulang dapat dipertukarkan kalsium plasma dengan depoto yang lambat bertukar adalah sekitar 7,5 mmol (Ganong, 1999).

Penyediaan dan pengaturan kalsium pada matrik tulang berasal dari pelepasan kalsium intraseluler oleh osteoblas dan dari cairan

ekstraselluler melalui hubungan filopodial (kanakuli) yang memungkinkan terjadinya aliran nutrisi dan metabolit (Resnick, 1995; Bostrom, 2000).

Besarnya konsumsi kalsium disarankan antara 1000mg sampai 1500mg setiap hari. Rekomendasi lain besar konsumsi kalsium adalah pada usia 12-18 tahun sebesar 1500mg/hari, usia 18-40 tahun sebesar 1000-1200mg/hari ( Heaney,1993, Mahan,1996).

### **Latihan**

Latihan yang baik dan terprogram tidak akan lepas dari adanya pengaturan dosis. Dosis menurut Fox (1992) terdiri dari durasi, intensitas, frekuensi, recovery dan jenis latihan. Durasi adalah lamanya program atau latihan dilaksanakan, dapat 1 minggu, 1 bulan dan seterusnya. Intensitas (ringan, sedang, submaksimal dan maksimal) menjadi prinsip untuk membedakan beban aerobik (ringan) dan anaerobik (>80% dari kemampuan maksimal).

Latihan anaerobik adalah suatu bentuk latihan yang dilakukan dalam waktu relatif singkat dan tidak tergantung oksigen dalam penyediaan energi. Di tinjau dari sistem penggunaan energi predominan yang digunakan, bentuk latihan tersebut menggunakan bahan bakar karbohidrat. Latihan pada zona anaerobik interval, tolok ukur intensitas dengan menggunakan indikator denyut nadi berkisar antara 180 – 200 per menit (Janssen,1989).

### **Hormon Yang Berpengaruh Pada Tulang**

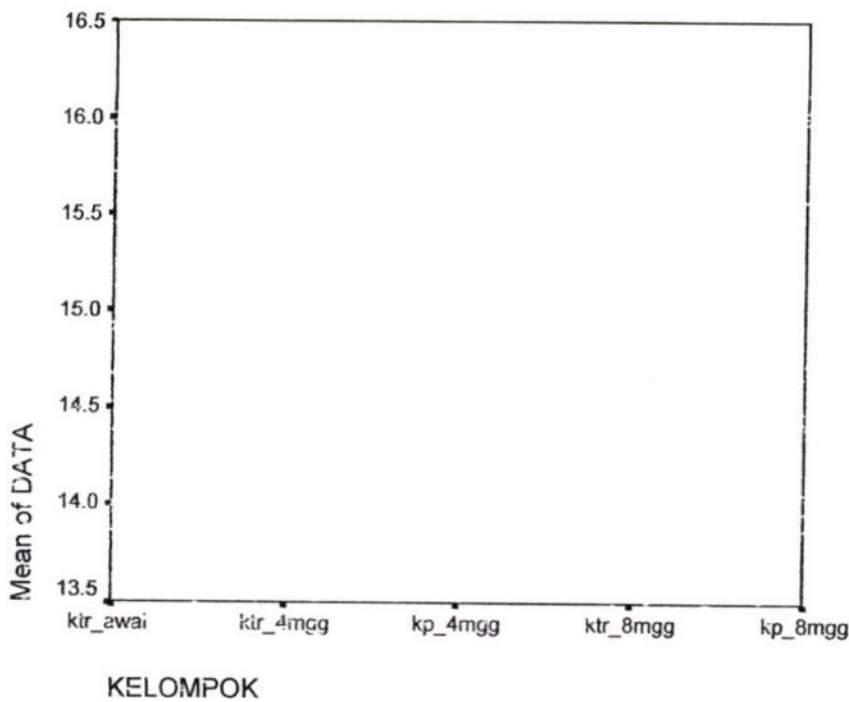
Hormon adalah *messenger* (Perantara) kimia tubuh. Hormon mengantarkan informasi yang penting untuk pengaturan fungsi bermacam-

macam organ dan sel. Hormon disintesis dalam sel-sel endokrin atau bahkan kelenjar-kelenjar endokrin dan (dengan pengecualian hormon jaringan ) mencapai sel dari organ target (*sel Target*) melalui darah.

Pada setiap tingkat pertumbuhan, semua organ tumbuh bertambah dalam ukuran sesuai proporsi, tetapi setelah mencapai dewasa pertumbuhan tulang untuk memanjang terhenti, beberapa jaringan lemak bertumbuh terus. Hal ini oleh karena epiphysis pada tungkai tulang panjang, lebih lanjut pertumbuhan tulang memanjang tidak dapat terjadi dan setiap kelebihan dari jaringan tubuh dapat bertambah terus sepanjang hidup (Ganong, 1999). Efek hormon pertumbuhan adalah meningkatkan protein tubuh, penyimpanan lemak dari konsentrasi karbohidrat. Perangsang pertumbuhan tulang rawan dan peran somatomedin.

Hormon pertumbuhan bekerja secara tidak langsung terhadap pertumbuhan tulang rawan dan tulang yaitu yakni dengan menyebabkan hati membentuk protein yang disebut somatomedin (IGF-1), yang mempunyai berat molekul antara 4500 dan 7500. Somatomedin bekerja pada tulang rawan dan tulang yakni peningkatan pertumbuhan tulang rawan dan tulang.

Begitu epiphysis tulang panjang telah bersatu dengan batang tulang, maka tidak ada lagi pemanjangan batang tulang, namun penebalan tulang terus bertambah sebab di bawah periostenum masih ada pertumbuhan. Oleh karena itu bila kelebihan dari hormon pertumbuhan terjadi sesudah masa dewasa muda maka tinggi orang itu tidak akan bertambah. Dari hasil penelitian dapat digambarkan peningkatan kepadatan tulang akibat latihan anaerobic interval sebagai berikut:



### Pengaruh Latihan Terhadap Kepadatan Tulang.

Latihan fisik dengan dosis anaerobic interval frekuensi 3 kali per minggu seperti table diatas, ternyata benar-benar dapat berpengaruh terhadap peningkatan kepadatan tulang. Kondisi tersebut diatas sesuai dengan yang diungkapkan oleh Picgard (1982), bahwa latihan dapat mempengaruhi peningkatan ukuran tulang, massa tulang dan kepadatan tulang.

Menurut Umemura et al (1995), dalam penelitiannya menunjukkan sepuluh menit latihan lompat mempunyai pengaruh besar terhadap *hypertropi* tulang, dan pada latihan lari 60 menit *endurance*. Selain itu latihan lompat sama efektifnya dalam *hypertropy* tulang pada tikus tua dan muda. Jenis kegiatan akan mempengaruhi perkembangan massa tulang, hal ini penting untuk memahami pengaruh jenis kegiatan pada tulang dalam anak (remaja). Kemungkinan dari penelitian ini anak perempuan umur 7 – 9 tahun yang

berprestasi dalam pertandingan renang, senam, mempunyai kepadatan tulang lebih besar bila dibanding dengan anak perempuan yang tidak berolahraga. (Kalsel C. et al, 1996).

Richard,(1982) menyatakan bahwa pengaruh latihan dapat meningkatkan ukuran tulang, massa tulang dan kepadatan tulang. Chow dalam penelitian yang dikutip oleh Roeshadi (1996), melakukan evaluasi selama 1 tahun mendapatkan kelompok dengan latihan aerobik dan anaerobik di tambah *strength* menunjukkan massa tulang lebih tinggi dari kontrol. Pengurangan frekuensi dan intensitas latihan menyebabkan massa tulang kembali ke tingkat awal. Aktivitas fisik mempunyai peranan yang penting dalam pencegahan *osteoporosis* dan merupakan cara pencegahan yang menyenangkan, dan dengan mudah melakukannya pula (Dolsky et al 1992).

Berdasarkan kajian yang telah diuraikan diatas, maka latihan anaerobik interval sebagai *stressor* akan mempengaruhi *hypothalamus*, selanjutnya *hypothalamus* akan memacu *anterior pituitary* untuk mensekresi *growth hormone*. Hormon pertumbuhan (*Growth Hormone*) tersebut melalui IGF-1 akan mempengaruhi kinerja sel osteoblast menjadi semakin meningkat, sehingga pembentukan tulang akan lebih tinggi dibandingkan dengan proses resorpsi tulang. Dengan latihan Anaerobik Interval yang teratur, terarah, dan terprogram dengan frekuensi 3 kali perminggu diharapkan dapat meningkatkan kepadatan tulang pada hewan coba Tikus putih jenis Albino Wistar.

## KESIMPULAN

Organ tubuh memiliki kemampuan untuk beradaptasi. Dengan latihan selama 6 – 8 minggu telah merangsang terjadinya adaptasi fisiologis. Latihan selama 8 minggu dengan frekuensi 3 kali perminggu lebih merangsang terjadinya peningkatan kepadatan tulang dibandingkan dengan latihan selama 4 minggu. Untuk memberikan latihan agar lebih merangsang terjadinya sebuah peningkatan, maka latihan harus selalu memegang prinsip-prinsip latihan dan lebih memperhatikan pemberian dosis latihan. Dosis latihan yang diberikan sebaiknya diberikan secara terencana terukur, dan teratur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bostrom MP, 2000. Form and Function of Bone. Orthopaedic Basic Science: Biology and Biomechanics of the Musculoskeletal System, 2nd edition. The American **Academy of Orthopaedic Surgeons**, pp 324-331, 355.
- Favus MJ, 1993. Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. 2nd edition. New York;: Raven Press, pp 16 19-90 9597, 35-36.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 1993, **The Physiological Basis for Exercise and Sport**, fifth ed. Iowa: WCB Brown & Benchmark, pp.12-37, 296, 451, 472, 504, 512-532, 615-616.
- Ganong WF, 1999. Review of Medical Physiology. 19~ edition. Stamford: **Appleton & Lange**, pp 365-369, 385.
- Lamb. DR, 1984, **Physiology of exercise, Responses and Adaptation**, Secon Edition, New York McMillan Publishing company, pp.55.
- Mahan LK, Stump SE, 1996. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. gth edition. Philadelphia: WB Saunders Company, pp 568, 573, 576.
- Resnick D, 1995. Diagnosis of Bone and Joint Disorders. 3rd edition. Philadelphia: WB Saunders Company. pp 694-631 633-634, 644-645.
- Roeshadi D, 2000. Biphosphonates Treatment On Osteoporosis. Nasiajl Symposium Update on Osteoporosis, Graha BIK-IPTEKDOK FK Unair, Surabaya, hlm 79-72
- Sankaran B. 2000. Osteoporosis: Clinical, Radiological, Histological, Assessment and an Experimental Study, Mumbai: Novelty Printers, pp 176-179, 198200.

Sari GM, 2001. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kedelai (Glycine Max) dibanding Estrogen Konjugasi Terhadap Kepadatan Tulang Tikus Putih (*Mastomys natalensis*). Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Airlangga, Surabaya, hlm 6-7, 13-18, 69.

Thibodeau GA, Patton KT. 1991. *Textbook of Anatomy & Physiology* 15<sup>th</sup> edition. USA: Elsevier Year 2001, pp 214-218.

Vigorita VJ, Ghelman B. 1999. *Orthopaedic Pathology*. Philadelphia: Lippincott **Williams & Wilkins**, pp 1-19, 23, 99.

## EXERCISE AND BONE

Oleh:  
JAKA SUNARDI  
Fakultas Ilmu Keolahrgaan Universitas Negeri Yogyakarta

Tulisan ini telah dipresentasikan  
pada Kongres Nasional XIII IAIFI  
Seminar Nasional XVII IAIFI  
Seminar Nasional XVI PEI  
Hotel Garuda Plaza, Medan 6-7 Agustus 2008



### ABSTRAK

Makalah ini akan mengungkap tentang latihan dan perubahan pada tulang. Tulang sebagai penyangga, pembentuk tubuh harus kuat. Untuk meningkatkan kualitas tulang maka perlu di upayakan melalui latihan olahraga. Olahraga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu yang bersifat anaerobik dan aerobik. Pada olahraga anaerobik interval ternyata mampu memberikan pengaruh fisiologis terhadap berbagai organ dan jaringan di dalam tubuh. Anaerobik interval bila dilakukan dengan dosis yang teratur dan terukur ternyata mampu meningkatkan kepadatan tulang. Untuk lebih dapat meningkatkan ambang adaptasi, maka pemberian dosis latihan harus memenuhi prinsip overload, progresif dan individual.

Kata kunci: Olahraga, Tulang

### PENDAHULUAN

Tubuh manusia terdiri dari berbagai unsur, antara lain tulang, berbagai macam otot, serta adanya cairan di dalam tubuh, dan unsur yang lainnya. Fungsi tulang antara lain adalah untuk memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam, menyimpan mineral, kalsium dan fosfat, tempat melekatnya otot, sebagai pengungkit (Tuas) dalam pergerakan sendi dan mengandung sumsum tulang, tempat pembentukan sel darah merah (Favus, 1993; Thibodeau, 1994). Dalam tubuh terdapat berbagai bentuk dan macam tulang, tetapi pada umumnya tulang yang baik biasanya memiliki kepadatan, tebal, dan kekuatan yang sesuai dengan porsinya. Salah satu tanda hilangnya massa tulang meliputi juga penurunan tebal tulang (Resnick, 1995). Olahraga dapat merupakan salah satu *stressor* fisik yang dapat mempengaruhi komposisi tulang. Namun sampai saat ini kajian tentang



olahraga yang bersifat anaerobik interval dengan dan kepadatan tulang belum terungkap dengan jelas.

Tulang sebagai penyangga tubuh tidak boleh rapuh. Telah diketahui bahwa massa dan tebal tulang setiap saat selalu mengalami dinamika penambahan dan pengurangan (Bostrom, 2000). Atas dasar dinamika tulang tersebut, maka diperlukan upaya untuk menjaga kekuatan tulang. Promosi tentang tambahan kalsium melalui makanan dan minuman yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas tulang telah banyak beredar di masyarakat. Intervensi melalui makanan difokuskan pada pemasukan kalsium sebab merupakan mineral utama penyusun tulang. Apabila kandungan mineral utama tulang (kalsium) berkurang maka kekuatan tulang akan menurun dan tulang akan kehilangan struktur pendukung interna (Paturusi, 2001). Perlakuan pemberian tambahan kalsium pada masa pertumbuhan diharapkan dapat lebih meyakinkan adanya respon peningkatan kepadatan tulang. Pemberian dosis tambahan kalsium untuk meningkatkan kepadatan kalsium perlu diperhatikan, sebab menurut Sankaran (2000) bahwa dosis kalsium dalam diet diatas 1500mg setiap hari saja tidak dapat menambah kepadatan tulang.

Puncak massa tulang dicapai sekitar usia 25 sampai 35 tahun, tetapi masih terjadi akumulasi massa tulang selama beberapa tahun kemudian (Mahan, 1996). Berbagai penelitian tentang pengaruh latihan aerobik terhadap massa tulang banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai desain penelitian dan pendekatan yang berbeda (Richard, 1982). Beberapa pendekatan melalui diet telah dipelajari sehubungan dengan pembentukan

massa tulang. Namun beberapa kajian diatas belum mengungkap tentang latihan anaerobik interval dan kepadatan tulang.

Pertumbuhan jaringan tulang diatur secara biologis. Proses biologis tulang tersebut juga menyangkut kondisi keseimbangan atau homeostasis sesuai dengan kebutuhan tubuh, khususnya yang menyangkut kualitas kekuatan tulang (Muller , 1997). Dengan demikian olahraga yang bersifat aerobik dan anaerobik secara fisiobiologis dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan remodeling jaringan tulang. Pemberian suplementasi kalsium terhadap kepadatan tulang sampai saat ini masih perlu adanya pembuktian lebih lanjut. Dalam kajian akan dibahas tentang pengaruh latihan anaerobik interval terhadap kepadatan tulang. Perubahan pada variabel kepadatan dan tebal tulang ada keterkaitannya (Resnick, 1995). Respons penambahan massa tulang diukur atas dasar konsep fisik dengan pantulan gelombang suara atau ultrasonografi, sedangkan penebalan tulang dilihat secara *histologis* (Resnick, 1995).

## **PEMBAHASAN**

### **Struktur Anatomi dan Histologi Tulang**

Tulang mempunyai klasifikasi bentuk dan perbedaan ukuran antara lain : tulang panjang, tulang pendek, tulang pipih dan *ireguler* (Thibodeau, 1994). Tulang panjang berbentuk tabung silinder yang melebar, pada kedua ujungnya merupakan tempat melekatnya tendon dan fasia, sedangkan bagian tengahnya tipis. Di tengah batang (*corpus*) tulang panjang terdapat ruang *cavum medulare* (sumsum tulang) yang berisi sumsum tulang merah dan kuning. Tulang panjang terdapat pada lengan dan tungkai, misalnya tulang *femur, humerus, radius dan tibia* (Pritchard, 1996) [ Cit , sari,2000 ].

Struktur tulang panjang meliputi *diaphysis*, *medullary cavity*, *epiphysis*, *metaphysis*, *articular cartilage*, *periosteum* dan *endosteum* (Thibodeau, 1994) :

1. *Diaphysis* atau *shaf*, *diaphysis* adalah bagian tulang yang berbentuk pipa berlubang untuk tulang kompak, karena strukturnya kuat dan keras cukup berarti untuk mempermudah pergerakan.
2. *Medullary cavity*, *medullary cavity* adalah ruang yang berkembang di dalam *diaphysis* tulang, berisi sumsum tulang berwarna kuning.
3. *Epiphysis* atau ujung tulang. *Epiphysis* pada tulang spongiosa berisi sumsum tulang.
4. *Metaphysis*, *metaphysis* mempunyai daerah yang luas dan memberi petunjuk yang baik terhadap mineralisasi dan kondisi struktur jaringan tulang.
5. *Articular cartilage*, setiap *epiphysis* tulang *cartilage* mempunyai penutup lapisan yang tipis berfungsi sebagai pelindung pada ujung tulang dan *joint*.
6. *Periosteum*, *periosteum* adalah serabut membran yang menutup tulang panjang, kecuali permukaan tulang sendi yang ditutup oleh *articular cartilage*.
7. *Endosteum*, *endosteum* adalah serabut membran yang segaris dengan *medullary cavity*.

Bentuk tulang pendek bulat dan ireguler. Mempunyai pusat spongiosa yang dikelilingi oleh tulang padat dan keras. Tulang pendek misalnya tulang karpai, tarsal dan patela (Pritchard, 1996){Cit Sari,2000}.sedangkan tulang pipih terdiri atas dua lapisan tulang padat yang diantaranya terdapat jaringan berspon. Tulang pipih fungsi utamanya adalah sebagai pelindung organ

dalam dan terutama terdapat pada sternum, tulang tengkorak dan tulang muka (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000).

Terdapat tiga macam tulang ireguier yaitu tulang vertebra, tulang telinga dan tulang muka. Tulang *vertebra* dari *collum spinalis* banyak digunakan dalam pergerakan tubuh (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000}.

### **Fungsi tulang**

Fungsi tulang memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam, menyimpan mineral kalsium dan fosfat, tempat melekatnya otot, sebagai pengungkit (tuas) dalam pergerakan sendi dan mengandung sumsum tulang tempat pembentukan sel darah merah (Favus, 1993; Thibodeau, 1994).

### **Komponen Pembentuk Tulang**

Secara mikroskopis tulang terdiri dari bahan organik 30% mineral 70% dan air (Tjokroprawiro, 2000).

#### **2.3.1 Bahan organik tulang**

Bahan organik mempunyai komposisi : Matrik 98% yang terdiri atas kolagen (95%) dan protein non-kolagen (5%) antara lain osteokalsin, osteonektin, proteoglikan, sikloprotein, protein morfogenik, proteolipid dan fosfoprotein. Sel tulang menyusun bahan organik tulang sebesar 2% dan terdiri atas osteoblas, osteosit dan osteoklas (Tjokroprawiro, 2000).

#### **2.3.2 Mineral**

Salah satu penyusun utama tulang dihasilkan dari proses mineralisasi tulang yaitu hidroksiapatit. Mineral sebagian besar terdiri dari hidroksiapatit

(95%), suatu kristal kalsium fosfat. Mineral tulang juga mengandung karbonat, Mg, K, F dan Cl (Tjokroprawiro, 2000).

## Sel Tulang

### Osteoblas

Osteoblas adalah sel tulang yang berasal dari mesenkimal. Osteoblas menutupi permukaan tulang sebagai suatu jaringan sel yang terletak rapat dan saling berdekatan dan biasanya ditemukan dalam kelompok-kelompok (Vigorita, 1999). Sebagian osteoblas menjadi bagian dari matrik tulang dan dikenal sebagai osteosit, sedangkan sisanya berangsur-angsur berubah bentuk menjadi sel pembatas (Prabowo, 1997).

Osteoblas berperan penting terhadap proses produksi kolagen dan mukopolisakarida. Osteoblas mensintesa kolagen tipe I, matrik ekstraseluler dan protein non kolagen (Vigorita, 1999). Bentuk osteoblas tergantung derajat aktivitasnya. Pada keadaan aktif memproduksi matrik osteoblas berbentuk kuboid atau kolumnar dan pada saat tidak aktif memproduksi bentuknya pipih (flat) dan memanjang. Bentuk osteoblas pada saat tidak aktif disebut *resting lining cell*. *Resting lining cell* terletak pada permukaan endosteal dan berfungsi melindungi tulang terhadap proses resorpsi (Roah, 2000; Bostrom, 2000).

- a. Osteoblas berhubungan satu sama lain dan dengan osteosit melalui sito-plasma atau prosesus seluler kanalikuli matrik tulang (Vigorita, 1999). Prosesus sitoplasma osteoblas meluas melalui matrik osteoid yang berhubungan dengan osteosit di dalam matrik bermineral. Osteoblas mengatur konsentrasi ion kalsium pada matrik melalui pelepasan kalsium

dari intraseluler (Bostom, 2000). Difusi kalsium dari osteoblas ke matrik dilakukan oleh *bundle* dari filamen tipis yang terdapat pada tonjolan-tonjolan osteoblas (Resnick, 1995).

### Osteosit

Osteoblas dapat menghasilkan zat-zat interseuler organik atau matrik, dimana kemudian dapat terjadi kalsifikasi. Jaringan yang tidak mengalami pengapuran, karena mempunyai kesamaan mikroskopis dengan tulang disebut osteoid. Setelah osteoblas dikelilingi oleh produk zat interseulernya sendiri, osteoblas tersebut berada di dalam lakuna dan disebut osteosit (Salter, 1983).

Osteosit adalah sel tulang yang tertanam dalam matriks yang termineralisasi. Dengan bertambahnya mineralisasi, organel-organel ini menjadi sulit dibedakan sehingga osteosit diidentifikasi dengan mikroskop cahaya melalui penampakan nukleusnya yang terang/jelas (Vigorita, 1999). Osteosit mampu mensintesa matrik tulang walaupun kemampuannya kurang dibanding osteoblas dan terlibat dalam resorpsi tulang melalui proses yang disebut *osteocytic osteolysis* (Resnick, 1995).

### Osteoklas

Osteoklas adalah sel yang dapat bergerak (motil), dapat berpindah sepanjang permukaan tulang, melekat pada permukaan tulang dan meresorpsi tulang. Osteoklas berasal dari *hematopoietic stem cell* yaitu *granulocyte-macrophage colony forming unit* (GM-CFU). Osteoklas merupakan sel yang mempunyai banyak inti (2-100 nukleus), berukuran 20-

100  $\mu\text{m}$  dengan masa hidup pendek. Prekursor osteoklas mula-mula hanya berinti satu setelah *recruitment* dan *activation*, osteoklas menjadi berinti ganda (Resnick, 1995; Vigorita, 1999; Soebandiri, 2000).

Osteoklas biasanya menonjol diatas permukaan matrik dan kadang-kadang saling tumpang tindih dengan osteoblas dan osteoklas lain. Pada daerah tulang yang mengalami resorpsi, osteoklas ditemukan terletak dalam cekungan matriks yang dibentuk secara sistematis dan dikenal sebagai lakuna Howship (Pritchard, 1996, Cit Sari, 2000).

Daerah perlekatan osteoklas dengan tulang merupakan suatu lingkungan dengan keasaman tinggi yang mendukung terjadinya resorpsi (Resnick, 1995). Saat resorpsi tulang osteoklas menurunkan pH dengan cara memproduksi ion hidrogen melalui sistem karbonik anhidrase (Bostrom, 2000). Bagian tulang yang dikelilingi osteoklas walaupun letaknya ekstraseluler, dapat dianalogkan sebagai lisosom sekunder sebab mengandung enzim lisosom, *enzymatic substrate* dan mempunyai pH asam untuk memecah kristal hidroksiapatit (McKenzie, 2000).

### **Pengaturan dan Penyediaan Kalsium pada Tulang**

Pengaturan kalsium dipengaruhi oleh dua sistem homeostasis yaitu regulasi kalsium plasma dan melalui proses remodeling tulang. Kurang lebih 500 mmol kalsium yang keluar masuk setiap hari berasal dari depot pada tulang dapat dipertukarkan kalsium plasma dengan depoto yang lambat bertukar adalah sekitar 7,5 mmol (Ganong, 1999).

Penyediaan dan pengaturan kalsium pada matrik tulang berasal dari pelepasan kalsium intraseluler oleh osteoblas dan dari cairan

ekstraselluler melalui hubungan filopodial (kanakuli) yang memungkinkan terjadinya aliran nutrisi dan metabolit (Resnick, 1995; Bostrom, 2000).

Besarnya konsumsi kalsium disarankan antara 1000mg sampai 1500mg setiap hari. Rekomendasi lain besar konsumsi kalsium adalah pada usia 12-18 tahun sebesar 1500mg/hari, usia 18-40 tahun sebesar 1000-1200mg/hari ( Heaney,1993, Mahan,1996).

### **Latihan**

Latihan yang baik dan terprogram tidak akan lepas dari adanya pengaturan dosis. Dosis menurut Fox (1992) terdiri dari durasi, intensitas, frekuensi, recovery dan jenis latihan. Durasi adalah lamanya program atau latihan dilaksanakan, dapat 1 minggu, 1 bulan dan seterusnya. Intensitas (ringan, sedang, submaksimal dan maksimal) menjadi prinsip untuk membedakan beban aerobik (ringan) dan anaerobik (>80% dari kemampuan maksimal).

Latihan anaerobik adalah suatu bentuk latihan yang dilakukan dalam waktu relatif singkat dan tidak tergantung oksigen dalam penyediaan energi. Di tinjau dari sistem penggunaan energi predomnan yang digunakan, bentuk latihan tersebut menggunakan bahan bakar karbohidrat. Latihan pada zona anaerobik interval, tolok ukur intensitas dengan menggunakan indikator denyut nadi berkisar antara 180 – 200 per menit (Janssen,1989).

### **Hormon Yang Berpengaruh Pada Tulang**

Hormon adalah *messenger* (Perantara) kimia tubuh. Hormon mengantarkan informasi yang penting untuk pengaturan fungsi bermacam-



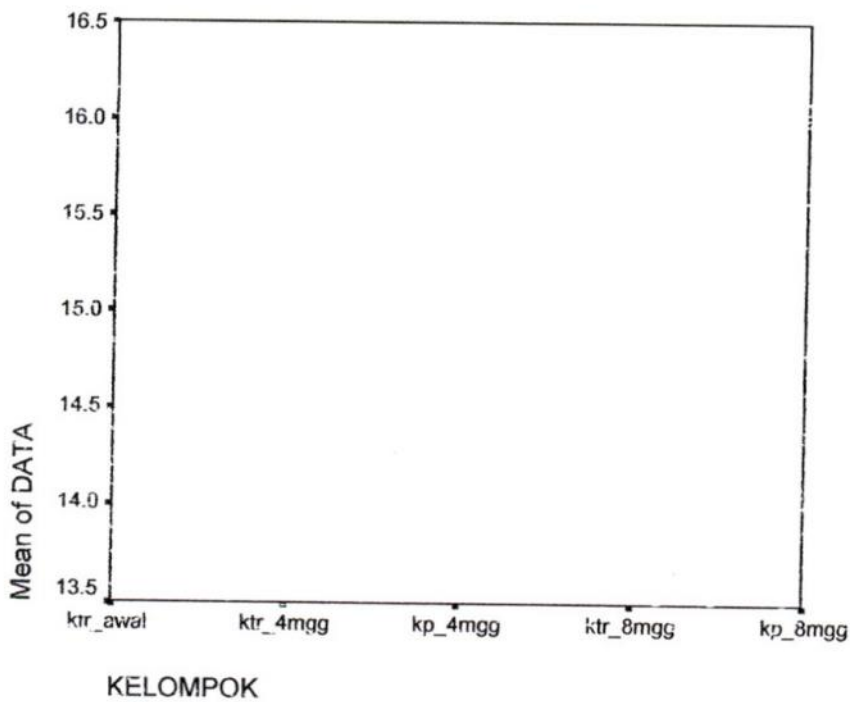
macam organ dan sel. Hormon disintesis dalam sel-sel endokrin atau bahkan kelenjar-kelenjar endokrin dan (dengan pengecualian hormon jaringan ) mencapai sel dari organ target (*sel Target*) melalui darah.

Pada setiap tingkat pertumbuhan, sernua organ tumbuh bertambah dalam ukuran sesuai proporsi, tetapi setelah mencapai dewasa pertumbuhan tulang untuk memanjang terhenti, beberapa jaringan lemak bertumbuh terus. Hal ini oleh karena epiphysis pada tungkai tulang panjang, lebih lanjut pertumbuhan tulang memanjang tidak dapat terjadi dan setiap kelebihan dari jaringan tubuh dapat bertambah terus sepanjang hidup (Ganong, 1999). Efek hormon pertumbuhan adalah meningkatkan protein tubuh, penyimpanan lemak dari konsentrasi karbohidrat. Perangsang pertumbuhan tulang rawan dan peran somatomedin.

Hormon pertumbuhan bekerja secara tidak langsung terhadap pertumbuhan tulang rawan dan tulang yaitu yakni dengan menyebabkan hati membentuk protein yang disebut somatomedin (IGF-1), yang mempunyai berat molekul antara 4500 dan 7500. Somatomedin bekerja pada tulang rawan dan tulang yakni peningkatan pertumbuhan tulang rawan dan tulang.

Begitu epiphysis tulang panjang telah bersatu dengan batang tulang, maka tidak ada lagi pemanjangan batang tulang, namun penebalan tulang terus bertambah sebab di bawah periostenum masih ada pertumbuhan. Oleh karena itu bila kelebihan dari hormon pertumbuhan terjadi sesudah masa dewasa muda maka tinggi orang itu tidak akan bertambah.

Dari hasil penelitian dapat digambarkan peningkatan kepadatan tulang akibat latihan anaerobic interval sebagai berikut:



### Pengaruh Latihan Terhadap Kepadatan Tulang.

Latihan fisik dengan dosis anaerobic interval frekuensi 3 kali per minggu seperti table diatas, ternyata benar-benar dapat berpengaruh terhadap peningkatan kepadatan tulang. Kondisi tersebut diatas sesuai dengan yang diungkapkan oleh Picgard (1982), bahwa latihan dapat mempengaruhi peningkatan ukuran tulang, massa tulang dan kepadatan tulang.

Menurut Umemura et al (1995), dalam penelitiannya menunjukkan sepuluh menit latihan lompat mempunyai pengaruh besar terhadap *hypertropi* tulang, dan pada latihan lari 60 menit *endurance*. Selain itu latihan lompat sama efektifnya dalam *hypertropy* tulang pada tikus tua dan muda. Jenis kegiatan akan mempengaruhi perkembangan massa tulang, hal ini penting untuk memahami pengaruh jenis kegiatan pada tulang dalam anak (remaja). Kemungkinan dari penelitian ini anak perempuan umur 7 – 9 tahun yang

berprestasi dalam pertandingan renang, senam, mempunyai kepadatan tulang lebih besar bila dibanding dengan anak perempuan yang tidak berolahraga. (Kalsel C. et al, 1996).

Richard,(1982) menyatakan bahwa pengaruh latihan dapat meningkatkan ukuran tulang, massa tulang dan kepadatan tulang. Chow dalam penelitian yang dikutip oleh Roeshadi (1996), melakukan evaluasi selama 1 tahun mendapatkan kelompok dengan latihan aerobik dan anaerobik di tambah *strength* menunjukkan massa tulang lebih tinggi dari kontrol. Pengurangan frekuensi dan intensitas latihan menyebabkan massa tulang kembali ke tingkat awal. Aktivitas fisik mempunyai peranan yang penting dalam pencegahan *osteoporosis* dan merupakan cara pencegahan yang menyenangkan, dan dengan mudah melakukannya pula (Dolsky et al 1992).

Berdasarkan kajian yang telah diuraikan diatas, maka latihan anaerobik interval sebagai *stressor* akan mempengaruhi *hypothalamus*, selanjutnya *hypothalamus* akan memacu *anterior pituitary* untuk mensekresi *growth hormone*. Hormon pertumbuhan (*Growth Hormone*) tersebut melalui IGF-1 akan mempengaruhi kinerja sel osteoblast menjadi semakin meningkat, sehingga pembentukan tulang akan lebih tinggi dibandingkan dengan proses resorpsi tulang. Dengan latihan Anaerobik Interval yang teratur, terarah, dan terprogram dengan frekuensi 3 kali perminggu diharapkan dapat meningkatkan kepadatan tulang pada hewan coba Tikus putih jenis Albino Wistar.

## KESIMPULAN

Organ tubuh memiliki kemampuan untuk beradaptasi. Dengan latihan selama 6 – 8 minggu telah merangsang terjadinya adaptasi fisiologis. Latihan selama 8 minggu dengan frekuensi 3 kali perminggu lebih merangsang terjadinya peningkatan kepadatan tulang dibandingkan dengan latihan selama 4 minggu. Untuk memberikan latihan agar lebih merangsang terjadinya sebuah peningkatan, maka latihan harus selalu memegang prinsip-prinsip latihan dan lebih memperhatikan pemberian dosis latihan. Dosis latihan yang diberikan sebaiknya diberikan secara terencana, terukur, dan teratur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bostrom MP, 2000. Form and Function of Bone. Orthopaedic Basic Science: Biology and Biomechanics of the Musculoskeletal System, 2nd edition. The American **Academy of Orthopaedic Surgeons**, pp 324-331, 355.
- Favus MJ, 1993. Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. 2nd edition. New York;: Raven Press, pp 16 19-90 9597, 35-36.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 1993, **The Physiological Basis for Exercise and Sport**, fifth ed. Iowa: WCB Brown & Benchmark, pp.12-37, 296, 451, 472, 504, 512-532, 615-616.
- Ganong WF, 1999. Review of Medical Physiology. 19~ edition. Stamford: **Appleton & Lange**, pp **365-369, 385**.
- Lamb. DR, 1984, **Physiology of exercise, Responses and Adaptation**, Secon Edition, New York McMillan Publishing company, pp.55.
- Mahan LK, Stump SE, 1996. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. gth edition. Philadelphia: WB Saunders Company, pp 568, 573, 576.
- Resnick D, 1995. Diagnosis of Bone and Joint Disorders. 3rd edition. Philadelphia: WB Saunders Companv. pp 694-631 633-634, 644-64S.
- Roeshadi D, 2000. Biphosphonates Treatment On Osteoporosis. Naslia} Symposium Update on Osteoporosis, Graha BIK-IPTEKDOK FK Unair, Surabaya, hlm 79-72
- Sankaran B. 2000. Osteoporosis: Clinical, Radiological, Histological, Assessment and an Experimental Study, Mumbai: Novelty Printers, pp 176-179, 198200.

Sari GM, 2001. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kedelai (Glycine Max) dibanding Estrogen Konjugasi Terhadap Kepadatan Tulang Tikus Putih (*Mus mus musculus*). Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Airlangga, Surabaya, 13-18, 69.

Thibodeau GA, Patton KT. 1991. *Textbook of Anatomy & Physiology* 15<sup>th</sup> edition. USA: Elsevier Year 2001, pp 214-218.

Vigorita VJ, Ghelman B. 1999. *Orthopaedic Pathology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp 1-19, 23, 99.



## SURAT PENUGASAN/IJIN

Nomor : 1057 /H34.16/KP/2008

Dekan Fakultas Ilmu Keolahraagaan Universitas Negeri Yogyakarta, menugaskan/ mengijinkan Saudara yang namanya tersebut di bawah ini :

No	Nama	NIP	Pangkat/Gcl.	Jabatan
1.	Rumpis Agus Sudarko, MS.	131571721	Penata Tk.I, III/d	Kajur PKL UNY
2.	Dr. Siswantoyo, M.Kes	132243690	Penata, III/c	Dosen FIK UNY
3.	Jaka Sunardi, M.Kes.	131873965	Penata Muda Tk.I, III/b	Dosen FIK UNY

Keperluan : sebagai Pemakalah Paralel pada Kongres Nasional XII' IAIFI  
Hari : Rabu s.d Sabtu  
Tanggal : 6 s.d 9 Agustus 2008  
Tempat : Medan  
Keterangan : Berdasarkan surat dari ketua Panitia Kongres Nasional XIII nomor 177/KONAS-IAIFI/VII/2008, tanggal 24 Juli 2008

Demikian Surat Penugasan/Ijin ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya dan setelah selesai tugas dimohon untuk dapat melaporkan hasilnya.

Agar menjadikan periksa dan terima kasih.



Yogyakarta, 6 Agustus 2008

Tembusan Yth. :

1. Ketua Jurusan PKL, POR
2. Kabag Tata Usaha
3. Asrul, SE. (Bendahara gaji)
4. Sumadi (Pengelola Fee Fakultas)  
FIK Universitas Negeri Yogyakarta

Sumaryanto, M. Kes  
NIP.131873957



*[Signature]*  
Dr. Dedi Ardinata, M.Kes. AIFM  
NIP : 132 206 387

