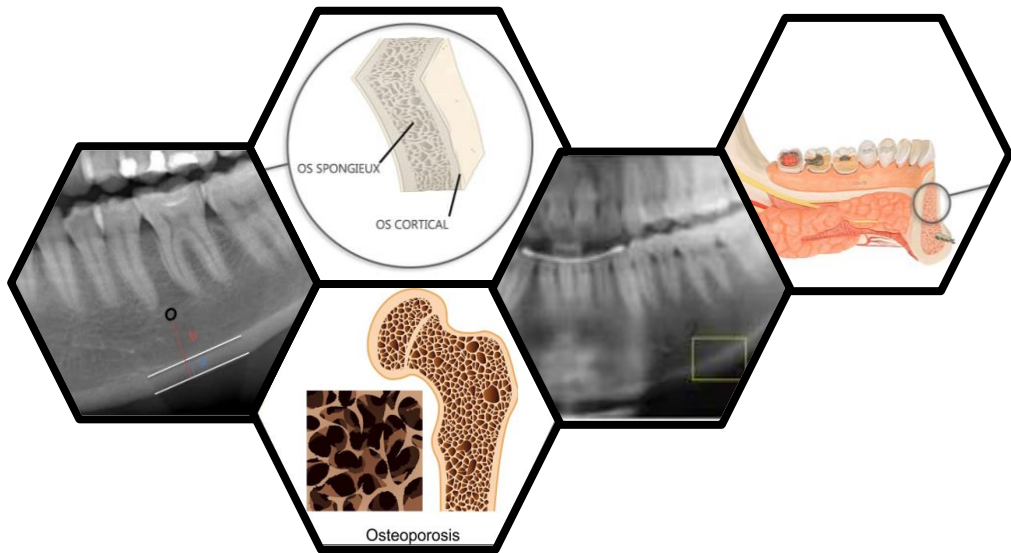


**Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui  
Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko  
Osteoporosis**

**Quantification Analysis of Mandibular Cortical and Trabecular Bone Through  
Radiographic Examination of Changes in Bone Structure and Risk of  
Osteoporosis**



**IRFAN SUGIANTO**

**J075212006**



**PROGAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui  
Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko  
Osteoporosis**

**IRFAN SUGIANTO  
J075212006**



**PEMBIMBING:**

1. Prof. Dr.drg. Barunawaty Yunus., Sp.R.K.G. Subsp. RDP (K)
2. drg. Fadhilil Ulum AR., Sp.R.K.G. Subsp. RP (K)

**PENGUJI:**

1. Dr. Haris Nasutianto, drg., M. Kes., Sp.RKG., Subsp.RDP (K)
2. Dr. Lusi Epsilawati, drg., M. Kes., Sp.RKG., Subsp.RP (K)
3. Muhammad Irfan Rasul. Drg., Sp.BM., Subsp. C.O.M.F(K)

**PROGAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui  
Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko  
Osteoporosis**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Spesialis  
Program Studi Radiologi Kedokteran Gigi

Disusun dan diajukan oleh

**IRFAN SUGIANTO  
J075212006**

kepada

**PROGAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
PROGRAM STUDI RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**TESIS**

**Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui  
Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko  
Osteoporosis**

**IRFAN SUGIANTO  
J075212006**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Profesi Spesialis-1 pada  
tanggal 4 Desember 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS  
RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Barunawaty Yunus, drg., M.Kes.,  
Sp.RKG., SubSp. RadD(K)  
NIP 196412091991032001

Pembimbing Pendamping

Fadhliil Ulum A. Rahman, drg., Sp.RKG.,  
Subsp. Rad-P (K)  
NIK 198712302022035001

Ketua Program Studi (KPS)  
PPDGS Radiologi Kedokteran Gigi FKG-UNHAS

Prof. Dr. Barunawaty Yunus, drg., M.Kes.,  
Sp.RKG., SubSp. RadD(K)  
NIP 196412091991032001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Hasanuddin



Irfan Sugianto, drg., M.Med.Ed., Ph.D  
NIP 198102152008011009

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul **Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko Osteoporosis** adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing Prof. Dr. drg. Barunawaty Yunus, M.Kes.; Sp.R.K.G., Subsp. R.D.P(K) sebagai Pembimbing Utama dan Fadhlil Ulum A. Rahman, drg., Sp.RKG., Subsp. Rad-P (K) sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 4 Desember 2024



## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "**Analisis Kuantifikasi Tulang Kortikal dan Trabekular Mandibula Melalui Pemeriksaan Radiografi Terhadap Perubahan Struktur Tulang Dan Risiko Osteoporosis**" ini dengan baik.

Tesis ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. drg. Barunawaty Yunus, M.Kes., Sp.R.K.G., Subsp. R.D.P(K) dan Fadhliil Ulum A. Rahman, drg., Sp.RKG., Subsp. Rad-P (K), selaku pembimbing utama dan pendamping yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berarti dalam proses penyusunan tesis ini.
2. **Muh. Irfan Rasul, drg., Ph.D., Sp.BM.M. Subsp C.O.M. (K)**. sebagai Penguji Pertama,. **Dr. Haris Nasutianto, drg., M.Kes., Sp.RKG., Subsp.RDP(K)** sebagai Penguji Pertama **III. Dr. Lusi Epsilawati, drg., M.Kes., Sp. RKG., Subsp.RP(K)**, selaku penguji dalam ujian tesis yang telah memberikan kritik dan saran konstruktif untuk penyempurnaan penelitian ini.
3. **Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin**, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
4. Keluarga Istri tercinta Adzani Umar dan anak saya Kimiko Alliya Ananda Irfan, dan khususnya orang tua saya, **Abdul Malik dan Manasi**, yang selalu mendoakan, mendukung, dan menjadi sumber semangat terbesar saya.
5. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan yang selalu memberikan motivasi, bantuan, dan dukungan selama proses penyusunan tesis ini.

Semoga segala kebaikan, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan kepada saya mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Saya juga menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun sangat saya harapkan.

Dengan penuh harapan, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang radiologi kedokteran gigi.

Makassar, 4 Desember 2024

Penulis,

**Irfan Sugianto**  
J075212006

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	<b>v</b>
<b>DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA</b> .....	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Hipotesis Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Kerangka Teori	5
1.7 Kerangka Konsep	6
<b>BAB II METODE PENELITIAN</b> .....	<b>7</b>
2.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	7
2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	7
2.3 Sampel Penelitian	7
2.4 Definisi Operasional Variabel	8
2.5 Alat dan Bahan	8
2.6 Prosedur Penelitian	8
2.7 Analisis Data	9
2.8 Etik Penelitian	9
2.9 Alur Penelitian	10
<b>BAB III HASIL PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	<b>17</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>19</b>
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran	19
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>20</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Rata-rata dan standar deviasi yang diukur .....	11
<b>Tabel 2.</b> Rata-rata dan standar deviasi berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin .....	12
<b>Tabel 3.</b> Rata-rata dan standar deviasi berdasarkan indeks dan jenis kelamin (Cortical Index) .....	13
<b>Tabel 4.</b> Hubungan antara variabel sampel terhadap umur.....	16



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
<b>Gambar 1.</b> Kerangka Teori.....	5
<b>Gambar 2.</b> Kerangka Konsep.....	6
<b>Gambar 3.</b> Alur Penelitian .....	10
<b>Gambar 4.</b> Sebaran Data Perubahan spesifik usia dan jenis kelamin pada pria dan wanita Cortical Width.....	14
<b>Gambar 5.</b> Sebaran Data Perubahan spesifik usia dan jenis kelamin pada laki-laki dan perempuan pada pemeriksaan Foramen-Inferior Border .....	14
<b>Gambar 6.</b> Sebaran Data Perubahan spesifik usia dan jenis kelamin pada laki-laki dan perempuan pada pemeriksaan Mandibular indeks .....	15
<b>Gambar 7.</b> Sebaran Data Perubahan spesifik usia dan jenis kelamin pada laki-laki dan perempuan pada pemeriksaan Fractal Dimension .....	15

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Osteoporosis merupakan penyakit yang memiliki hubungan erat terhadap kondisi individu. Beberapa dampak yang ditimbulkan dari penyakit osteoporosis erat kaitannya dengan resiko tulang pinggul patah, lengan bawah dan tulang belakang terutama pada individu yang memiliki kondisi penyakit kardiovaskuler. Tingginya prevalensi dan kejadian osteoporosis pada individu berkolerasi dengan pengobatan akan penatalaksanaan penyakit pasien. Tuntutan seperti itu, pada dasarnya perlu untuk ditingkatkan serta memperluas jangkauan pengembangan fasilitas dalam penentuan diagnosis dan penilaian osteoporosis.<sup>1-3</sup>

Resiko osteoporosis pada setiap individu sebagian besar mengalami patah tulang yang tidak teridentifikasi dan diobati. Di Korea, resiko patah tulang akibat osteoporosis seumur hidup diperkirakan sebesar 59.5% dan 23.8% pada Wanita dan pria berusia di atas 50 tahun masing-masing.<sup>4</sup> Selain itu, angka kematian patah tulang pinggul pun meningkat sekitar 16% dan 28% dalam waktu 1 dan 2 tahun, masing-masing. Oleh karena itu, diagnosis pada suatu tahap awal akan sangat penting dilakukan dalam mendeteksi penyakit serta mampu mencegah patah tulang osteoporosis pada pria dan Wanita terutama dari kelompok demografi yang berbeda.

5

Radiografi panoramik merupakan salah satu modalitas pencitraan yang banyak digunakan dalam bidang oral dan maksilofasial untuk mendeteksi kondisi tulang rahang.<sup>6</sup> Selain itu, radiografi panoramik dapat diperluas ke dalam dimensi ketiga untuk memperoleh informasi lebih akurat terkait kuantitas geometri tulang kortikal dan trabekuler berdasarkan metode x-ray physics transformation method.<sup>7</sup> Perubahan tulang akan dapat terjadi sehingga perlu untuk dilakukan deteksi dini pada radiografi gigi karena laju pembentukan tulang yang tinggi selama proses pembentukan tulang alveolar.<sup>8,9</sup> Pengukuran radiografi panoramik gigi, seperti mandibular cortical index (MCI) atau bentuk, mandibular cortical width (MCW) atau mental index (MI), panoramic mandibular index (PMI), sudut gonial, dan fractal

dimension (FD) kortikal serta tulang trabekular, telah dilakukan untuk membedakan antara individu dengan atau tanpa osteoporosis. Saat ini, pengukuran ketebalan kortikal dan FD telah terbukti efektif dalam menganalisis mikroarsitektur tulang.<sup>10,11</sup> Akan tetapi beberapa penelitian masih membutuhkan penelitian lebih lanjut terkait hal ini. Namun, disadari bahwa daerah mandibula memiliki tingkat pengukuran klinis yang jauh lebih tinggi dibandingkan daerah rahang atas.<sup>12</sup>

Mandibular cortical width (MCW) merupakan salah satu metode pengukuran dari foto radiografi panoramik yang biasa digunakan mendeteksi osteoporosis dengan mengukur pengurangan korteks mandibula inferior pada wanita dengan kepadatan mineral tulang/bone mineral density (BMD) rendah atau osteoporosis.<sup>13</sup> MCW juga bermanfaat dalam mendeteksi osteoporosis dan patah tulang pinggul, karena pengeroposan tulang yang seragam diamati pada tulang kortikal mandibula dan pinggul. Pengurangan lebar rata-rata tulang kortikal dapat diamati pada wanita berusia antara 50 dan 70 tahun, dibandingkan dengan pria dari kelompok umur yang sama. Demikian pula, ditemukan bahwa estimasi tulang kortikal adalah sama efektifnya pada pria dan wanita, untuk mendeteksi perubahan osteoporosis.<sup>14</sup>

Penelitian terbaru terkait analisis kemampuan diagnostik tulang mandibula menjelaskan bahwa MCW akan lebih efektif pada wanita dibandingkan pada pria.<sup>11</sup> Estimasi FD tulang mandibula adalah indikator lain yang umum digunakan dalam analisis struktur tulang. Ada banyak penelitian tentang penggunaan FD tulang trabekuler dalam mengidentifikasi wanita dengan BMD rendah atau osteoporosis. Nilai FD tulang trabekuler adalah ditemukan lebih menonjol dalam mendeteksi perubahan osteoporosis pada subjek perempuan Brasil pascamenopause.<sup>15</sup> Beberapa penelitian mengungkapkan hubungan antara pengukuran radiografi dan penurunan kortikal mandibula untuk mengidentifikasi BMD rendah atau osteoporosis yang tidak terdeteksi.<sup>12,16,17</sup> Namun, beberapa penelitian melaporkan evaluasi penurunan kortikal mandibula tidak cocok dan tidak berkorelasi dengan BMD mandibula atau rahang atas untuk membedakan antara individu osteoporosis dan normal.<sup>12</sup> Selain itu, sudah ada beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat

pengerosan tulang meningkat seiring bertambahnya usia, yang mungkin saja terjadi berbeda antara pria dan Wanita.<sup>11,12,18</sup>

Untuk mengetahui terkait perubahan pada kekuatan tulang individu, penting untuk memahami terkait rentang nilai geometri tulang kortikal dan trabekuler serta kontribusinya pada tiap individu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur MCW dan FD pada daerah molar, premolar, dan anterior tulang trabekuler menggunakan radiografi panoramik digital (DPR) dari tulang trabekuler pada pasien RSGM Unhas untuk menganalisis variasi variabel-variabel dan hubungannya dengan kelompok umur yang berbeda, dan juga menyelidiki interaksi tindakan MCW dan FD dengan evaluasi kategori MCI.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hasil analisis kuantitatif MCW dan MI pada kelompok laki-laki dan perempuan dari berbagai kelompok umur?
2. Bagaimana hasil analisis fractal dimension pada kelompok laki-laki dan perempuan dari berbagai kelompok umur?
3. Bagaimana hasil analisis MCW, MI dan FD dalam hubungannya dengan kriteria Cortical index?

## **1.3 Hipotesis Penelitian**

H0: Tidak terdapat perbedaan variabel penilaian antara laki-laki dan perempuan pada berbagai kelompok umur

H1: Terdapat perbedaan variabel penilaian antara laki-laki dan perempuan pada berbagai kelompok umur

## **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Tujuan Umum

Menganalisis secara kuantitatif kualitas tulang alveolar mandibula menggunakan radiografi panoramik.

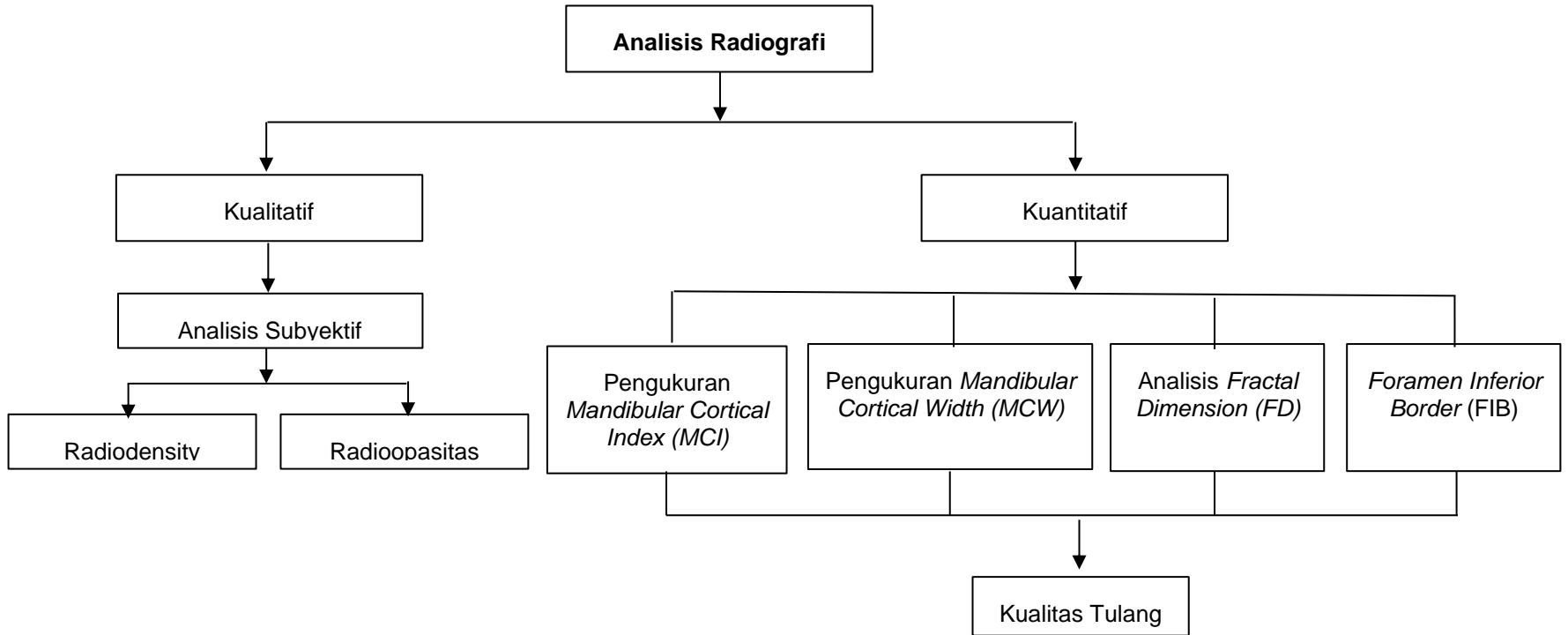
## 2. Tujuan Khusus

Mengetahui risiko terjadinya penurunan kualitas tulang melalui berbagai macam metode kuantitatif pada laki-laki dan perempuan pada berbagai macam kelompok umur.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

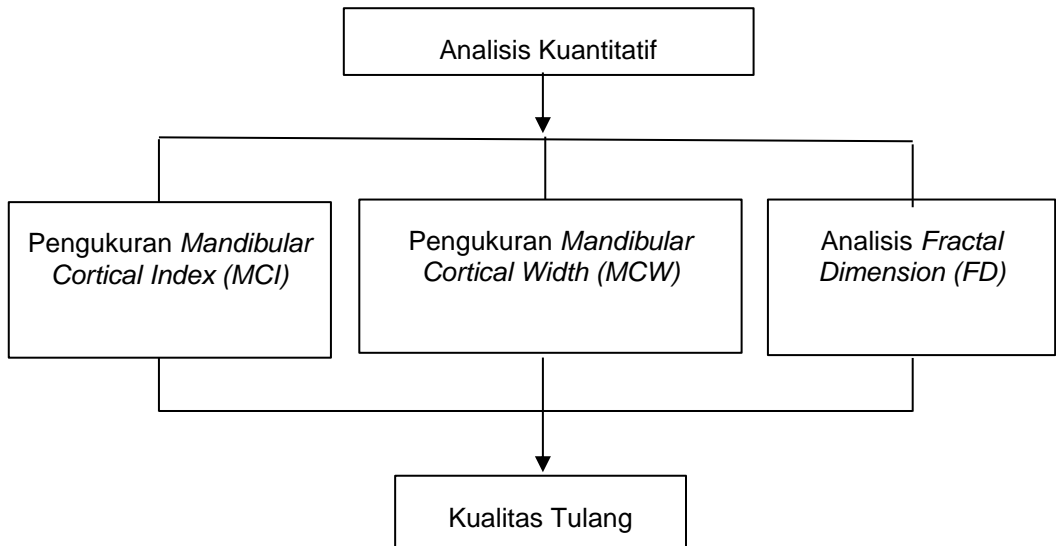
1. Memberikan informasi ilmiah di bidang radiologi kedokteran gigi mengenai metode kuantifikasi pemeriksaan radiografi panoramik
2. Memberikan informasi klinis terkait potensi risiko penurunan kualitas tulang terutama berkaitan dengan jenis kelamin dan kelompok umur.

## 1.6 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

## 1.7 Kerangka Konsep



**Gambar 2. Kerangka Konsep**

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Jenis dan Rancangan Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik, dengan *design* penelitian *cross sectional*.

#### **2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di instalasi Radiologi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Unhas Makassar pada bulan September-November 2024

#### **2.3 Sampel Penelitian**

Sampel dalam penelitian ini adalah foto hasil panoramik dari instalasi Radiologi Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Unhas Makassar pada tahun 2020-2024. Teknik pengambilan sampel adalah *total sampling*. Kriteria sampel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

- a. Radiografi panoramik pasien usia 15 tahun keatas
- b. Tidak sedang dalam perawatan ortodonti
- c. Tidak ada lesi patologis di daerah mandibula

Kriteria Eksklusi:

- a. Radiografi panoramik dengan artefak
- b. Radiografi panoramik dengan ada lesi patologis luas di daerah mandibula

Variabel Penelitian

Variabel bebas : Kualitas tulang kortikal dan trabekular

Variabel terikat : Pengukuran kuantitatif tulang kortikal dan trabekular



## 2.4 Definisi Operasional Variabel

1. *Mandibular Cortical Width (MCW)* adalah ukuran yang ditentukan dari garis yang sejajar dengan sumbu panjang mandibula dan bersinggungan dengan batas inferior mandibula
2. *Mandibular Index (MI)*, merupakan nilai yang diperoleh dari perbandingan antara MCW dan jarak foramen inferior border
3. Foramen-inferior border: diukur dari tepi inferior foramen mandibula hingga ke tepi inferior border cortex mandibula yang sejajar dengan foramen.
4. Fractal dimension adalah analisis dengan menggunakan software untuk mengolah gambar hingga mendapatkan nilai fractal

## 2.5 Alat dan Bahan

1. Laptop
2. Radiografi Panoramik
3. Aplikasi software ImageJ

## 2.6 Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan sampel dilakukan pada database hasil radiograf panoramik rentang tahun 2013 hingga 2023 di instalasi radiologi RSGMP Universitas Hasanuddin, dengan rentang usia 15-90 tahun.
2. Hasil radiograf diambil menggunakan spesifikasi mesin radiograf panoramik yang sama (8-10mA, 17 s, 70kVp).
3. Hasil gambaran radiograf diekstrak dengan JPEG format dengan ukuran 1976x976 pixels.
4. *Mandibular Cortical Width (MCW)* diukur pada sisi kanan menggunakan Garis yang sejajar dengan sumbu panjang mandibula dan bersinggungan dengan batas inferior, pada gambar menggunakan tools yang terdapat pada software ImageJ.
5. *Mandibular Index (MI)*, nilai MCI didapatkan dari pengukuran **Mandibular index**=Mandibular Cortical Widht/Jarak Foramen-inferior border  
Foramen-inferior border: diukur dari tepi inferior foramen mandibula hingga ke tepi inferior border cortex mandibula yang sejajar dengan foramen,

6. *Fractal Dimension (FD)* dianalisis menggunakan ImageJ dengan tahapan
  1. ROI – persegi berukuran  $80 \times 80$  piksel pada trabekuler tulang
  2. Ubah Gambar menjadi 8 bit
  3. Gambar diburamkan dengan gaussian filter (sigma 35) untuk menghilangkan variasi kecerahan skala besar foto.
  4. subtract Gambar
  5. adjust treshold dengan gray value 128
  6. skeletonize
  7. fractal box count untuk mengambil nilai D sebagai Fractal dimension

## 2.7 Analisis Data

Analisis data: Data primer dari radiograf panoramik yang didapatkan dari Instalasi Radiologi kedokteran gigi RSGMP Unhas, terlebih dahulu diuji normalitas datanya menggunakan Shapiro-Wilk test, kemudian data selanjutnya diuji homogenitasnya menggunakan uji Mann-Whitney . Untuk menganalisa perbedaan diantara kelompok penelitian dilakukan dengan uji Mann-Whitney. Hasil analisa dinyatakan signifikan atau terdapat perbedaan jika nilai  $p < 0,001$ .

Jenis Data : Data primer

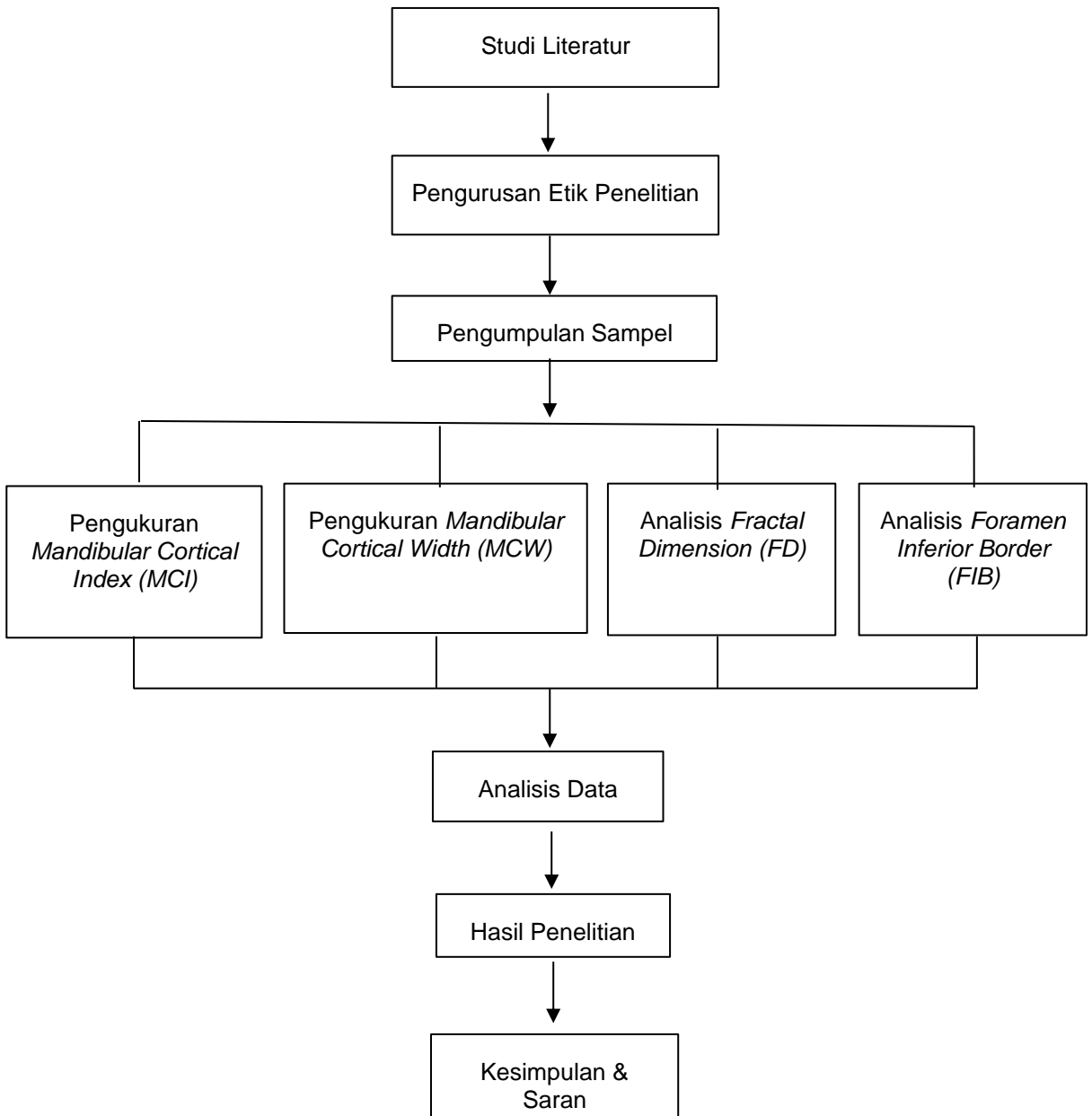
Pengolahan data : IBM SPSS statistics V.24

Penyajian data : Dalam bentuk tabel dan diagram.

## 2.8 Etik Penelitian

Melalui komite etik penelitian Rumah Sakit Gigi Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin (RSGMP Unhas).

## 2.9 Alur Penelitian



**Gambar 3.** Alur Penelitian