

LAPORAN PENELITIAN

Perbandingan Hasil Penilaian Ketebalan Korteks dengan Menggunakan *Mental Index* pada Pasien Wanita Berdasarkan Kelompok Umur 30-70 Tahun

(Comparison of Cortical Thickness Assessment Result by Using Mental Index on Women Patients Based on Age Group of 30-70 Years)

Edward Perdana Putra*, Sarianoferni**, Endah Wahjuningsih***

*Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya

**Radiologi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

***Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

ABSTRACT

Background: The osteoporosis risk can be detected through the width of cortical mandible and porosity which can be seen in panoramic radiography. One of measurement methods using panoramic radiography in assessing the quality of bone and observing symptom of resorption and osteoporosis by utilizing Mental Index. Mental Index is a method in counting the average width of cortex under foramen mentale because thin mandible might correlates with decreasing of bone density. **Purpose:** To compare the assessment result of the cortex thickness by using Mental Index on women patient based on age of group (aged 30-70) at RSGM FKG Hang Tuah University, Surabaya. **Materials and Methods:** In this research, panoramic radiography of women patients aged 30 to 70 were used with utilizing radiomorfometri Mental Index to assess the mandibular cortical thickness manually using a digital caliper (accuracy of 0,01mm). **Result:** Based on One Way ANOVA assessment, $p=0.000$ value was found in which it means that there was a significant difference from the result of cortical thickness assessment in age of groups using Mental Index based on panoramic radiography of women patients aged 30-70 at RSGM FKG Hang Tuah University, Surabaya. **Conclusion:** The assessment of cortical thickness by using Mental Index on women patients who experienced a decrease bone density in the age of 56-70 years old and which is compared with previous three groups of age, 30-35 years old, 36-45 years old and 46-55 years old and out of 93 panoramic radiographies, 11 panoramic radiographies were detected osteoporosis or the percentage of osteoporosis occurrence based on Mental Index was 12%.

Keywords: Panoramic radiography, mandibular cortical thickness, mental Index, osteoporosis

Correspondence: Sarianoferni, Department of Radiologi, Faculty of Dentistry, Hang Tuah University, Arif Rahman Hakim 150, Surabaya, Phone 031-5945864, 5912191, Email: sarianoferni@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Resiko osteoporosis dapat terdeteksi melalui parameter lebar kortikal mandibula dan porositas yang dapat dilihat pada radiografi panoramik. Pengukuran dengan menggunakan radiografi panoramik dalam menilai kualitas tulang dan mengobservasi tanda dari resorpsi dan osteoporosis salah satunya dengan menggunakan Mental Index. Mental Index merupakan perhitungan rata-rata lebar korteks dibawah foramen mentale karena korteks mandibula yang tipis dikorelasikan dengan penurunan densitas tulang. **Tujuan:** Untuk membandingkan hasil penilaian ketebalan korteks dengan menggunakan Mental Index pada pasien wanita berdasarkan kelompok umur 30-70 tahun di RSGM FKG Universitas Hang Tuah Surabaya. **Bahan dan Metode:** Penelitian ini menggunakan radiografi panoramik pasien wanita umur 30-70 tahun dengan menggunakan radiomorfometri Mental Index untuk menilai ketebalan korteks mandibula secara manual dengan menggunakan kaliper digital (ketelitian 0,01mm). **Hasil:** Berdasarkan uji One Way ANOVA diperoleh nilai $p=0.000$ yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna dari hasil penilaian ketebalan korteks antar kelompok umur menggunakan Mental Index berdasarkan radiografi panoramik pasien wanita berumur 30-70 tahun di RSGM FKG Universitas Hang Tuah Surabaya. **Simpulan:** Penilaian ketebalan korteks dengan menggunakan Mental Index pada pasien wanita mengalami penurunan densitas tulang pada kelompok umur 56-70 tahun yang dibandingkan dengan tiga kelompok umur sebelumnya yaitu kelompok umur 30-35 tahun, 36-45 tahun dan 46-55 tahun dan sebanyak 11 radiografi panoramik atau 12% dari total 93 radiografi panoramik yang terdeteksi osteoporosis berdasarkan Mental Index

Kata kunci: Radiografi panoramik, ketebalan korteks mandibula, mental Index, osteoporosis

Korespondensi: Sarianoferni, Bagian Radiologi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Arif Rahman Hakim 150, Surabaya, Telepon 031-5912191, Email: sarianoferni@gmail.com

PENDAHULUAN

Panoramic Radiology menjadi populer pada tahun 1960-an dengan pengenalan mesin panoramik yang mampu memperlihatkan struktur gigi secara keseluruhan dan struktur pendukungnya dalam satu film.¹ Radiografi panoramik atau *pantomography* adalah teknik radiografi yang menghasilkan gambaran tunggal dari struktur wajah, termasuk lengkung rahang atas dan bawah serta struktur pendukungnya.² Radiografi panoramik dapat memberikan informasi letak kanalis mandibularis dan sinus maksilaris dalam hubungan dengan tulang alveolar, dapat juga menganalisis ketinggian tulang alveolar, struktur

vital dan kondisi patologis yang ada.³ Radiografi panoramik dapat digunakan untuk memeriksa kondisi gigi geligi, sendi temporomandibular, struktur rahang dan jaringan pendukungnya serta menunjukkan bahwa radiografi panoramik juga mempunyai manfaat tambahan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi osteoporosis atau dengan kondisi densitas mineral tulang yang rendah.^{4,5} Resiko osteoporosis dapat terdeteksi melalui parameter lebar kortikal mandibula dan porositas yang dapat dilihat pada radiografi panoramik.⁶

Pengukuran dengan menggunakan radiografi panoramik dalam menilai kualitas tulang dan mengobservasi tanda dari resorpsi dan osteoporosis salah satunya dengan

menggunakan *Mental Index*.^{5,7,8} *Mental Index* merupakan perhitungan rata-rata lebar korteks dibawah *foramen mentale* karena korteks mandibula yang tipis dikorelasikan dengan penurunan densitas mineral tulang.⁵ Penurunan densitas mineral tulang didiagnosis berdasarkan pada perubahan ketebalan tulang kortikal dan kepadatan basis mandibula yang merupakan gejala penting adanya osteoporosis.⁹

Definisi osteoporosis menurut World Health Organization (2004) adalah kelainan tulang secara sistemik yang ditandai berupa massa tulang yang rendah dan kerusakan mikroarsitektur jaringan tulang yang menyebabkan kerapuhan tulang dan mengakibatkan meningkatnya resiko fraktur.¹⁰ Osteoporosis merupakan hilangnya massa tulang dan bukan perubahan kandungannya.¹¹ Osteoporosis juga ditandai oleh resorpsi tulang yang melebihi pembentukan tulang dimana penyebabnya bersifat multifaktorial tetapi paling umum berkaitan dengan usia lanjut dan menopause.¹²

Penurunan kepadatan pada tulang dimulai sejak umur 35 tahun.¹³ Penurunan massa tulang yang jauh lebih besar lagi terjadi menjelang menopause atau beberapa tahun sebelumnya yang terkait dengan penurunan kadar hormon estrogen.¹⁴ Penurunan kepadatan mineral tulang dapat menyebabkan terjadinya osteoporosis dimana kejadiannya lebih banyak terjadi pada wanita postmenopause dihubungkan dengan penurunan level estrogen secara cepat.⁹ Proses osteoporosis dibagi menjadi empat stadium. Stadium pertama terjadi pada usia 30–35 tahun dimana jumlah osteoblas dan osteoklas seimbang dan mengalami penurunan

pada usia 35–45 tahun yang disebut stadium kedua. Stadium ketiga yang dialami pada usia 45–55 tahun dimana tulang sudah mulai rapuh dan kemungkinan fraktur bisa terjadi hingga menjadi stadium keempat pada usia diatas 55 tahun dimana kerja osteoblas sudah menurun sementara osteoklas tetap aktif.¹⁵

Penelitian Ledgerton tahun 1997 menyatakan bahwa *Mental Index* mengalami penurunan berdasarkan umur dan lebih rendah pada wanita dibandingkan pria dan lebih rendah pada pasien dengan osteoporosis dibandingkan dengan wanita yang sehat.¹⁶ Ledgerton *et al.* (1999) menyatakan wanita di Inggris menunjukan nilai *Mental Index* mengalami penurunan pada usia 45-49 tahun hingga dekade keenam.¹⁷ Penelitian yang dilakukan oleh Mostafa *et al.* (2011) juga menyatakan bahwa *Mental Index* mengalami penurunan secara signifikan pada wanita berdasarkan umur.¹⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Elbert (2014) pada 76 pasien wanita berusia 50 tahun keatas di RSGM FKG UHT diperoleh 15 orang terdeteksi mengalami osteoporosis atau persentase terjadinya osteoporosis berdasarkan *Mental Index* adalah 19.7%.¹⁹

Penelitian yang dilakukan oleh Hardanti *et al.* (2011) menyatakan bahwa kualitas tulang mandibula berdasarkan ketebalan korteks pada pasien wanita dan pria dengan kelompok umur 40-60 tahun menggunakan pengukuran radiomorfometri *Mental Index* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antar kedua kelompok tersebut.²⁰ Indeks mandibula seperti jumlah kehilangan gigi, resorpsi tulang alveolar, penebalan lamina dura, ketebalan kortikal pada

mandibula dan morfologi pada *Mandibular Inferior Cortex* (MIC) menjadi berguna dalam screening untuk mengetahui penurunan densitas mineral tulang. Pemeriksaan radiografi pada mandibula dapat merupakan proses yang efektif dalam mendiagnosis osteoporosis secara dini.²¹

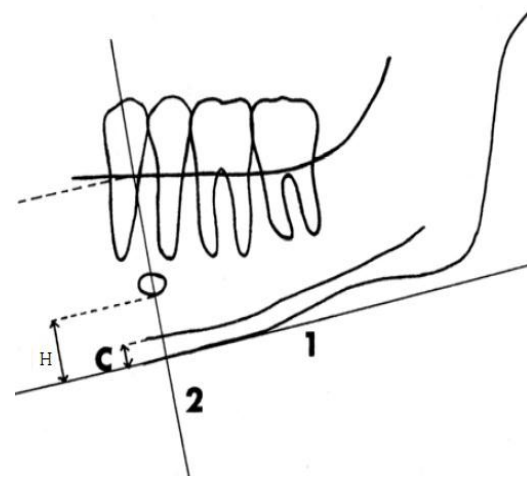
Berdasarkan latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian guna mengetahui perbandingan penilaian ketebalan korteks dengan menggunakan *Mental Index* pada pasien wanita di RSGM FKG UHT berdasarkan data radiografi panoramik pasien sebanyak 93 radiografi panoramik dengan kriteria umur 30-70 tahun karena pada umumnya puncak massa tulang terjadi pada usia 30-an dan setelah itu mengalami penurunan memasuki umur 40 tahun dan hormon estrogen wanita akan turun 2-3 tahun sebelum menopause timbul dan terus berlangsung sampai 3-4 tahun setelah menopause.²² Penurunan aktivitas, sekresi estrogen yang rendah, diet, ras dan hereditas mempunyai peran dalam hubungannya antara umur dan penurunan massa tulang.¹⁵

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Radiologi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya. Sampel penelitian menggunakan hasil radiografi panoramik pasien wanita. Kriteria sampel : wanita, umur 30–70 tahun dengan kondisi geligi *fully dentate* dan *partially edentulous*, data sampel memenuhi kriteria radiografi

yang berkualitas atau layak diagnosis meliputi densitas film, kontras dan dapat dilihat secara jelas pada bagian tepi mandibula, tepi ramus mandibula, *proc. Condylodeus*, *foramen mentale* serta tidak adanya *ghost image*.¹⁸

Alat dan bahan yang digunakan adalah penggaris busur, kaliper dengan ketelitian 0,01mm, kertas kalkir dan pensil.



Gambar 1. Cara pengukuran ketebalan korteks. Keterangan gambar 1: menarik garis sepanjang bagian inferior dari mandibula. 2: membuat garis tegak lurus melewati bagian tengah *foramen mentale* sehingga bersinggungan dengan garis batas inferior mandibula. H: jarak antara batas inferior mandibula dan batas inferior *foramen mentale*. C: ketebalan korteks mandibula (MI).²³

Berdasarkan pengukuran radiomorfometri *Mental Index* apabila hasil pengukurannya $\leq 3,1\text{mm}$ maka pasien dinyatakan osteoporosis.^{7,16}

HASIL

Data dari hasil penelitian di deskripsikan sebagai berikut

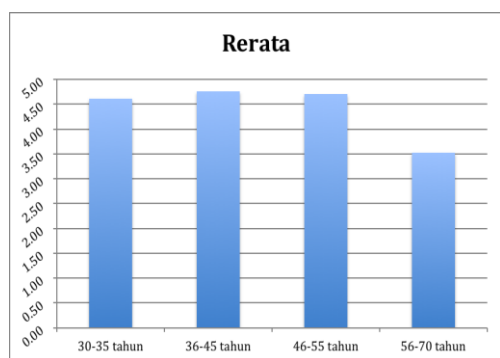
Tabel 1. Rerata dan Standar Deviasi Ketebalan Korteks Mandibula Terhadap Umur

Umur	Mean (mm)	S.D
30-35 tahun	4.6138	0.99080
36-45 tahun	4.7532	0.81194
46-55 tahun	4.6991	1.09365
56-70 tahun	3.5230	0.78061

Tabel 2. Hasil Penilaian Osteoporosis berdasarkan radiomorfometri Mental Index

Umur	Osteoporosis	Tidak Osteoporosis	Total
30-35	2	22	24
36-45	0	25	25
46-55	2	21	23
56-70	7	14	21
Jumlah	11	82	93
Prevalensi	12%	88%	100%

Berdasarkan tabel 2 hasil penilaian osteoporosis dan tidak osteoporosis berdasarkan radiomorfometri Mental Index dapat dilihat bahwa persentase osteoporosis secara keseluruhan pada kelompok umur 30-70 tahun sebanyak 12% atau 11 radiografi panoramik yang terdeteksi osteoporosis dan 88 % atau 82 radiografi panoramik yang tidak terdeteksi osteoporosis

**Gambar 2.** Grafik rerata ketebalan korteks mandibula pada masing-masing kelompok umur

Berdasarkan gambar 2 grafik rerata ketebalan korteks mandibula dapat dilihat bahwa nilai ketebalan korteks paling besar didapatkan pada

umur 36-45 tahun, kemudian diikuti umur 46-55 tahun serta umur 30-35 tahun. Nilai ketebalan korteks terendah terjadi pada umur 56-70 tahun.

Data penelitian yang terdistribusi normal dan variansnya homogen kemudian dianalisis dengan menggunakan uji parametrik yaitu dengan menggunakan uji *One way ANOVA* dengan derajat kemaknaan $p < 0,05$. Uji *One way ANOVA* digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai ketebalan korteks antar kelompok umur.

Tabel 3. Hasil Uji *One Way ANOVA*

<i>One Way ANOVA</i>	
Variabel	Sig.
Ketebalan	0.000

Hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan ketebalan korteks yang bermakna antar setiap kelompok umur. Untuk melihat perbedaan ketebalan korteks yang bermakna pada masing masing kelompok, maka dilakukan analisis *Post Hoc* dengan uji LSD. Berdasarkan hasil uji LSD diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai ketebalan korteks yang bermakna antara kelompok umur 30-35 tahun dengan 56-70 tahun, 36-45 tahun dengan 56-70 tahun dan 46-55 tahun dengan 56-70 tahun. Hal ini dikarenakan nilai signifikansinya yaitu 0,000 ($p < 0,05$). Sedangkan antara kelompok umur 30-35 tahun dengan 36-45 tahun, 30-35 tahun dengan 46-55 tahun dan 36-45 tahun dengan 46-55 tahun tidak terdapat perbedaan bermakna karena nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$).

PEMBAHASAN

Pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa puncak rata-rata

ketebalan korteks mandibula tertinggi pada kelompok umur 36-45 tahun sebesar 4,75 mm dibandingkan kelompok umur 30-35 tahun yaitu sebesar 4,61 mm dimana pada wanita massa tulang mencapai puncaknya pada umur 30. Oleh sebab itu seharusnya pada kelompok umur 30-35 tahun merupakan rata-rata tertinggi ketebalan korteks tetapi dari hasil penelitian didapatkan bahwa kelompok umur 36-45 tahun merupakan rata-rata tertinggi ketebalan korteks. Hal ini dapat dipengaruhi oleh rendahnya asupan kalsium yang dikonsumsi oleh subjek penelitian yang dimana rendahnya asupan kalsium merupakan faktor resiko densitas mineral tulang yang rendah. Pada kelompok umur 36-45 tahun merupakan rata-rata tertinggi ketebalan korteks, hal ini bisa disebabkan oleh karena subjek penelitian mempunyai kebiasaan mengkonsumsi vitamin dan kalsium yang baik setiap harinya dan diimbangi aktivitas fisik dalam hal ini olahraga yang teratur sehingga dapat meningkatkan kepadatan tulang. Pada kelompok umur 46-55 tahun mengalami penurunan ketebalan korteks yaitu 4,69 mm yang diikuti penurunan secara signifikan pada kelompok umur 56-70 tahun sebesar 3,52 mm yang dipengaruhi oleh menurunnya kadar estrogen didalam tubuh yang disebabkan oleh menopause serta faktor pemicu lainnya misalkan stress yang dapat memperparah menurunnya kadar estrogen dalam tubuh.

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa dari total 93 pasien yang dilakukan pengukuran ketebalan korteks didapatkan bahwa 11 pasien terdeteksi osteoporosis berdasarkan radiomorfometri *Mental Index* atau sebanyak 12% yang

terdeteksi osteoporosis. Pada kelompok umur 30-35 tahun terdapat 2 pasien terdeteksi osteoporosis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyawati *et al.* (2011) untuk mengkaji hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan status densitas mineral tulang pada perempuan dewasa muda usia 25-35 tahun didapatkan tidak ada hubungan yang bermakna antara Indeks Massa Tubuh dan densitas mineral tulang tetapi pengaruh asupan kalsium yang rendah merupakan faktor resiko terjadinya densitas mineral tulang yang rendah. Asupan Ca < 500mg/hari berisiko dua kali mengalami densitas mineral tulang yang rendah.²⁴

Kelompok umur 36-45 tahun tidak terdapat pasien yang terdeteksi osteoporosis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramayulis (2008) pada wanita muda usia 35-40 tahun untuk mengetahui hubungan asupan vitamin A, C dan mineral Ca, P, Zn serta rasio asupan Ca dan P dengan densitas mineral tulang didapatkan bahwa wanita muda dengan asupan vitamin A, C dan kalsium, fosfor, seng yang baik cenderung untuk memiliki skor BMD (*Bone Mineral Density*) lebih tinggi dibanding wanita muda dengan asupan nutrisi yang kurang.²⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Kosnayani (2007) juga menyatakan adanya hubungan positif yang kuat dan bermakna antara asupan kalsium, aktivitas fisik dan indeks massa tubuh dengan kepadatan tulang tetapi asupan kalsium dan aktivitas fisik memberikan pengaruh yang positif terhadap kepadatan tulang.²⁶

Kelompok umur 46-55 tahun terdapat 2 pasien yang terdeteksi osteoporosis sedangkan pada kelompok umur 56-70 tahun terdapat 7 pasien yang terdeteksi osteoporosis.

Salah satu penyebab utama adanya pasien yang terdeteksi osteoporosis pada kelompok umur 46-55 tahun dan 56-70 tahun yaitu menurunnya kadar estrogen dalam tubuh yang dibutuhkan untuk pembentukan tulang dan mempertahankan massa tulang. Menurunnya kadar estrogen ini disebabkan wanita mengalami masa menopause pada usia sekitar 45 – 50-an dan akan terus berlanjut 3-4 tahun setelah menopause atau yang disebut *postmenopause*.¹⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Faridah (2009) pada kelompok wanita *postmenopause* yang melakukan Senam Pencegahan Osteoporosis menyatakan bahwa ada pengaruh positif keikutsertaan dalam senam dimana senam dapat merangsang pembentukan tulang melalui efek langsung dari tarikan otot terhadap tulang (*muscle pumping action*).²⁷

Penurunan kadar estrogen memegang peranan penting terjadinya menopause sebagai penyebab menurunnya massa tulang. Estrogen mencegah osteoporosis dengan menghambat efek stimulasi sitokin pada osteoklas.²⁰ Estrogen berperan dalam menurunkan sekresi sitokin proinflamasi oleh monosit serta sumsum tulang seperti IL-1, TNF- α , dan IL-6. Sitokin proinflamasi ini berguna untuk menstimulasi perekrutan dan aktivitas osteoklas melalui peningkatan RANKL dan menurunkan ekspresi OPG. OPG dan RANKL juga dipengaruhi oleh hormon lain (paratiroid, testosteron, glukokortikoid), vitamin D dan faktor pertumbuhan.²⁸

Penurunan aktivitas fisik, penurunan sekresi estrogen, pola makan, ras dan hereditas memegang peranan penting dalam hubungan antara umur dengan hilangnya massa

tulang.¹⁸ Hasil studi yang telah dilakukan oleh Zlataric *et al.* (2002) menunjukkan bahwa nilai *Mental Index* akan mulai menurun secara tajam pada wanita jika dibandingkan dengan pria.²⁹ Mandibula aktif secara fungsional seiring dengan aktivitas metabolik tulang. Perubahan pada distribusi fungsional pada mandibula mengakibatkan hilangnya massa tulang mandibula.³⁰

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mostafa *et al.* (2010) dalam hubungan antara dental status dan *Mental Index* menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara pasien *fully dental*, *partially edentulous* dan *completely edentulous*.¹⁸ Hal ini disebabkan karena pengaruh perubahan pada dental status diperkirakan akan menyebabkan perubahan morfologi pada *alveolar crest* dan bukan pada ketebalan korteks mandibula.³¹

Penyakit paru obstruktif kronis, diabetes melitus, hiperparatiroid, *gastrectomy*, leukimia, *multiple myeloma* dan penggunaan terapi hormon glukokortikoid lebih dari 3 bulan, terapi penggantian hormon yang berlebihan (*thyroxine*, *hydrocortisone*) telah diidentifikasi sebagai faktor resiko osteoporosis.³² Ledgerton *et al.* (1999) melaporkan bahwa umur mempunyai hubungan yang signifikan dengan *Mental Index*. *Mental Index* mencerminkan perubahan yang berkaitan dengan usia yang terjadi pada korteks mandibula inferior di kedua regio. Perbedaan nilai rata-rata ketebalan korteks dipengaruhi oleh populasi yang berhubungan etnis.¹⁷

Sebuah studi yang melakukan penelitian ketebalan tulang pada regio mental menunjukkan bahwa *Mental Index* menurun dengan peningkatan umur, lebih rendah pada individu

berkulit putih dibanding individu berkulit hitam, lebih rendah pada wanita dibanding pria dan lebih rendah pada pasien wanita dengan osteoporosis dibandingkan individu wanita sehat.⁴

SIMPULAN

Ketebalan korteks dengan menggunakan *Mental Index* pada pasien wanita mengalami penurunan pada kelompok umur 56-70 tahun yang dibandingkan dengan tiga kelompok umur sebelumnya yaitu kelompok umur 30-35 tahun, 36-45 tahun dan 46-55 tahun. Dari total 93 radiografi panoramik yang dilakukan penelitian sebanyak 11 radiografi panoramik terdeteksi osteoporosis berdasarkan pengukuran radiomorfometri *Mental Index* atau sebanyak 12% dari total 93 radiografi panoramik yang terdeteksi osteoporosis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Johnson, O.N., McNally, M.A., Essay, C.E. 2003. Essentials of Dental Radiography. Edisi 7. New Jersey: Pearson Education Inc.
2. White, S.C & Pharoah, M.J. 2004. Oral Radiology Principles and Interpretation. Edisi ke-5. Missouri: Mosby. P. 191.
3. Nikneshan, S., Sharafi, M., Emadi, N. 2013. Evaluation of The Accuracy of Linear and Angular Measurements on Panoramic Radiographs Taken at Different Positions. Imaging Science in Dentistry, 43: 191-6. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24083213>. Diakses 3 April 2014.
4. Dagistan, S & Bilge, O.M. 2010. Comparison of Antegonial index, Mental index, Panoramic Mandibular Index And Mandibular Cortical Index Values In The Panoramic Radiographs Of Normal Males And Male Patients With Osteoporosis. Dentomaxillofacial Radiology 39: 290-294. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3520250/>. Diakses 10 April 2014.
5. Hastar, E., Yilmaz, H.H., Orhan, H. 2011. Evaluation of Mental Index, Mandibular Cortical Index and Panoramic Mandibular Index on Dental Panoramic Radiographs in the Elderly. European Journal of Dentistry, 5: 67-69. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3019752/>. Diakses 4 April 2014.
6. Govindraju, P & Chandra, P. 2014. Radiomorphometric Indices of the Mandible - An Indicator of Osteoporosis. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 8(3): 198-195. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24783135>. Diakses 2 April 2014.
7. Gaur, B., Chaudhary, A., Wanjari, P.V., Sunil. M.K., Basavaraj, P. 2013. Evaluation Of Panoramic Radiographs As a Screening Tool of Osteoporosis in Post Menopausal Women. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 7(9): 2055-2051. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24179941> Diakses 29 Maret 2014.
8. Lopez, J.L., Devesa, A.E., Salas, E.J., Montero, R.A., Vaquero, C.G. 2011. Early Diagnosis of Osteoporosis By Means of Orthopantomograms and Oral X-rays: a systematic review. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21743400>. Diakses 2 April 2014.
9. Jagelaviciene, E., Kubilius, R., Krasauskiene, A. 2010. The Relationship Between Panoramic Radiomorphometric Indices of The Mandible and Calcaneus Bone Mineral Density. Medicina Kaunas, 46(2). Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20440082> . Diakses 6 April 2014.
10. World Health Organization. 2004. WHO Scientific Group Technical Report: Assesment of Osteoporosis at the primary Health Care Level. Geneva. Available from <http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf>. Diakses 2 April 2014.
11. Rubenstein, D., Wayne, D., Bradley, J. 2003. Kedokteran Klinis. Edisi ke-6. Jakarta: Erlangga.
12. Ganong, W.F. 2008. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi ke-22. Jakarta: EGC. P. 372.
13. Abhyankar, S.S & Shriram, R. 2012. Orthopentogram Based Osteoporosis Prediction. International Journal of Engineering Research and Applications, 2(6): 758-753. Available from

- http://www.ijera.com/papers/Vol2_issue6/DI26753758.pdf. Diakses 10 April 2014.
14. Cosman, F. 2009. Osteoporosis Panduan Lengkap Agar Tulang Anda Tetap Sehat. Yogyakarta: Bentang Pustaka. H. 25.
 15. Waluyo, S. 2009. 100 Questions & Answers Osteoporosis. Jakarta: Elex Media Komputindo. H. 31-26.
 16. Bajoria, A.A., Asha, M.L., Babshet, M., Patil, P., Naveen, S. 2013. Bone Mineral Density Measurement Of The Jaws. Journal of Investigative Dental Sciences. Available from <http://www.iprobegrp.com/cmgiids/IPROBEJIDS.0000004.php>. Diakses 8 April 2014.
 17. Ledgerton, D., Horner, K., Devlin, H., Worthington, H. 1999. Radiomorphometric Indices of the Mandible in a British Female Population. Dentomaxillofac Radiol, 28: 181-173.
 18. Mostafa, R.A., El-Ashiry, M.K., Farid, M.M. 2011. Effect of Age, Sex, and Dental Status on Mental and Panoramic Mandibular Indices of The Mandible. Egyptian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2: 26-22. Available from http://journals.lww.com/eaoms/Abstract/2011/04000/Effect_of_age_sex_and_dental_status_on_mental.5.aspx. Diakses 3 Juni 2014.
 19. Putra, E.D.S. 2014. Perbandingan Hasil Deteksi Osteoporosis Antara Mental Index Dan Osteometer Berdasarkan Radiografi Panoramik Pasien Wanita RSGM Universitas Hang Tuah Surabaya. Skripsi, Universitas Hang Tuah, Surabaya.
 20. Hardanti, S., Azhari., Oscandar, F. 2011. Description of Mandibular Bone Quality Based on Measurements of Cortical Thickness Using Mental Index of Male and Female Patients Between 40-60 years old. Imaging Science in Dentistry, 41: 151-3.
 21. Vlasidis, K.Z., *et al.* 2008. Relationship Between BMD, Dental Panoramic Radiographic Findings and Biochemical Markers of Bone Turnover in Diagnosis of Osteoporosis. The European Menopause Journal, 59: 233-226. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18342460>. Diakses 29 Maret 2014.
 22. Tandra, H. 2009. Segala Sesuatu Yang Harus Anda Ketahui tentang Osteoporosis. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. H. 8.
 23. Marandi, S., Bagherpour, A., Imanimoghaddam, M., Hatef, M.R., Haghighi, A.R. 2010. Panoramic-Based Mandibular Indices and Bone Mineral Density of Femoral Neck and Lumbar Vertebrae in Women, 7(2). Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21998782>. Diakses 17 Agustus 2014.
 24. Setyawati, B., Prihatini, S., Rochmah, W., Pangastuti, R. 2011. Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Densitas Mineral Tulang Pada Perempuan Dewasa Muda. The Journal of Nutrition and Food Research, 34(2) : 103-93.
 25. Ramayulis, R. 2008. Hubungan Asupan Vitamin, Mineral Dan Rasio Asupan Kalsium Dan Fosfor Dengan Kepadatan Mineral Tulang Kalkaneus Wanita Muda. Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
 26. Kosnayani, A.S. 2007. Hubungan Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik, Paritas, Indeks Massa Tubuh Dan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pascamenopause. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
 27. Faridah, V.N. 2009. Pengaruh Senam Pencegahan Osteoporosis Terhadap Nilai Densitas Tulang Pada Wanita Postmenopause Di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Jurnal Surya, 1(2): 55-46.
 28. Darmastuti, F., Ampaisa, A.P., Astuti, R., Ratih, R.T., Az-Zahrah, F. 2011. Patogenesis dan Manajemen Osteoporosis. Refrat Interna, Universitas Negeri Surakarta, Solo.
 29. Zlataric, K.D., Celebric, A., Kobler, P. 2002. Relationship Between Body Mass Index and Local Quality of Mandibular Bone Structure in Elderly Individuals. J Geontol A Biol Sci Med, 57: 593-588.
 30. Martin, R.B., Burr, D.B., Sharkey, N.A. 1998. Skeletal Tissue Mechanics. New York: Springer. P. 134.
 31. Ghosh, S., Vengal, M., Pai, K.M. 2009. Remodeling of The Human Mandible In The Gonial Angle Region: A Panoramic, Radiographic, Cross-Sectional Study. Oral Radiology, 25: 5-2.
 32. Vlasidis, K.Z., *et al.* 2007. Mandibular Radiomorphometric Measurements as Indicators of Possible Osteoporosis in Postmenopausal Women. The European Menopause Journal, 58: 235-226.