



FK Universitas Airlangga, Surabaya - Indonesia,
26 April 2014

SEMINAR NASIONAL OLAHRAGA KESEHATAN & PRESTASI BUKU PROSIDING

Editor : Purwo Sri Rejeki
Raden Argarini
Kristanti Wanito Wigati
Irfiansyah Irwadi
Lilik Herawati



PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN OLAHRAGA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL OLAHRAGA KESEHATAN & PRESTASI



Tim Redaksi :

Editor

: Purwo Sri Rejeki, dr., MKes.; Raden Argarini, dr., Mkes.;
Kristanti Wanito Wigati, dr., MSi.; Irfiansyah Irwadi, dr.,
MSi.; Lilik Herawati, dr., MKes.

Perancang Sampul

: Arham Adnani

Penata Letak

: Nurul Arifin

Pracetak & Produksi

: Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Olahraga
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Olahraga

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL OLAHRAGA KESEHATAN & PRESTASI

Tim Redaksi :

Editor

: Purwo Sri Rejeki, dr., MKes. ; Raden Argarini, dr., MKes.
; Kristanti Wanito Wigati, dr., MSi. ; Irfiansyah Irwadi, dr.,
MSi. ; Lilik Herawati, dr., MKes.

Perancang Sampul

: Arham Adnani

Penata Letak

: Nurul Arifin

Pracetak & Produksi

: Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Olahraga
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

Diterbitkan dan dicetak Oleh :



Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Olahraga
Jl. Prof. Dr. Moestopo 47 Surabaya 60131
Telp. 031-5023621 ; Fax. 031-5023621
Email : ikesor.ua@gmail.com

14.09.064

ISBN : 978-602-71386-0-5

**Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta :**

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta, Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 72, AYAT (1), (2) DAN (6)

Susunan Panitia Seminar Nasional Olahraga Kesehatan dan Prestasi

Pelindung :

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

Penanggung Jawab:

Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga

Ketua	: Raden Argarini, dr, MKes
Wakil Ketua	: Kristanti Wanito W, dr, MSi
Sekretaris	: Irfiansyah Irwadi, dr, MSi
Sekretariat	: Miftachul/ Nurul Arifin
Bendahara	: Hayuris Kinandita S, dr, MSi
Acara	: Sundari Indah W, dr, Msi Kristanti Wanito W, dr, Msi
Ilmiah	: Prof Dr. Harjanto, JM, dr, AIF Harlina S, dr, MS Dr Elyana STP Asnar, dr, MS Dr Gadis Meinar Sari, dr, Mkes Lilik Herawati, dr, Mkes
Dokumentasi	: Dr Bambang Purwanto, dr, Mkes Muhamad Taufik K, S.Kom Otto Dodi
Akomodasi	: Tjitra Wardani, dr, MS Purwo Sri Rejeki, dr, Mkes Nuri Joko
Perlengkapan	: Eko Purbaya Katmidi

DAFTAR ISI

Susunan Panitia	Hal iii
Kata Pengantar	iv
Kata Sambutan Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga	v
Daftar Isi	vi
 Olahraga dan Kesehatan Tulang <i>Gadis Meinar Sari</i>	 1
 Implementasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Pada Prestasi Olahraga <i>Nurhasan</i>	 8
 Kombinasi Kalsitonin Salmon dan Latihan Fisik Intensitas Submaksimal Meningkatkan Ketebalan Lempeng Pertumbuhan Epifisis <i>Shinta Arisanti, Gadis Meinar Sari, Paulus Liben</i>	 16
 Kontribusi Kekuatan Otot Tungkai dan Kecepatan Reaksi terhadap Kemampuan Lari Cepat 60 Meter <i>AR.Shadiqin</i>	 24
 Metabolisme Energi Cabang Olahraga Atletik Lari 100 Meter <i>Alin Anggreni Ginting, Kristanti Wanito Wigati</i>	 29
 Dampak Media Televisi terhadap Pertumbuhan, Aktifitas Fisik dan Jajanan pada Siswa TK <i>Merawati Desiana, Andiana Olivia, Sugiharto</i>	 38
 Pengaruh Senam Aerobik Low Impact terhadap Lingkar Pinggang dan Kebugaran Jantung Paru pada Wanita Obesitas Abdominal dengan Polimorfisme 3826A>G GEN <i>UCP1</i> dan Tanpa Polimorfisme di Jakarta <i>Diniwati Mukhtar, Ermita Ilyas, Minarma Siagian, Nurhadi Ibrahim, Trihanggono Ahmad, Murdani Abdullah</i>	 45
 Sistem Energi pada Cabang Olahraga Atletik Nomer Lompat Jauh <i>Fuad Noor Heza, Irfiansyah Irwadi</i>	 50
 Suplementasi Allopurinol <i>Pre Exercise</i> untuk Meningkatkan	 58
	vi

Kombinasi Kalsitonin Salmon dan Latihan Fisik Intensitas Submaksimal Meningkatkan Ketebalan Lempeng Pertumbuhan Epifisis

Shinta Arisanti, Gadis Meinar Sari, Paulus Liben

Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga
Departemen Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Jl. Prof. Dr. Moestopo 47, Surabaya. Phone : +6231 5023621
Surel: sarigadis@yahoo.co.id

ABSTRACT

This laboratory experimental study used post test only control group design and was aimed to identify the role of salmon calcitonin administration and submaximal intensity of physical exercise on thickness of epiphyseal growth plate. Experimental animals used in this study were 6 - 8 weeks old growing male *Rattus norvegicus* rats of Strain Wistar. Those animals were divided randomly in to 4 groups and were treated as followed: 20IU/kg body weight/subcutaneous/day NaCl 0.9% to group K₀; 20IU/kg body weight/ subcutaneous/day of salmon calcitonin to group 2; submaximal intensity of physical exercise to group 3 and a combination between 20IU/kg body weight/subcutaneous/day of salmon calcitonin and submaximal intensity of physical exercise to group 4. After eight weeks, thickness of epiphyseal growth plate and bone length measured. It was found that the thickness of epiphyseal growth plate increased significantly on group 2 and 4, but there was no significant result on the group 3. In conclusion, combination between short-term salmon calcitonin and submaximal intensity of physical exercise has a beneficial effect on thickness of epiphyseal growth plate.

Keywords: Epiphyseal growth plate, Salmon calcitonin, Submaximal intensity of physical exercise

PENDAHULUAN

Prestasi atlet sepak bola Indonesia kurang optimal jika dibandingkan dengan atlet luar negeri, padahal atlet Indonesia banyak yang berbakat dan memiliki keterampilan yang tinggi. Pencapaian prestasi di bidang olahraga tidak hanya dipengaruhi oleh faktor bakat, keterampilan dan teknik yang baik, tetapi dipengaruhi juga oleh tinggi badan. Tinggi badan mempengaruhi lebarnya langkah dan tingginya

jangkauan lompatan, sehingga mempengaruhi performa atlet (Ratomir Durašković *et al.*, 2002).

Pertumbuhan tinggi badan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain hormonal dan latihan fisik. Faktor hormonal yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi badan salah satunya adalah hormon kalsitonin. Kalsitonin merupakan hormon polipeptida yang disekresikan oleh sel parafolikuler kelenjar tiroid pada mamalia dan kelenjar ultimobraskial pada ikan dan amfibi. Hormon kalsitonin yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi badan secara signifikan berasal dari ikan salmon, karena kalsitonin salmon memiliki potensi 40 - 50 kali dibandingkan hormon kalsitonin manusia (Azria, 1995).

Kalsitonin salmon merupakan suatu bahan potensial yang mempengaruhi pematangan dan kalsifikasi lempeng pertumbuhan epifisis terutama pada masa pertumbuhan. Pemberian kalsitonin salmon setiap hari selama 12 - 24 minggu pada masa pertumbuhan meningkatkan ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis. Ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis meningkat, maka pertumbuhan tinggi badan pun meningkat (Glowacki *et al.*, 1985; Ishikawa *et al.*, 1997; Khaldi *et al.*, 2005).

Respons pertumbuhan tulang secara longitudinal terhadap latihan fisik antara lain dipengaruhi oleh pembebanan, berat pembebanan, intensitas, dosis, frekuensi dan umur objek. Latihan fisik pada usia pertumbuhan yang mempengaruhi pertumbuhan tulang adalah latihan fisik dengan intensitas submaksimal karena risiko cedera rendah. Latihan fisik intensitas submaksimal adalah latihan fisik dengan intensitas 85% dari VO_2 maksimal (Fox, 1993; Bompaa, 1994; Bourrin *et al.*, 2005).

Lempeng pertumbuhan epifisis merupakan tempat terjadinya pertumbuhan tulang memanjang, sehingga pertumbuhan tinggi badan dipengaruhi oleh ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis (Apply, 2010). Lempeng pertumbuhan epifisis pada usai pubertas dapat diakselerasi dengan pemberian hormon, salah satunya kalsitonin salmon dan diberi beban fisik yang berupa latihan fisik intensitas submaksimal (Bourrin *et al.*, 2005; Khaldi *et al.*, 2005; Guyton, 2011).

METODE

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan *The post test only control group design* (Zainuddin, 2000). Penelitian menggunakan hewan coba tikus *Rattus norvegicus* strain *Wistar*, pada usia pertumbuhan, umur 6 - 8

minggu pada awal penelitian (Freudenberger, 1932 cit Sengupta 2011) dengan berat 85 ± 10 gram (Pass and Freeth, 1993 cit Sengupta 2011), berkelamin jantan, sehat dan diberi makanan standard *stock diet* dan air mineral kemasan tanpa adanya pembatasan. Besar sampel dalam penelitian berjumlah 28 ekor.

Sediaan kalsitonin salmon (*Miacalcic*) 100 IU/1 ml diencerkan dengan larutan NaCl 0,9% (cairan fisiologis) hingga volume 10 ml, sehingga jumlah total sediaan kalsitonin salmon menjadi 10 IU/ml. Dosis 20 IU/kgBB, diberikan 2ml/kgBB. Pengukuran waktu maksimal dilakukan dengan cara saat tikus mulai direnangkan dihitung waktunya sampai hampir tenggelam, yang ditandai dengan keluarnya gelembung besar pertama kali.

Pembagian kelompok hewan coba dilakukan randomisasi 28 ekor tikus, dibagi menjadi 4 kelompok masing-masing terdiri atas 7 ekor, yaitu: Kelompok 0 (kontrol) = tikus disuntik plasebo (cairan NaCl 0,9%) dengan dosis 2ml/kgBB/subkutan/hari dan tikus diletakkan pada bak berisi air setinggi kaki tikus selama 85% waktu maksimal berenang, 3x/minggu. Kelompok 1 = tikus diberi perlakuan dengan pemberian kalsitonin salmon 2ml/kgBB/subkutan/hari (20IU/kgBB/subkutan/hari) dan tikus diletakan pada bak berisi air setinggi kaki tikus selama 85% waktu maksimal berenang, 3x/minggu. Kelompok 2 = tikus diberi perlakuan beban latihan fisik intensitas submaksimal dengan cara berenang selama 85% waktu maksimal berenang, 3x/minggu dan disuntik plasebo (cairan NaCl 0,9%) dengan dosis 20IU/kgBB/subkutan/hari. Kelompok 3 = tikus diberi perlakuan dengan pemberian kalsitonin salmon 2ml/kgBB/subkutan/hari (20IU/kgBB/subkutan/hari) dan melakukan latihan fisik intensitas submaksimal dengan cara berenang selama 85% x waktu maksimal, 3x/minggu.

Setelah perlakuan terakhir dilakukan pengorbanan hewan dengan cara dekapitasi. Dilakukan pembuatan sediaan histologis dan pewarnaan tulang bahan sediaan. Pengukuran ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis dilakukan dengan mikroskop cahaya yang akan dihubungkan dengan komputer dan dengan menggunakan suatu program akan diukur dengan satuan μm untuk mengukur ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis.

Data hasil penelitian dilakukan analisis analitik menggunakan uji Anova. Hasil uji Anova yang signifikan akan dilanjutkan menggunakan *Post Hoc Tests* dengan LSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji statistik deskriptif ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis pada Tabel 1.2 didapatkan kelompok kontrol (K_0) rerata dan standar deviasi lebih rendah dibandingkan kelompok kalsitonin salmon (K_1), kelompok latihan fisik intensitas submaksimal (K_2) dan kelompok kombinasi (K_3) rerata.

Tabel 1. Rerata dan simpangan baku ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis (μm)

Variabel	Kelompok	Rerata \pm Standar deviasi
	K_0	1904,99 \pm 159,46
Ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis (μm)	K_1	2271,74 \pm 369,80
	K_2	2150,64 \pm 208,44
	K_3	2304,80 \pm 212,56

Keterangan : K_0 = kontrol; K_1 = Kalsitonin salmon; K_2 = Latihan fisik intensitas submaksimal; K_3 = kombinasi

Data hasil uji normalitas dan uji homogenitas terhadap ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis pada penelitian ini memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga telah memenuhi syarat normalitas dan homogenitas. selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan uji beda, yaitu uji anova yang bertujuan untuk melihat pengaruh perlakuan antar kelompok terhadap variabel tergantung. Hasil uji Anova pada ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis didapatkan nilai $p = 0,046$ ($p < 0,05$), kemudian dilanjutkan dengan menggunakan *Post hoc tests* dengan LSD.

Tabel 2. Hasil uji beda dengan LSD pada variabel ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis (μm)

Kelompok	p Ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis
K_0 vs K_1	0,020 ^{*)}
K_0 vs K_2	0,051
K_0 vs K_3	0,012 ^{*)}
K_1 vs K_2	0,660
K_1 vs K_3	0,824
K_2 vs K_3	0,509

Keterangan : K_0 = kontrol; K_1 = Kalsitonin salmon; K_2 = Latihan fisik intensitas submaksimal; K_3 = kombinasi; *) = signifikan

Tabel 1.3, pada variabel ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol dengan dengan

kelompok kalsitonin salmon $p=0,020$ ($p<0,05$), antara kelompok kontrol dengan kelompok kombinasi $p= 0,012$ ($p<0,05$).

Pertumbuhan tulang longitudinal dipengaruhi berbagai macam faktor antara lain faktor hormonal, mineral, latihan fisik, dan faktor lainnya. Pertumbuhan tulang memanjang hanya terjadi di lempeng pertumbuhan epifisis karena disitu terletak lempeng pertumbuhan. Salah satu hormon yang mempengaruhi pertumbuhan pada lempeng pertumbuhan epifisis adalah hormon kalsitonin. Kalsitonin bekerja dengan cara 1) menekan kerja hormon paratiroid (PTH) sehingga absorpsi tulang menurun dan kalsium tulang tinggi. Kalsitonin berikatan dengan reseptor pada membran osteoklas, secara langsung menghambat kerja osteoklas sehingga jumlah osteoklasnya menurun, kalsium dalam tulang tinggi, zona hipertropik dalam lempeng pertumbuhan epifisis menebal dan pembentukan tulang meningkat, 2) berikatan dengan reseptor yang terletak di osteoklas, sehingga osteoklas tidak lagi dapat menerima perintah dari PTH (sebagai *competitive-inhibitor* PTH), 3) dengan cara meningkatkan *subchondral bone turnover*. Pada *subchondral bone turnover* yang meningkat jumlah kondrosit akan meningkat, 4) merangsang peningkatan jumlah osteoblas. Kadar kalsium, sel osteoblas dan sel kondrosit yang meningkat, mempengaruhi ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis sehingga meningkat dan terjadi peningkatan pertumbuhan tulang memanjang.

Latihan fisik intensitas submaksimal dapat meningkatkan aliran darah keseluruh tubuh dan juga termasuk ke daerah lempeng pertumbuhan epifisis, sehingga osteoblas jumlahnya meningkat dan vaskularisasi juga meningkatkan proses diferensiasi dari sel kondrosit. Latihan fisik merangsang peningkatan jumlah hormon pertumbuhan dan meningkatkan kerja IGF-1 sehingga meningkatkan diferensiasi kondrosit dan jumlah osteoblas. Jumlah sel osteoblas dan kondrosit yang meningkat menyebabkan ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis juga meningkat dengan hasil akhir pertumbuhan tulang secara longitudinal meningkat.

Hasil *post hoc tests* yang menyatakan adanya perbedaan bermakna ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis antara kelompok kontrol dan kelompok pemberian kalsitonin salmon. Penelitian Khaldi *et al.*, 2005 mengungkapkan hal yang sama, dimana pemberian kalsitonin salmon dengan dosis 6IU/300gram berat badan tikus menambah jumlah kondrosit di zona hipertropik lempeng pertumbuhan epifisis, meningkatkan ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis dan mempercepat pertumbuhan longitudinal tulang panjang.

Pertumbuhan tulang tergantung pada proses osifikasi endokondral di kartilago lempeng pertumbuhan epifisis, letak proliferasi kondrosit, sintesis matriks dan ukuran kondrosit bertambah. Proses diferensiasi kondrosit ditentukan oleh kecepatan perubahan morfologi oleh karena

hipertropik sel tersebut dan ditentukan oleh perubahan yang menyebabkan mineralisasi matriks ekstraseluler. Sel ini pada awal memiliki potensi untuk berdiferensiasi menjadi sel hipertropik yaitu sel yang memiliki fungsi menyerupai sel hipertropik yang berkontribusi dalam pembentukan tulang (Zerga *et al*).

Penelitian Burch, 1985 menyatakan bahwa pemberian kalsitonin memiliki efek langsung terhadap kondrogenik dan menghambat pertumbuhan kartilago yang diawali dengan matriks kartilago dengan memulai proses hipertropik kondrosit dan matriks. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian oleh Lyritis, 2001, percepatan pertumbuhan skeletal pada hewan coba yang diberi kalsitonin yang ditandai dengan ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis, peningkatan laju pertumbuhan dan peningkatan panjang tulang.

Hasil *post hoc test* dengan LSD menunjukkan bahwa pemberian submaksimal tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis ($p=0,051$). Hal ini dipengaruhi oleh faktor hormonal, faktor pertumbuhan, dan kalsium yang adekuat serta latihan fisik (Salter, 1999). Latihan fisik menyebabkan stresor yang merangsang aksis untuk mensekresi hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan mempengaruhi hati untuk menghasilkan IGF-1, yang meningkatkan proliferasi dan diferensiasi kondrosit pada lempeng pertumbuhan.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa pertumbuhan tulang dipengaruhi oleh pemberian latihan fisik, namun perbedaannya pada tiap individu adalah rendah. Rendahnya perbedaan pertumbuhan individu mengindikasikan bahwa pertumbuhan

kalsitonin salmon meningkatkan jumlah kalsium dalam tulang karena menghambat kerja PTH, 3) efek latihan fisik intensitas submaksimal yang merangsang peningkatan hormon pertumbuhan dan vaskularisasi. Hormon pertumbuhan dan faktor pertumbuhan merupakan faktor yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan longitudinal tulang (Silverthorn, 2011). Latihan fisik akan menyebabkan *stressor* yang akan merangsang hipofisis anterior mensekresi hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan akan merangsang hati untuk menghasilkan IGF-1, yang akan meningkatkan kinerja sel osteoblas (Silverthorn, 2009, Guyton 2011). Hill *et al.*, 2007 menyatakan untuk mencapai pertumbuhan longitudinal tulang optimal diperlukan latihan fisik dan nutrisi yang baik, terutama asupan kalsium yang adekuat. Sinergisme antara pemberian kalsitonin salmon dengan latihan fisik intensitas submaksimal menghasilkan peningkatan ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis lebih signifikan dibandingkan pemberian kalsitonin saja.

SIMPULAN

Ketebalan lempeng pertumbuhan epifisis pada pemberian kalsitonin salmon dan latihan fisik lebih besar dibandingkan pemberian kalsitonin salmon saja atau dengan melakukan latihan fisik saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Apley and Salomon. 2010. *Apley's system of orthopaedics and fractures*; 8th edition.; Butterworth-Heinemann.
- Azria M, Copp D, Zanelli J. 1995. '25 years of salmon calcitonin: from synthesis to therapeutic use'. *Calcif Tissue Int* 57:405-408
- Bompa TO, 1994. *Theory and methodology of training, the key to athletic performance 3rd ed*. Iowa: Hunt Publishing Company, pp 24-26.
- Bourrin, 2005. 'Effects of genistein aglycone in osteoporotic; ovariectomized rat; a comparison with alendronate raloxifene oestradiol'.
- Đuraskovic .R, A. Joksimovic, S. 2002. 'Weight-height parameters of the 2002 world football championship participants'
- Federer, WT, 1955. 'Experimental design: theory and application'. *MacMilan. New York*. Dalam Hanafiah, KA. 1995. 'Rancangan percobaan teori dan aplikasi.'. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Fox EL. 1993. *The physiological basis exercise and sport 5th ed*. USA: MW. Crown Communication, pp 287-289, 430-436, 514.

- Glowacki J, Defetos L. 'The effects of calcitonin on cartilage growth'. In: Pecile A (ed). *Calcitonin. Elsevier Science Publisher*, 1985:205-211
- Guyton AC and Hall JE. 2006. *Textbook of Medical Physiology 11th ed.* Philadelphia: Elsevier Inc, pp 987-990.
- Ishikawa, 1997. *Principles of Bone Biology 3th ed.* Elsevier, 2008.
- Khaldi L, Th.Karachalios, Galanos A, Lyritis GP. 2005. 'Morphometric changes in the epiphyseal plate of the growing and young adult male rat after long-term salmon calcitonin administration'. *Calcif Tissue Int*, pp. 76:426-432.
- Ishikawa Y, Wu LN, Genge BR, Mwale F, Wuthier RE. 'Effects of calcitonin and parathyroid hormone on calcification of primary cultures of chicken growth plate chondrocytes'. *J Bone Miner Res* 1997; 12:356-366
- Lyritis G.P, Boscainos P.J. 2001. Perspective article 'Calcitonin effects on cartilage and fracture healing'. *J Musculoskeletal Neuron Interact* 2001;2(2):137-142.
- Specker BL. 'Evidence for an interaction between calcium intake and physical activity on changes in bone mineral density'. *J Bone Miner Res* 1996; 11: 1539-44.
- Sengupta, P. 2011. 'A scientific review of age determination for a laboratory rat : how old is it in comparison with human age?'. *Biomedecine International* 2:81-89.
- Silverthorn, D Ungloub. 2010. *Human Physiology. 5th ed.* Pearson Benjamin Cumming.
- Zainudin M. 2000. *Bahan Ajar Metodologi Penelitian.* Surabaya: Universitas Airlangga.
- Zerga B, Cermelli S, Bianco P, Cancedda R, Cancedda FD. 1999. 'Parathyroid hormone [PTH(1-34)] and parathyroid hormone-related protein [PTHrP (1-34)] promote reversion of hypertrophic chondrocytes to a prehypertrophic proliferating phenotype and prevent terminal differentiation of osteoblast-like cells'. *J Bone Miner Res* 148:1281-1289.