

ANALISIS KEMAMPUAN CITRA RADIOGRAFI PANAROMIK DALAM MENDETEKSI KERAPATAN TRABEKULA TULANG DENGAN MIKRO CT SEBAGAI BAKU STANDARD

*Image Analysis Capability
Of Detecting Panoramic Radiographic Trabecular Bone Density
As Standard With Standard Micro CT*

Azhari ¹, Suprijanto ², Hanifan Prafiadi ², Endang Juliastuti ²

¹ Universitas Padjadjaran, ² Institut Teknologi Bandung
email Korespondensi: azhariazhari79@yahoo.com

Abstrak

Penelitian Radiografi panoramik menggunakan analisa mikro struktur untuk deteksi kualitas tulang menggunakan Panoramik dengan Micro CT sebagai baku standard. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui akurasi Panoramik dalam mendeteksi trabekula tulang di regio kondilus, angulus mandibula dan regio molar dengan model tulang vertebrae dan tulang iga. Empat macam tulang vertebrae dan tulang iga sapi diletakkan pada lengkung rahang yang dibantu oleh model tengkorak terbuat dari plastik sebagai model lengkung tulang. Tulang diletakkan pada lengkung rahang bawah terbuat dari bahan plastik pada regio berbeda yaitu : regio kondilus (tulang 1), angulus mandibula (tulang 2) regio molar 2 dan molar 1 (tulang 4). Model tulang masing-masing mempunyai kerapatan berbeda lalu dilakukan pemotretan radiografi panoramik dengan posisi standard dan micro CT sebagai "gold standard". Dengan menggunakan Analisis fraction trabekula algoritma menggunakan software. Hasil penelitian didapatkan fraksi trabekular sebagai berikut: regio kondilus panoramik sebesar: 44.05%, Micro CT 39.63% , regio angulus panoramik 28.85% , micro CT 24.15% , dan regio molar 27.43%, micro CT 22.64% , rata-rata perbedaan 4,6%. Radiografi panoramik dapat digunakan untuk mendeteksi kelainan mikro struktur di regio kondilus.

Kata kunci: Micro CT, Panoramik,

Abstract

Panoramic radiographs using micro-structure analysis for the detection of bone quality using Panoramic with Micro CT as standard raw. The purpose of this study was to determine the accuracy in detecting trabecular bone Panoramic in the region of the condyle, the angle of the mandible and molar regions with models vertebrae and rib bones. Methods: Four kinds of bone vertebrae and ribs placed on the cow arch assisted by a plastic skull models as models of bone arch. Bone is placed in the lower arch is made of plastic materials in different regions are: region of the condyle (bone 1), angle of the mandible (bone 2) 2 molar and molar regions 1 (bone 4). Model of each bone has different densities, then shooting panoramic radiography performed with standard position and micro CT as the "gold standard". By using analysis of trabecular fraction algorithm using software. The study trabecular fractions obtained as follows: panoramic condyle region of: 44.05%, 39.63% Micro CT, region of the angle panoramic 28.85%, 24.15% micro CT, and molar region, 27.43%, 22.64% micro CT, difference average 4.6%. Panoramic radiographs can be used to detect abnormalities in the region of the micro structure of the condyle.

Keywords: Micro CT, Panoramic

Pendahuluan

Tepung Penggunaan Radiografi panoramik cukup meluas didunia bahkan di beberapa Negara maju dijadikan SOP dalam tindakan dokter gigi. Di USA pemakaian teknik radiografi 17 juta tiap tahun sedangkan Jepang 10 juta tiap tahun. 80% menggunakan teknik panoramik sebelum melakukan tindakan dokter gigi. Mempunyai beberapa kelebihan yaitu murah, akurasi cukup dan cakupan yang luas, mempunyai dosis radiasi relatif kecil jika dibandingkan menggunakan intra oral. Penggunaan radiografi panoramik yang mempunyai peran penting dalam membantu dalam diagnosa beberapa penyakit gigi dan tulang rahang. Perkembangan terakhir radiografi panoramik dapat dijadikan salah satu metoda untuk membantu dalam menentukan kualitas tulang. Penggunaan radiografi untuk menentukan kualitas tulang telah lama dilakukan, tetapi masih belum mendapatkan hasil yang optimal, salah satunya karena faktor *noise* dan *distorsi*. Dengan berkembangnya teknologi digital, memungkinkan radiografi dapat di proses sehingga dapat mengurangi bahkan dapat menghilangkan faktor pengganggu (*noise*) dengan menggunakan filter sehingga mikro morfologi menjadi jelas. Faktor lain yang berperan dari radiografi yang

tidak bisa dihilangkan adalah distorsi. Distorsi panoramik yang tidak bisa dihindarkan. Dari beberapa penelitian menghasilkan perbedaan besar distorsi, tetapi secara umum dikatakan bahwa regio P dan C mempunyai distorsi cukup besar yaitu 10,5%. Regio molar dan kondilus merupakan regio lebih baik karena merupakan bagian datar dan inklinasi gigi lebih tegak lurus bidang horizontal dibandingkan gigi anterior sehingga rata-rata regio posterior relatif lebih tegak lurus dengan sumber sinar x. Distorsi masih dapat ditoleransi bila kurang dari 10%. Micro CT 3D merupakan pencitraan dengan *high resolution* yang menggunakan sinar x. Dapat menampilkan struktur trabekula dengan resolusi sangat tinggi dan berkorelasi sangat baik dengan bentuk histologi morfologi tulang, sehingga dapat dijadikan sebagai baku standard. Kelemahannya hanya dapat dilakukan untuk laboratorium dan radiasi cukup tinggi tidak dapat dilakukan untuk pasien secara langsung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui radiografi panoramik regio posterior (kondilus dan molar) dengan menggunakan Analisa mikromorfometri panoramik dengan menggunakan Micro CT sebagai baku standard.

Pengolahan Citra

Pengolahan citra sangat diperlukan pada masing-masing citra yang dihasilkan oleh radiografi X-ray dan microCT. Hal ini dikarenakan ketidakmampuan perangkat lunak untuk menganalisis citra mentah yang dihasilkan, oleh karena itu -citra tersebut perlu diberikan perlakuan agar penghitungan indeks kerapatan dapat dilakukan. Metode pengolahan citra yang diperlukan adalah teknik pemfilteran dan segmentasi.

Filterisasi background noise citra X-ray

Dalam setiap citra panoramik yang dihasilkan dari X-ray radiografi pasti akan terdapat *background noise* mengingat dalam setiap alat X-ray radiografi pasti terdapat distorsi yang dapat menyebabkan munculnya *noise*. *Background noise* yang dimaksud dapat berupa titik, ataupun noda warna. Noise ini menyebabkan suatu citra menjadi sulit dianalisis karena dapat mengakibatkan hilangnya sebagian informasi dari citra tersebut. Supaya citra dapat dianalisis dengan benar adalah dengan mengurangi *noise* pada citra. Teknik untuk mengurangi *noise* ini yang disebut dengan teknik filterisasi. Secara umum, teknik filterisasi ini adalah menghilangkan titik ataupun noda warna yang mengganggu pada suatu citra, titik ini dapat dimodelkan sebagai impuls ataupun sebagai variable yang kontinu. Variabel kontinu inilah yang dapat dikurangi dengan teknik *filter Gaussian*.

Efek dari *filter Gaussian* adalah membuat citra menjadi lebih halus, mengurangi intensitas variasi antara satu piksel dan yang lainnya. Nilai standar deviasi *Gaussian* akan menentukan kehalusan dari gambar.

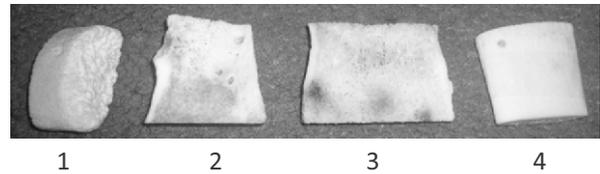
Filter Gaussian merepresentasikan nilai rata-rata dari beberapa piksel di area tertentu, semakin besar nilai piksel rata-rata maka titik tengah semakin dekat. Hal inilah yang menyebabkan *filter Gaussian* dapat membuat gambar lebih halus dibandingkan filter lainnya. *Filter Gaussian* bekerja berdasarkan prinsip *low-pass frequency filters*, atau dapat diartikan juga bahwa *filter Gaussian* menghilangkan komponen frekuensi tinggi dari citra.

Segmentasi Citra

Pada suatu citra biasanya setiap piksel memiliki nilai kegelapan yang berbeda-beda, dan perbedaan kegelapan inilah yang membuat suatu citra dapat memberikan perbedaan antara informasi yang akan diberikan dan latar belakang dari citra. Namun, yang jadi akar permasalahan dari citra yang dihasilkan dari baik *microCT* ataupun radiografi panoramik adalah informasi yang berusaha diberikan oleh citra sulit dibedakan dengan latar belakang citranya. Oleh karena itu, pada citra tersebut perlu diberikan perlakuan agar informasi yang didapat bisa dianalisis lebih lanjut. Salah satu teknik yang biasa digunakan untuk memisahkan informasi dari citra dengan latar belakang adalah teknik segmentasi *threshold*. Pada teknik *threshold* ini latar belakang yang nilai keterangannya menuju 1 akan diseragamkan menjadi bernilai 1 (putih), sedangkan citra yang memvisualisasikan informasi yang nilai keterangannya menuju 0 akan diseragamkan sehingga memiliki nilai 0 (hitam)

Metode

Untuk membuat phantom sebagai objek uji evaluasi kerapatan tulang, digunakan tulang iga sapi. Digunakan empat potongan tulang iga sapi, dengan dipilih tiap jenis sampel yang diperkirakan memiliki tingkat kerapatan mineral tulang yang berbeda.

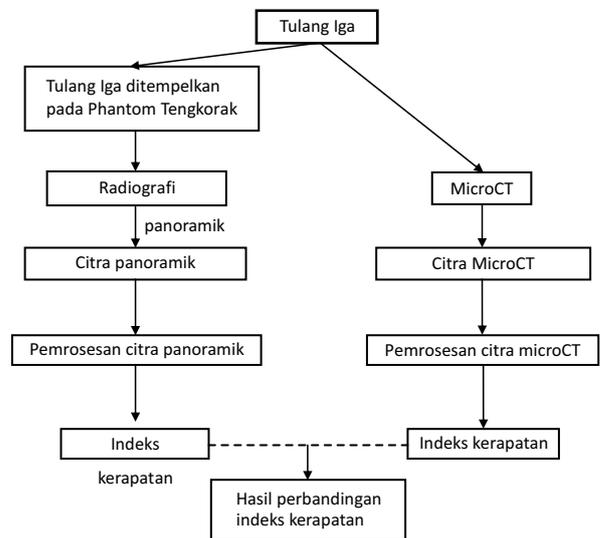


Gambar 3.1 Keempat sampel tulang iga yang digunakan pada eksperimen

Tabel 3.1. Dimensi sampel tulang

No	Sampel	Dimensi (cm ³)
1	Tulang 1	2.5x3x1
2	Tulang 2	1.2x3x1.5
3	Tulang 3	3x3x1.2
4	Tulang 4	2.5x2.5x1

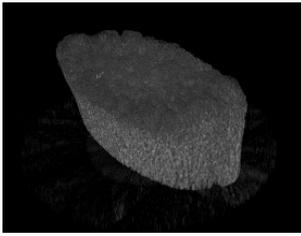
Pada penelitian ini, dua jenis prosedur evaluasi yang berbeda diaplikasikan terhadap keempat sampel tulang tersebut yaitu prosedur penentuan standar kerapatan dengan menggunakan *microCT* dan prosedur klinis yang umum dilakukan berupa pengambilan citra panoramik. Dari kedua prosedur tersebut akan dihasilkan dua citra mentah, yang masih memerlukan pemrosesan lebih lanjut dengan menggunakan perangkat lunak.



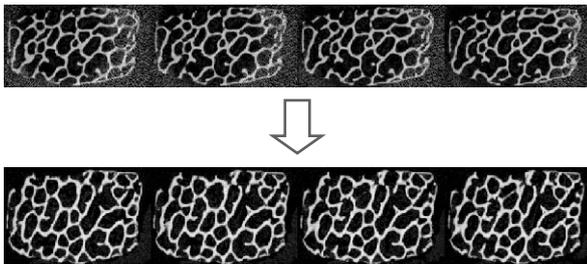
Gambar 3.2 Rancangan penelitian secara umum

Seperti yang telah dijelaskan di atas, untuk menentukan standar acuan kerapatan keempat sampel tulang tersebut, prosedur pertama yang dilakukan adalah pemindaian dengan *microCT*, seperti yang akan dijelaskan pada sub bab berikut ini. Proses pemindaian sampel pada *microCT* memakan waktu kurang lebih 15 menit, bergantung terhadap dimensi sampel objek. Setelah proses pemindaian tersebut dilakukan, citra hasil pemindaian akan diolah lebih lanjut dengan metode rekonstruksi citra. Hasil dari pindaian *microCT* ini adalah rangkaian citra 2-dimensi yang berjumlah-

total sekitar 500 citra terpisah seperti yang ditunjukkan Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Hasil citra 3-dimensi dari pindaian microCT



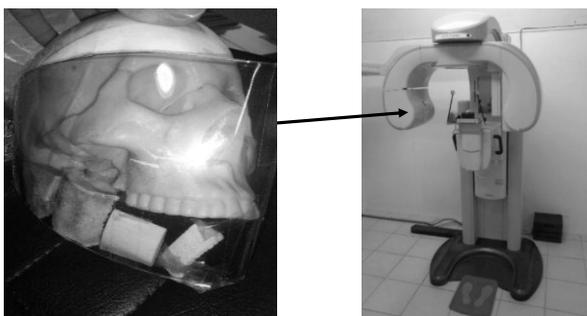
Gambar 3.4. Contoh hasil rekonstruksi citra dari pindaian microCT

Pada fase ini yang dilakukan adalah seluruh citra 2-dimensi disegmentasi dengan menggunakan parameter isodata agar citra menjadi lebih jelas untuk kemudian dapat dihitung fraksi kerapatannya.

Setelah selesai dihitung fraksi kerapatannya maka keempat sampel tulang tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat kerapatan. Setelah standar indeks kerapatan setiap tulang didapatkan, langkah selanjutnya adalah prosedur evaluasi kerapatan keempat tulang tersebut dengan menggunakan prosedur klinis standar, yaitu dengan menggunakan radiografi gigi panoramik.

Analisis Radiografi Panoramik

Setelah hasil analisis penghitungan kerapatan tulang dari hasil pemindaian microCT diperoleh, langkah berikutnya adalah pemindaian dengan menggunakan X-ray radiografi panoramik. Radiografi panoramik adalah alat yang ditujukan untuk mendiagnosis kelainan pada gigi dan tulang rahang. Diperlukan modifikasi terhadap keempat sampel tulang tersebut dengan cara menempelkan keempat tulang tersebut pada kondilus dan lengkung rahang bawah phantom tengkorak. Phantom tengkorak ini kemudian diletakkan di X-ray radiografi sesuai dengan posisi standard teknik panoramik Gambar 3.5



Gambar 3.5. Ilustrasi phantom tengkorak yang diletakkan di radiografi panoramik

Phantom tengkorak yang digunakan adalah alat peraga tengkorak yang terbuat dari bahan plastik. Phantom tengkorak dimodifikasi agar citra panoramik yang dihasilkan akan menjadi lebih optimal. Bagian rahang bawah tengkorak yang seharusnya dijadikan tempat untuk menempel keempat sampel tulang menggunakan kaca plastik. Penggunaan plastik ini ditujukan untuk mengurangi *background noise*.

Setelah masing-masing tulang disegmentasi, proses *image enhancement* pada setiap citra dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Jasc Paint Shop Pro 9 agar selanjutnya dapat analisis dengan *software* dengan bantuan *toolbox Scientific Image Processing diImage*. Selanjutnya keempat citra tulang diolah menggunakan *filter Gaussian* untuk mengurangi *background noise* pada citra tersebut. Pengurangan *background noise* ini penting karena kehadiran *background noise* akan menyulitkan proses analisis. Setelah didapatkan suatu citra yang sudah dikurangi *background noise*-nya, metode segmentasi dengan parameter *fixed* digunakan untuk memperjelas daerah pengamatan pada *Region of Interest (ROI)*.

Setelah selesai proses segmentasi, maka tulang dapat dihitung kerapatannya dengan menggunakan *Software*. Cara perhitungan indeks kerapatan ini adalah dengan membandingkan informasi dari citra yang berwarna putih dengan latar belakang citra yang berwarna hitam setelah selesai dilakukan pemrosesan citra.

Hasil Dan Pembahasan

Pemindaian dengan MicroCT

Penghitungan indeks kerapatan tulang dapat dilakukan setelah pengolahan citra selesai dilakukan. Kemudian penentuan urutan citra yang relevan untuk dianalisis akan memengaruhi ketepatan nilai perhitungan indeks kerapatan dari setiap sampel tulang. Tabel 4.1 menunjukkan salah satu irisan citra dari setiap tulang sebelum dan setelah disegmentasi berikut dengan Indeks kerapatannya.

Tabel 4.1 Indeks Kerapatan pemindaian dengan microCT

No	Sampel	Contoh salah satu citra sebelum segmentasi	Contoh salah satu citra setelah segmentasi	Indeks kerapatan rata-rata
1	Tulang 1			CEBÖÇÄ (Indeks rata-rata diambil dari 429 data)
2	Tulang 2			ÇÇEBÖÄ (Indeks rata-rata diambil dari 132 data)
3	Tulang 3			ÇÇEBÖÇÄ (Indeks rata-rata diambil dari 153 data)
4	Tulang 4			ÇÇEBÖEÄ (Indeks rata-rata diambil dari 214 data)

Radiografi Panoramik

Pemindaian dengan radiografi panoramik bertujuan untuk mengevaluasi potensi klinis dari radiografi panoramik sebagai metode alternatif untuk deteksi dini osteoporosis. Hasil dari perhitungan indeks kerapatan tulang setelah pemindaian dengan radiografi panoramik akan dibandingkan dengan hasil dari pemindaian dengan microCT, untuk setelah itu dianalisis bagaimana potensi klinis dari radiografi panoramik untuk mendeteksi osteoporosis. Tabel 4.2 menunjukkan urutan pengolahan citra panoramik beserta dengan indeks kerapatannya

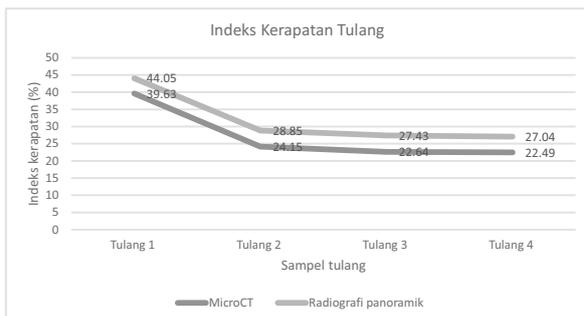
Tabel 4.2. Indeks Kerapatan pemindaian dengan Radiografi panoramik

No	Sampel	Contoh salah satu citra sebelum segmentasi	Contoh salah satu citra setelah segmentasi	Indeks kerapatan rata-rata
1	Tulang 1			39.63% (Indeks rata-rata diambil dari 429 data)
2	Tulang 2			24.15% (Indeks rata-rata diambil dari 132 data)
3	Tulang 3			22.64% (Indeks rata-rata diambil dari 153 data)
4	Tulang 4			22.49% (Indeks rata-rata diambil dari 214 data)

Setelah penghitungan indeks kerapatan tulang dengan radiografi panoramik, maka hasil perhitungan indeks kerapatan dari kedua metode tersebut dibandingkan, dengan Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 juga menunjukkan kecenderungan hasil dari setiap metode pemindaian beserta perbandingan hasil indeks kerapatannya

Tabel 4.2. Indeks Kerapatan pemindaian dengan Radiografi panoramik

No	Sampel	Indeks Kerapatan Tulang (%)		Perbedaan (%)
		MicroCT	Radiografi Panoramik	
1	Tulang 1	39.63	44.05	4.42
2	Tulang 2	24.15	28.85	4.70
3	Tulang 3	22.64	27.43	4.79
4	Tulang 4	22.49	27.04	4.55



Gambar 4.4. Grafik indeks kerapatan tulang pemindaian microCT dan radiografi panoramik

Tabel 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa hasil pindaian terhadap keempat sampel tulang menunjukkan indikasi yang sama. Hasil pindaian dengan radiografi panoramik menunjukkan bahwa adanya kecenderungan yang sama dari nilai indeks kerapatan dibandingkan dengan hasil pindaian dari microCT. Selain kecenderungan yang sama, Tabel 4.4 juga menunjukkan bahwa hasil perhitungan indeks kerapatan tulang berdasarkan microCT ataupun radiografi panoramik menghasilkan perbedaan rata-rata 4,6%. Distorsi radiografi dibawah 10% masih dapat diterima (Langland).

Secara umum perbedaan antar regio di posterior yaitu regio kondilus, angulus dan molar relatif sama. Berdasarkan Urutan besarnya distorsi pada tulang 1 (4,42%) regio angulus , tulang 4 (4,55%) regio kondilus , tulang 3 (4,70) molar2 dan tulang 2 (4,79) molar 1 dan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti antar regio di posterior. Sehingga analisis yang dihasilkan dengan menggunakan radiografi panoramik memiliki potensi untuk menjadi metode alternatif untuk deteksi dini osteoporosis.

Simpulan

- » Dari percobaan ini dapat diketahui bahwa radiografi panoramik dapat digunakan untuk menjadi metode alternatif deteksi dini osteoporosis dengan hasil perbandingan indeks kerapatan tulang menunjukkan kecenderungan yang sama, dengan perbedaan persentase sekitar 4,6% jika dibandingkan dari hasil microCT sebagai baku standard.
- » Berdasarkan hasil perbandingan dengan hasil pemindaian microCT, radiografi panoramik dengan Analisis pola trabekula menggunakan *Software* terbukti dapat digunakan untuk menjadi metode alternatif deteksi dini osteoporosis.

Daftar Pustaka

Friedlander A H, Norman KM , Farman A G , *Panoramik Radiographic Detection of Systemic Disease . Panoramic Radiology . Springer 2007 : 171-180.*

White SC and Rudolf J.D. *Digital analysis of trabecular pattern in jaws of patients with sickle cell anemia.* Journal Dentomaxillofacial Radiology 2000, 29 : 119-124

Taguchi A, Tsuda M , Ohtsuka M, Kodama I, Sanada M, Nakamoto T. *Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women.* Width and morphology of inferior cortex of the mandible. Journal Dentomaxillofacial Radiology . 1996. 25 : 263-267

Arifin, AZ , Asano , A Taguchi; T Nakamoto; M .Ohsuka ;K Tanimoto . *Aided system for measuring the mandibular cortical width on panoramic radiographs in osteoporosis diagnosis.* Proceeding of the SPIE Medical imaging 2005 . 5747 : 813-821.

Arifin AZ , Dwi Izzatul Millih, Imam cholissodin, Indra lukmana . *Enhancement of trabecular bone on Dental Panoramic Radiografic Using Multiscale Line Operator ICAKSIS, 2011.*

Arifin Az, Asano A, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Tsuda. *Line strength measurement for trabecular bone analysis of mandible on panoramic radiographs.* Proceeding of the international workshop on advanced image technology. 2010, Kuala Lumpur , Malaysia : 1-5.

Amer Eshak Maha ,Min –Suk Heo , Sharon L Brooks , Erika Benavides , *Anatomical variations of trabecular bone structure in intra oral radiographs and particle count analyses.* Imaging Scine in Dentistry. 2012 : 42: 5-12.

Amoriq Y v, Guedon J, Norman N, Arlicot A, Bendech Y, Weiss P . *Bone texture Analysis on dental radiographe image.* Result with

- several angulated radiographs on the same ROI , J SPIE medical Image ,2011.
- Langland, O.E and Robert P.L.. *Principles of Dental Imaging*. Philadelphia. A Walters Kluwer Company. 2000
- Kachelriess, Marc. Micro-CT. [book auth.] *Semmler W. and M. Schwaiger*. Molecular Imaging I. Berlin . Springer-Verlag, 2008 : 25-26.
- Frommer, H.H. *Radiology for Dental Auxilliaris*. 6th ed. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc. . 2000.
- Hoe Huh Kyung, Seon Baik J , Jin Yi Won. *Fractal analysis of mandibular trabecular bone . optimal tile sizes for the tile counting method*. Imaging Science in Dentistry 2011 : 41 : 71-
- Graets WG, Van der Stelt PF. *Fractal properties of bone Dentomacillofacial Radiologi 2000*, 29: 144-53.
- Watanabe PCA, J.P.M.Issa, TM. Oliveira, S,A,C. Monteiro, M.M. Iyomasa. S.C.H.Regalo, and S. Siessere. *Morphodigital study of the mandibular trabecular bone in panoramic radiograph*. Int. J. Morphol, 2007; 25(4): 875-800
- White SC . *Change in in trabecular pattern of and hip fracture rate in elderly women . Dentomaxillofacial Radiology 2005 : 34 : 168 - 174*
- White, S.C. and M.J. Pharaoah. *Oral Radiology Principles and interpretation*. Fifth edition. St Louis: Mosby inc. 2004 : 96-99
- Stauber and Muller R . *Age related changes in trabecular bone microstructure. global and lokal morphometry . J osteoporosis internasional , 2005 : 10. 25-6*
- Yang jie, Pham SM and Crabbe DL. *Effects of estrogen deficiency on rat mandibular and tibial microarchitecture . J maxilla facial radiology , 2003 , Dental journal ,vol43,3 2010 , 107-112. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2012 17(4): 624–632.*
- Arifin AZ , Yuniarti A, Dewi L R , Asano A , Taguchi A , Nakamoto T , Razak A , Studiawan H. *Computer aided diagnosis for osteoporosis based on trabecular bone analysis using panoramic radiographs*, Dental journal, (43) , 2010: 107-112.
- Muller R , Nazarian SM, *Element based morphometric characterization of trabecular bone*. J. Trans Europ Orthop Res Soc (12), 2002 : 89-93.