

**HUBUNGAN IMT DENGAN NILAI RISIKO FRAKTUR 10 TAHUN
MENDATANG BERDASARKAN *FRAX*[®] *TOOL* PADA LAKI-LAKI DAN
PEREMPUAN USIA ≥ 50 TAHUN DI UPTD PELAYANAN SOSIAL
LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR**

(Skripsi)

Oleh:

**IMTINAN KHOIRUNNISA
2018011018**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**HUBUNGAN IMT DENGAN NILAI RISIKO FRAKTUR 10 TAHUN
MENDATANG BERDASARKAN *FRAX*[®] *TOOL* PADA LAKI-LAKI DAN
PEREMPUAN USIA ≥ 50 TAHUN DI UPTD PELAYANAN SOSIAL
LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR**

Oleh

IMTINAN KHOIRUNNISA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN

Pada

Program Studi Pendidikan Dokter

Jurusan Kedokteran

Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **HUBUNGAN IMT DENGAN NILAI RISIKO FRAKTUR 10 TAHUN MENDATANG BERDASARKAN FRAX® TOOL PADA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN USIA ≥50 TAHUN DI UPTD PELAYANAN SOSIAL LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR**

Nama Mahasiswa

: **Intinan Khoirunnisa**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2018011018

Program Studi

: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

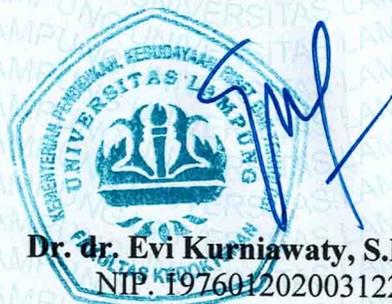
Dr. dr. Ahmad Fauzi, M. Epid., Sp. OT(K)

NIP. 198101302006041002

dr. Anisa Nuraisa Jausal, M.K.M

NIP. 231804930731201

2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.

NIP. 197601202003122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. dr. Ahmad Fauzi, M. Epid., Sp. OT(K)



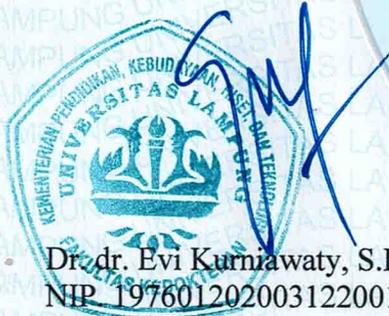
Sekretaris : dr. Anisa Nuraisa Jausal, M.K.M



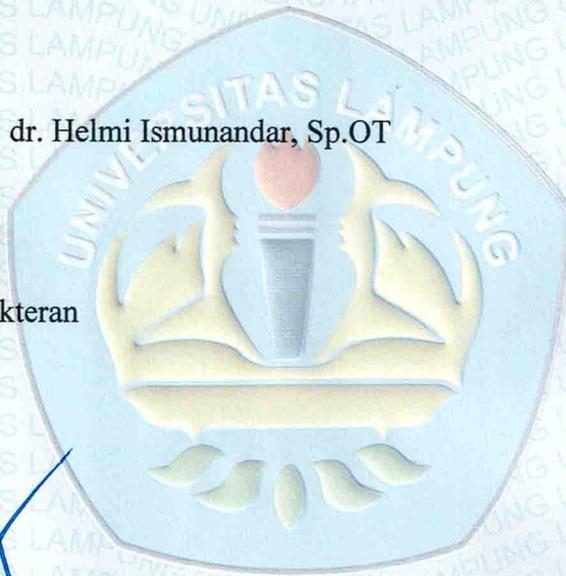
**Penguji
Bukan Pembimbing** : dr. Helmi Ismunandar, Sp.OT



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.
NIP. 197601202003122001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 17 Januari 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul “**HUBUNGAN IMT DENGAN NILAI RISIKO FRAKTUR 10 TAHUN MENDATANG BERDASARKAN *FRAX® TOOL* PADA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN USIA ≥ 50 TAHUN DI UPTD PELAYANAN SOSIAL LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR**” adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam akademik atau yang dimaksud dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 5 Februari 2024

Pembuat Pernyataan,



Imtinan Khoirunnisa

NPM. 2018011018

ABSTRAK

HUBUNGAN IMT DENGAN NILAI RISIKO FRAKTUR 10 TAHUN MENDATANG BERDASARKAN *FRAX*[®] *TOOL* PADA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN USIA ≥ 50 TAHUN DI UPTD PELAYANAN SOSIAL LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR

Oleh

IMTINAN KHOIRUNNISA

Latar Belakang: Fraktur osteoporosis adalah patah tulang yang diakibatkan oleh osteoporosis, yaitu trauma atau cedera yang seharusnya tidak mengakibatkan patah tulang namun karena rendahnya *bone mineral density* (BMD) sehingga terjadi patah tulang. Jumlah tersebut diperkirakan akan meningkat sebanyak tiga kali lipat pada 50 tahun kedepan karena peningkatan jumlah individu lanjut usia. Terdapat beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan terjadinya osteoporosis, salah satunya yaitu indeks massa tubuh (IMT). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan IMT dengan nilai persen risiko fraktur 10 tahun mendatang berdasarkan kalkulasi *FRAX*[®] *Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD PSLU Tresna Werdha Natar.

Metode: Analitik korelasional dengan pendekatan *cross sectional* menggunakan *total sampling*. Sebanyak 69 individu yang tinggal di UPTD PSLU Tresna Werdha Natar menjadi sampel penelitian. Data dianalisis menggunakan *spearman rank*.

Hasil: Hasil penelitian didapatkan antara variabel IMT dengan fraktur osteoporosis major pada laki-laki nilai koefisien korelasi $r = 0,421$ ($p=0,006$) dan pada perempuan nilai koefisien korelasi $r = -0,544$ ($p=0,009$). Hasil penelitian antara variabel IMT dengan fraktur panggul pada laki-laki nilai koefisien korelasi $r = -0,444$ ($p=0,001$) dan pada perempuan nilai koefisien korelasi $r = -0,604$ ($p=0,000$).

Kesimpulan: Terdapat hubungan antara IMT dengan fraktur osteoporosis major dan fraktur panggul. Hasil memiliki nilai korelasi negatif yaitu semakin rendah nilai IMT seseorang, maka semakin besar nilai risiko fraktur.

Kata Kunci: Fraktur osteoporosis major, fraktur panggul, *FRAX*[®] *Tool*, IMT,.

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN BMI AND FRACTURE RISK IN THE NEXT 10 YEARS BASED ON THE FRAX® TOOL IN MEN AND WOMAN AGED ≥ 50 YEARS AT UPTD PELAYANAN SOSIAL LANJUT USIA TRESNA WERDHA NATAR

By

IMTINAN KHOIRUNNISA

Background: Osteoporotic fractures are bone fractures resulting from osteoporosis, which are incidents of trauma or injury that would not typically cause bone fractures but occur due to low bone mineral density (BMD). The incidence of such fractures is expected to triple over the next 50 years due to the increasing number of elderly individuals. There are several risk factors that can lead to osteoporosis, one of which is body mass index (BMI). The purpose of this study is to determine the relationship between BMI and the 10-year fracture risk percentage based on FRAX® Tool calculations at the UPTD PSLU Tresna Werdha Natar.

Methods: The correlational analytics using a cross-sectional approach employed total sampling method. A total of 69 individuals residing in the UPTD PSLU Tresna Werdha Natar were selected as the research sample. The data was analyzed using Spearman's rank correlation.

Results: The research results showed that between the BMI variable and major osteoporotic fractures in men the correlation coefficient value was $r: 0.421$ ($p: 0.006$) and in women the correlation coefficient value was $r: -0.544$ ($p: 0.009$). The results of the research between the BMI variable and hip fracture in men, the correlation coefficient value was $r: -0.444$ ($p: 0.001$) and in women the correlation coefficient value was $r: -0.604$ ($p: 0.000$).

Conclusion: There is a relationship between BMI and major osteoporotic fractures as well as hip fractures. The results show a negative correlation, indicating that the lower the BMI value of an individual, the greater the risk value for fractures.

Keywords: BMI, *FRAX® Tool*, hip fracture, major osteoporotic fracture.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 10 Desember 2002, sebagai anak kedua dari 3 bersaudara dari Bapak Sirojmunir dan Ibu Apriyani.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) diselesaikan di TK PGRI 02 pada tahun 2007-2008, Sekolah Dasar (SD) di SDN 2 Sukabumi Buay Bahuga pada tahun 2008-2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPIT Al Kahfi pada tahun 2014-2017 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAIT Al Kahfi pada tahun 2017-2020.

Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berorganisasi dan terdaftar sebagai sekretaris jenderal divisi Kajian dan Syiar Forum Studi Islam (FSI) Ibnu Sina dan anggota Centre of Indonesia Medical Student Association (CIMSAs) FK Unila.

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ. (المجادلة: ١١)

SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“Hubungan IMT Dengan Nilai Risiko Fraktur 10 Tahun Mendatang Berdasarkan *FRAX*® *TOOL* Pada Laki-Laki dan Perempuan Usia ≥ 50 Tahun Di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar”** merupakan salah satu persyaratan untuk meraih gelar sarjana kedokteran di Universitas Lampung..

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis telah menerima banyak masukan, bimbingan, bantuan, motivasi, saran, dan kritik dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa rendah hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi dengan baik;
2. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM selaku Rektor Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. Dr. dr. Ahmad Fauzi, M. Epid., Sp. OT (K) selaku pembimbing pertama yang telah bersedia dan meluangkan waktu untuk membimbing, membantu, memberikan saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini;
5. dr. Anisa Nuraisa Jausal, M.K.M selaku pembimbing kedua yang telah telah bersedia dan meluangkan waktu untuk membimbing, membantu, memberikan saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini;
6. dr. Helmi Ismunandar, Sp.OT selaku pembahas skripsi yang telah bersedia dan meluangkan waktu untuk memberikan saran dan kritik agar skripsi ini

mejadi lebih baik serta memberikan motivasi dan nasihat agar penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik;

7. Dr. dr. Indri Windarti, Sp. PA selaku pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis selama 7 semester di FK Unila;
8. Mbah-mbah di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar yang telah bersedia berbagi ilmu dan menjadi responden dalam penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
9. Seluruh jajaran kepala, sekretaris, pegawai dan pengasuh UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar yang telah membimbing dan meluangkan waktu kepada penulis selama proses pengambilan data;
10. Seluruh staf dosen FK Unila yang telah berbagi ilmu, pengalaman, nasihat, dan motivasi yang telah memperluas pengetahuan penulis serta menjadi fondasi bagi pencapaian cita-cita;
11. Seluruh staf akademik, TU, administrasi serta pegawai FK Unila yang telah membantu penulis dalam penyusunan berkas dan pemenuhan persyaratan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
12. Kedua orangtua tercinta, Abi Sirojjumunir dan Umi Apriyani, yang telah mendidik, merawat, serta memberikan dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis selama menempuh pendidikan di FK Unila;
13. Kepada saudari-saudariku tersayang Mba Khansa dan Adek yang telah memberikan dukungan, masukan, doa, dan bantuan kepada penulis selama ini;
14. Sahabat “Syantik” (Fadilah Alwiyah, Regita Dwi, Carissa Aprilia) yang selalu memberikan dukungan, motivasi, bantuan, doa, serta menjadi teman yang setia untuk berbagi segala cerita, suka dan duka, serta menjadi teman belajar dan bersantai selama di FK Unila;
15. Sahabat saya yang juga berasal dari SMAIT Al Kahfi (Zaidan Algifari dan Anisah Muftidah) yang saling memberi semangat, bantuan dan doa selama menjalani perkuliahan;

16. Sahabat “olahraga” (Nindi Putri dan Azizah Nur) yang saling memberikan dukungan, bantuan, dan doa selama masa perkuliahan;
17. Teman baik “Pituitari” (Adin Rafi, Yunda Liza, Dinda Ananto, Shabrina Farhana, Andra Nabila, Syahrani Alya, Eva, Abrila Tamara, Noni Zahwa, Ihsan Fariqy, Ardian Reza) yang telah menjadi teman sejak awal perkuliahan dan menjadi sumber semangat dalam menghadapi setiap tantangan perkuliahan;
18. Seluruh teman Angkatan 2020, Trombosit, yang telah menjadi seperti keluarga dan menjalani perjalanan bersama;
19. Seluruh kakak-kakak angkatan 2002-2019 yang telah berbagi pengetahuan dan pengalaman selama perkuliahan;
20. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas usaha maksimal yang telah diberikan, keteguhan dalam menghadapi tantangan, semangat untuk menemukan solusi setiap masalah, upaya dalam menjaga kesehatan fisik dan mental, kepercayaan diri, serta konsistensi dalam menjadi diri sendiri.;
21. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam proses penulisan skripsi, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan petunjuk-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Terakhir, penulis berharap mendapatkan masukan, saran, dan kritik untuk meningkatkan kualitas skripsi ini.

Bandar Lampung, 5 Februari 2024

Penulis

Imtinan Khoirunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Bagi Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha Natar	5
1.4.2 Bagi UPTD PSLU Tresna Werdha Natar	5
1.4.3 Bagi Peneliti.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan tentang tulang.....	6
2.1.1 Struktur dan komponen tulang.....	6
2.1.2 <i>Remodeling</i> tulang	8
2.1.3 Penyakit Tulang	10
2.2 Osteoporosis.....	11
2.2.1 Definisi Osteoporosis.....	11
2.2.2 Klasifikasi Osteoporosis	13
2.2.3 Epidemiologi Osteoporosis.....	14
2.2.4 Faktor Risiko Osteoporosis.....	15
2.2.5 Patofisiologi Osteoporosis	21

2.2.6 Tatalaksana Osteoporosis	22
2.2.7 Pencegahan Osteoporosis	27
2.2.8 Fraktur Akibat Osteoporosis	29
2.2.9 Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Terjadinya Fraktur Osteoporosis	30
2.3 <i>FRAX® Tool</i>	31
2.3.1 Definisi <i>FRAX® Tool</i>	31
2.3.2 Panduan Pangisian Asesmen Faktor Risiko Osteoporosis Menggunakan <i>FRAX® Tool</i>	33
2.3.3 Interpretasi Hasil Perhitungan <i>FRAX® Tool</i>	33
2.3.4 Kelemahan dan Keterbatasan Penggunaan <i>FRAX® Tool</i>	34
2.4 Kerangka Penelitian	36
2.4.1 Kerangka Teori	36
2.4.2 Kerangka Konsep	37
2.5 Hipotesis	37
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Desain Penelitian	38
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.2.1 Tempat Penelitian	38
3.2.2 Waktu Penelitian	38
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	38
3.3.1 Populasi Penelitian	38
3.3.2 Sampel Penelitian	39
3.4 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi	39
3.4.1 Kriteria Inklusi	39
3.4.2 Kriteria Eksklusi	40
3.5 Variabel Penelitian	40
3.5.1 Variabel Bebas	40
3.5.2 Variabel Terikat	40
3.6 Metode Pengumpulan Data	40
3.7 Definisi Operasional	40
3.8 Instrumen Penelitian	41

3.9 Alur Penelitian	42
3.10 Cara Pengambilan Data.....	42
3.11 Rencana Pengolahan Data dan Analisa Data	42
3.11.1 Pengolahan Data	43
3.11.2 Analisa Data.....	43
3.12 Etika Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pelaksanaan Penelitian.....	45
4.2 Hasil Penelitian	45
4.2.1 Analisis Univariat	45
4.2.2 Analisis Bivariat	47
4.3 Pembahasan.....	51
4.3.1 Hubungan antara IMT dan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Major	51
4.3.1 Hubungan antara IMT dan Nilai Risiko Fraktur Panggul.....	54
4.4 Keterbatasan Penelitian.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
5.2.1 Bagi Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha Natar	56
5.2.2 Bagi UPTD PSLU Tresna Werdha	57
5.2.3 Bagi Peneliti Selanjutnya.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Osteoporosis Berdasarkan BMD	12
2. Jenis Obat Bifosfonate	25
3. Klasifikasi IMT Berdasarkan WHO.....	31
4. Klasifikasi IMT Nasional.....	31
5. Faktor Risiko dan Pengisian <i>FRAX® Tool</i>	33
6. Definisi Operasional.....	40
7. Hasil Distribusi Variabel Usia	46
8. Hasil Distribusi Variabel Jenis Kelamin	46
9. Hasil Distribusi Usia Berdasarkan Jenis Kelamin	46
10. Hasil Distribusi IMT	47
11. Hasil Distribusi Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Major.....	47
12. Hasil Distribusi Nilai Risiko Fraktur Panggul	47
13. Hubungan IMT dan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Major pada Laki-laki	48
14. Hubungan IMT dan Nilai Risiko Fraktur Panggul pada Laki-laki	50
15. Hubungan IMT dan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Major pada Perempuan	49
16. Hubungan IMT dan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Panggul pada Perempuan	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Tulang	6
2. <i>Remodeling</i> Tulang.....	9
3. Gambaran Mikro Arsitektur Tulang: Tulang Normal (kiri) Tulang Osteoporosis (kanan).....	11
4. Hasil Perhitungan Nilai Risiko Fraktur.....	34
5. Kerangka Teori Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan <i>FRAX® Tool</i> Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun	36
6. Kerangka Konsep Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan <i>FRAX® Tool</i> Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun	37
7. Alur Penelitian Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan <i>FRAX® Tool</i> Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Osteoporosis adalah keadaan tulang mengalami kerapuhan sehingga mudah patah atau retak. Osteoporosis merupakan penyakit sistemik tulang yang paling umum di dunia dan berhubungan dengan perubahan struktur jaringan tulang dan penurunan massa tulang sehingga tulang rapuh. Osteoporosis disebabkan oleh berkurangnya kepadatan atau densitas tulang (*bone mineral density*) dan penurunan mineralisasi tulang. Apabila tulang kekurangan zat gizi seperti kalsium, protein dan kolagen dapat menyebabkan tulang mengalami keropos atau osteoporosis (Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Osteoporosis merupakan penurunan kekuatan tulang dan menjadi faktor predisposisi dari patah tulang. Fraktur osteoporosis adalah patah tulang yang diakibatkan oleh osteoporosis, yaitu trauma atau cedera yang seharusnya tidak mengakibatkan patah tulang namun karena rendahnya *bone mineral density* (BMD) sehingga terjadi patah tulang. Fraktur osteoporosis banyak terjadi pada vertebra, humerus, dan panggul (Noor, 2020).

Berdasarkan penelitian di Amerika pada tahun 2014 dari 10,2 juta orang penderita osteoporosis 80% nya adalah perempuan. Menurut penelitian meta analisis tahun 2021 jumlah fraktur osteoporosis pada populasi Asia sebanyak 16,7% dengan total sampel 102 ribu individu (Salari *et al.*, 2021). Jumlah tersebut diperkirakan akan meningkat sebanyak tiga kali lipat pada 50 tahun kedepan karena peningkatan jumlah individu lanjut usia (Putra *et al.*, 2021).

Di Indonesia, sekitar 19,7% dari populasi lansia atau sekitar 3,6 juta orang diperkirakan menderita osteoporosis. Prevalensi osteoporosis di Provinsi Lampung pada tahun 2018 mencapai 1,2%. Berdasarkan data dari pasien Puskesmas Kotabumi II Lampung Utara, terdapat 20 kasus osteoporosis pada tahun 2015 dan 25 kasus pada tahun 2016, menunjukkan peningkatan jumlah kasus osteoporosis di Puskesmas Kotabumi II setiap tahunnya (Riyanto, 2019).

Individu yang berusia di atas 50 tahun, akan terjadi penurunan massa tulang sebesar 50% setiap tahunnya. Massa tulang dipengaruhi oleh protein dan kalsium. Semakin rendah massa tulang, semakin berisiko terhadap kerapuhan (Andarini, 2020). Pada perempuan osteoporosis lebih sering ditemukan pada perempuan pascamenopause (Noor, 2020). Osteoporosis pada perempuan setelah masa menopause, disebabkan oleh defisiensi estrogen. Estrogen memiliki peran penting dalam metabolisme tulang dengan mengatur aktivitas sel osteoblas dan osteoklas serta menjaga keseimbangan antara keduanya. Penurunan kadar estrogen yang signifikan biasanya terjadi sekitar usia 40 tahun, sekitar 10-15 tahun sebelum menopause. Penurunan estrogen ini menghambat proses pematangan tulang dan meningkatkan reabsorpsi tulang. Jika kondisi ini terus berlanjut, maka risiko osteoporosis meningkat. Osteoporosis ditandai dengan penurunan kepadatan mineral tulang (BMD) sehingga meningkatkan risiko patah tulang. Diperkirakan sekitar 85% wanita akan mengalami osteoporosis sekitar 10 tahun setelah menopause (Humaryanto, 2017).

Banyak faktor yang memengaruhi osteoporosis dan patah tulang. Faktor risiko fraktur osteoporosis yaitu penurunan *bone mineral density* (BMD), riwayat patah tulang di keluarga, riwayat patah tulang sebelumnya, jenis kelamin, usia, penggunaan obat glukokortikoid, IMT dan gaya hidup. Prevalensi osteoporosis dan patah tulang meningkat bersamaan dengan bertambahnya usia (Cooper & Ferrari, 2019).

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan salah satu faktor risiko osteoporosis yang dapat diubah. Berdasarkan penelitian meta analisis tahun 2005, IMT 20 kg/m² meningkatkan risiko fraktur dua kali lipat dibandingkan IMT 25 kg/m² (Cooper & Ferrari, 2019). IMT sebagai faktor risiko fraktur osteoporosis berhubungan dengan perlindungan tulang oleh lemak subkutan. Lemak subkutan berfungsi untuk proteksi kepadatan tulang. Semakin rendah IMT pada perempuan lanjut usia, semakin rendah massa lemak subkutan sehingga meningkatkan risiko kejadian fraktur osteoporosis (Putra *et al.*, 2021).

Besar risiko fraktur osteoporosis dapat dinilai dengan menggunakan *FRAX® Tool* dari WHO yang bekerjasama dengan *University of Sheffield*. *Assessment* tersebut berupa hasil dari perhitungan komputer berdasarkan faktor-faktor klinis yang dimiliki oleh individu. Penilaian *FRAX® Tool* dapat dilakukan pada wanita pascamenopause atau pria berusia ≥ 50 tahun. Penilaian faktor risiko berdasarkan *FRAX® Tool* dapat dilakukan melalui media elektronik dan website. Data yang telah diisi pada website akan digunakan untuk memprediksi kemungkinan besar nilai risiko fraktur osteoporosis major pada 10 tahun mendatang dan kemungkinan fraktur tulang panggul pada 10 tahun mendatang (Chotiyarnwong *et al.*, 2022). Akses densitometri untuk pengukuran BMD masih sulit di beberapa negara sehingga penggunaan *FRAX® Tool* sebagai alat hitung yang dapat menilai risiko patah tulang tanpa BMD dapat dijadikan pilihan (Rusli, 2021).

Legiran & Tanelvi (2015) menyatakan bahwa pada perempuan pascamenopause dengan indeks massa tubuh rendah 4,25 kali lebih berisiko mengalami osteoporosis daripada perempuan dengan IMT yang lebih tinggi. Berdasarkan penelitian oleh Putra *et al.* (2021) terdapat korelasi antara fraktur osteoporosis dengan indeks massa tubuh, semakin rendah indeks massa tubuh maka akan semakin berisiko terhadap fraktur osteoporosis. Berdasarkan penelitian sebelumnya peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai hubungan IMT dengan risiko fraktur di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

Osteoporosis merupakan penyakit sistemik tulang yang paling umum di dunia dan berhubungan dengan perubahan struktur jaringan tulang dan penurunan massa tulang sehingga tulang rapuh. Osteoporosis merupakan faktor predisposisi patah tulang. Indeks massa tubuh (IMT) yang rendah meningkatkan risiko fraktur osteoporosis, yang merupakan masalah yang umum dihadapi oleh populasi global termasuk di Indonesia. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang dilakukan di Kabupaten Lampung Selatan terkait masalah ini. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengeksplorasi hubungan antara IMT dengan risiko fraktur, tanpa menggunakan pemeriksaan BMD, pada laki-laki dan perempuan yang berusia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan nilai persen risiko fraktur 10 tahun mendatang berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan IMT dengan nilai persen risiko fraktur 10 tahun mendatang berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui hubungan antara faktor risiko indeks massa tubuh (IMT) terhadap fraktur osteoporosis major berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

2. Mengetahui hubungan antara faktor risiko indeks massa tubuh (IMT) terhadap fraktur panggul berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha Natar

Menambah pengetahuan mengenai faktor risiko fraktur osteoporosis dan cara penilaian risiko menggunakan *FRAX® Tool*.

1.4.2 Bagi UPTD PSLU Tresna Werdha Natar

Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi dan data mengenai korelasi antara indeks massa tubuh (IMT) sebagai faktor risiko dalam terjadinya fraktur osteoporosis, serta metode penilaian risiko menggunakan *FRAX® Tool*.

1.4.3 Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam memperluas pemahaman dan pengalaman terkait penelitian serta penerapan ilmu yang diperoleh selama menempuh studi sarjana di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

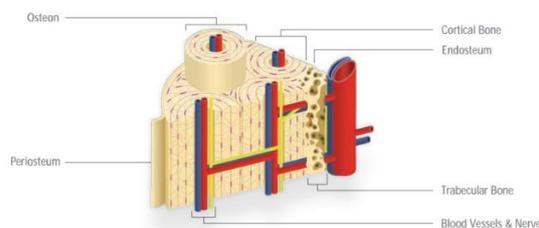
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang tulang

2.1.1 Struktur dan komponen tulang

Tulang merupakan jaringan hidup yang terdiri dari kumpulan sel, pembuluh darah, protein dan mineral. Tulang memiliki fungsi proteksi, pengungkit pada tulang panjang di anggota gerak, tempat pembentukan sel-sel darah di sumsum tulang dan penyimpanan garam kalsium (Moore *et al.*, 2014). Tulang mencapai puncak massa pada usia pertengahan 20, setelah itu terjadi penurunan secara bertahap sesuai dengan usia pada laki-laki dan massa yang cenderung stabil lalu diikuti percepatan penurunan tulang pada wanita pascamenopause (Cooper & Ferrari, 2019).

Tulang terdiri dari dua tipe jaringan, yaitu tulang kompakta sebagai massa padat dan tulang spongiosa yang merupakan anyaman trabekula seperti pada Gambar 1. Tulang memiliki kemampuan untuk menahan tekanan atau beban tertentu karena adanya anyaman trabekula yang tersusun dan memungkinkan mempertahankan tulang dari tekanan dan tarikan (Moore *et al.*, 2014).



Sumber: *International Osteoporosis Foundation*, 2019.

Gambar 1. Struktur Tulang

Secara mikroskopis, tulang terdiri dari sel-sel tulang, yaitu:

a. Osteoblas

Sel-sel osteoblas berasal dari sel induk mesenkimal yang dihasilkan oleh sumsum tulang. Osteoblas bertanggung jawab dalam produksi dan sekresi protein matriks tulang dan mineralisasi selanjutnya (Noor, 2020). Sekresi protein matriks menentukan volume tulang, sedangkan mineralisasi tulang dengan pemindahan air menentukan *bone mineral density* (BMD) tulang (Cooper & Ferrari, 2019).

b. Osteosit

Osteosit merupakan osteoblas yang terletak di dalam lakuna matriks mineralisasi. Osteosit merupakan sel terbanyak di tulang. Osteosit berfungsi sebagai sel mekanosensor untuk perbaikan pada kerusakan mikro, dan mendeteksi pengurangan atau penambahan tulang selama adaptasi fungsional rangka (Noor, 2020).

c. Osteoklas

Sel osteoklas berukuran besar, multinukleus, dan berasal dari sel hematopoietik seperti makrofag. Osteoklas berperan dalam proses resorpsi atau proses membentuk, memelihara dan mengganti tulang dengan mengeluarkan asam dan enzim lisosomal yang akan mencerna mineral dan protein dari matriks tulang (Zaki, 2020).

d. Sel osteogenik

Sel osteogenik berasal dari mesenkim dan tidak terspesialisasi. Semua jaringan ikat tulang berasal dari sel osteogenik. Osteogenik terdapat di dalam endosteum, periosteum dan bagian tulang berongga yang dilewati pembuluh darah (Zaki, 2020).

Tulang membutuhkan waktu yang lama untuk pertumbuhannya hingga mencapai puncak massa atau matang (Zaki, 2020). Osifikasi atau proses pembentukan tulang dibagi menjadi dua, yaitu osifikasi

intramembran dan osifikasi endokondral. Osifikasi intramembran berasal dari mesenkim yang terbentuk pada masa embrionik saat janin dan berlaku pada tulang tengkorak dan mandibula. Osifikasi endokondral yaitu proses osifikasi dari kartilago (Moore *et al.*, 2014).

2.1.2 *Remodeling* tulang

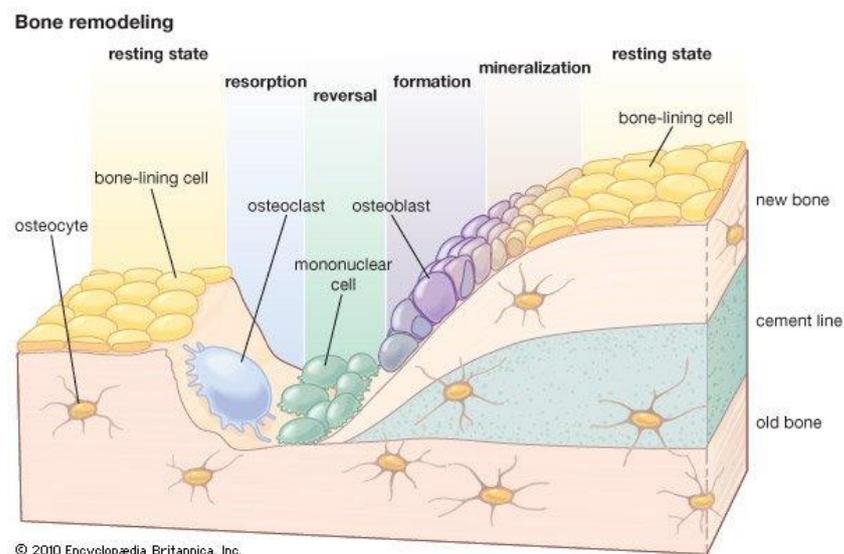
Ketika tulang telah matang atau mencapai massa puncaknya, akan terjadi proses *remodeling* untuk mempertahankan integritas struktural tulang. *Remodeling* merupakan aktivitas fisiologis membangun ulang bagian *cortical* dan *trabecular* yang dimulai dengan resorpsi dan dilanjutkan pembentukan formasi baru tulang dengan waktu yang bersamaan. Keseimbangan pada proses *remodeling* berfungsi untuk homeostasis mineral, mencegah akumulasi berlebih pada tulang tua, memperbaiki kerusakan mikro pada tulang, dan menjaga massa tulang. Kegagalan atau ketidakseimbangan *remodeling* dapat menyebabkan osteoporosis, penurunan massa tulang atau osteopetrosis, peningkatan densitas dan kepadatan tulang (Noor, 2020).

Proses *remodeling* terjadi sepanjang hidup manusia. Resorpsi tulang dimulai oleh aksi osteoklas yang mengganti sebagian tulang tua yang kemudian aksinya digantikan oleh osteoblas. Osteoblas akan mengisi area tersebut dengan deposit kolagen dan mineral yang berfungsi untuk mempertahankan densitas dan kekuatan tulang. *Remodeling* tulang tertera pada Gambar 2 (Noor, 2020).

Osteoid melapisi matriks ekstraseluler tulang yang bermineral. Sitokin, hormon dan molekul yang belum diketahui mengawali proses resorpsi tulang dengan mendegradasi lapisan osteoid dengan cara mengaktifasi reseptor osteoblas. Aktivasi reseptor osteoblas juga meningkatkan ekspresi *Receptor Activator Of Nuclear Factor $K\beta$ -Ligand* (RANKL) dan *Macrophage Colony Stimulating Factor* (M-CSF). Reseptor c-fms

akan teraktivasi oleh M-CSF dan reseptor RANK teraktivasi oleh RANKL. Keduanya terjadi pada sel progenitor osteoklas sehingga terjadi proliferasi dan diferensiasi. Sel progenitor osteoklas mononukleus berdiferensiasi menjadi laten osteoklas multinukleus melalui fusi dan diaktivasi menjadi osteoklas yang akan meresorpsi tulang. Osteoblas mengalami retraksi dan digantikan oleh osteoklas yang akan menempel pada permukaan tulang bermineral. Kemudian, osteoklas akan membentuk lakuna resorpsi dan meninggalkan area tersebut.

Bersamaan dengan proses resorpsi, matriks ekstraseluler akan melepaskan faktor *coupling*, termasuk TGF- β dan IGF-1 untuk berkontribusi merekrut dan mengaktivasi osteoblas ke lakuna resorpsi. Osteoblas akan mengisi lakuna dengan tulang baru dan berakhir ketika formasinya sama dengan resorpsi tulang. Kemudian, matriks ekstraseluler termineral akan menutupi osteoid dan selapis sel osteoblas (Noor, 2020).



Sumber: Encyclopaedia Britannica, 2010.

Gambar 2. Remodeling Tulang

2.1.3 Penyakit Tulang

Ada berbagai macam penyakit tulang pada manusia yang berhubungan dengan massa tulang antara lain: osteopenia, osteoporosis dan osteomalacia.

1. Osteopenia

Osteopenia adalah keadaan penurunan massa tulang karena bertambahnya usia dan merupakan tanda dini terjadinya osteoporosis. Osteopenia yang tidak dilakukan tatalaksana atau pencegahan dapat berkembang menjadi osteoporosis. Nilai *T-score* pada osteopenia yaitu -1 sampai -2,5 (Purwanti, *et al*, 2015).

2. Osteoporosis

Osteoporosis adalah kondisi penyakit sistemik yang paling umum terjadi pada tulang dan merupakan salah satu proses degeneratif yang sering ditemui pada laki-laki dan perempuan usia lanjut. Osteoporosis merupakan *silent disease* karena gejala muncul secara progresif dalam waktu lama (Mustofa, *et al*, 2019). Osteoporosis menyebabkan tingginya angka kejadian patah tulang pada perempuan yang berusia lebih dari 50 tahun dibandingkan dengan populasi umum karena terjadi penurunan massa tulang dan gangguan pada struktur tulang (Cooper & Ferrari, 2019).

3. Osteomalacia

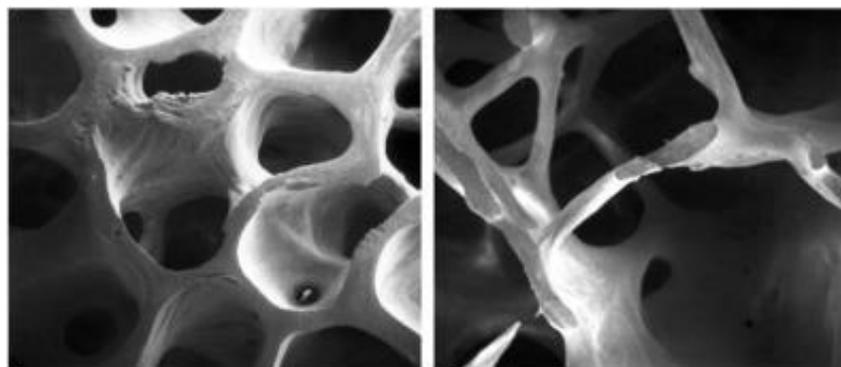
Osteomalacia adalah kelainan metabolisme tulang yang ditandai dengan kurangnya mineralisasi jaringan tulang. Osteomalacia disebabkan oleh defisiensi vitamin D, kalsium atau fosfat dalam jangka waktu lama sehingga tulang menjadi lemah. Kalsium dan vitamin D pada tulang berfungsi untuk proses mineralisasi tulang. Kelainan pada mineralisasi dari matriks tulang menyebabkan osteomalacia (Ismunandar, *et al*, 2021). Manifestasi osteomalacia berupa nyeri sehingga kerap terabaikan (Saghafi, *et al*, 2013). Penegakan diagnosis osteomalacia dengan pemeriksaan histologi tulang dan histomorfometri. Penatalaksanaan osteomalacia dengan memperbaiki Vitamin D serta nutrisi dan elektrolit lainnya (Bhan, *et al*, 2018)

2.2 Osteoporosis

2.2.1 Definisi Osteoporosis

Istilah Osteoporosis berasal dari Jerman dan Prancis Abad ke-19 yaitu *osteo* berarti tulang dan *porous* berarti batang yang mendefinisikan secara histologis banyaknya rongga atau lubang (*porous*) pada tulang individu lanjut usia. Osteoporosis ditandai dengan penurunan massa tulang yang menyebabkan tulang keropos dan mudah patah (Sugiarto, 2015).

Osteoporosis merupakan penyakit tulang sistemik yang paling sering terjadi dan merupakan salah satu proses degeneratif yang terjadi pada laki-laki dan perempuan usia lanjut. Pada karakteristik khas osteoporosis ditemukan nilai densitas mineral tulang atau *bone mineral density* (BMD) yang rendah dan penurunan mikro arsitektur tulang seperti tertera pada Gambar 3 (Cooper & Ferrari, 2019). Densitas atau kepadatan merupakan berapa gram mineral per volume tulang (Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI, 2020). Penurunan mikroarsitektur tulang berhubungan dengan proses *remodeling* tulang. Semakin bertambahnya usia, komponen organik dan anorganik tulang mengalami penurunan sehingga menyebabkan osteoporosis atau berkurangnya kuantitas tulang. Oleh karena itu, tulang menjadi rapuh, kehilangan elastisitasnya dan menjadi faktor predisposisi terjadinya fraktur (Noor, 2020).



Sumber: Zaki, 2020.

Gambar 3. Gambaran Mikro Arsitektur Tulang: Tulang Normal (kiri) Tulang Osteoporosis (kanan).

Osteoporosis menyebabkan tingginya kejadian patah tulang pada wanita yang berusia lebih dari 50 tahun dibandingkan dengan populasi umum. Karena menurunnya massa tulang, tulang menjadi lebih rapuh dan lebih rentan terhadap patah akibat trauma ringan seperti jatuh, terbentur, atau mengangkat beban yang biasanya tidak akan berpengaruh pada tulang yang sehat. Pada rentang usia 50-60 tahun, proses resorpsi tulang oleh sel osteoklas lebih besar dari formasi atau pembentukan tulang oleh osteoblas, mengakibatkan penurunan massa tulang yang dikenal sebagai osteoporosis (Sherwood L, 2016).

Diagnosis osteoporosis ditentukan berdasarkan nilai *T-Score* yang merupakan hasil dari pemeriksaan densitas tulang atau BMD. Kriteria osteoporosis berdasarkan BMD dijelaskan pada Tabel 1. Penilaian risiko fraktur osteoporosis dapat dilakukan menggunakan *FRAX® Tool*.

Tabel 1. Kriteria Osteoporosis Berdasarkan BMD

No.	<i>T-Score</i>	Diagnosa
1.	Antara -1 sampai dengan +1	Normal
2.	Antara -1,0 sampai dengan -2,5	Osteopenia atau massa tulang rendah
3.	< -2,5	Osteoporosis
4.	<-2,5 dengan satu atau lebih fraktur karena kerapuhan	Severe osteoporosis

Sumber: *The Royal Australian College of General Practitioners*, 2017.

Manifestasi klinik dari osteoporosis sulit untuk dinilai karena sebagian besar kasus tidak menimbulkan rasa nyeri pada tulang. Gejala osteoporosis muncul secara progresif selama bertahun-tahun. Namun pada kasus osteoporosis dengan nyeri, nyeri dapat muncul pada pinggang dan tulang belakang. Nyeri terjadi akibat mikro fraktur pada jaringan trabekular tulang sehingga menimbulkan nyeri (Sözen *et al.*, 2016). Osteoporosis pada tahap lanjut juga dapat mengakibatkan kerusakan struktur tulang belakang yaitu membungkuk atau kifosis,

berkurangnya tinggi badan dan nyeri punggung (Humaryanto & Syauqy, 2019).

2.2.2 Klasifikasi Osteoporosis

Osteoporosis dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu osteoporosis primer dan osteoporosis sekunder.

1. Osteoporosis primer

Osteoporosis primer merupakan osteoporosis yang tidak disebabkan penyebab lain. Osteoporosis ini terjadi pada wanita pascamenopause karena pengeroposan atau kerapuhan pada tulang yang dipicu oleh penurunan hormon estrogen setelah menopause. Osteoporosis primer juga dapat terjadi pada laki-laki usia lanjut atau usia lebih dari 50 tahun (Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI, 2020). Osteoporosis primer dibagi menjadi dua tipe, yaitu osteoporosis tipe I dan osteoporosis tipe II. Tipe I terjadi pada wanita pascamenopause karena defisiensi estrogen. Tipe II atau osteoporosis senilis berhubungan dengan penuaan (Sözen *et al.*, 2016).

2. Osteoporosis sekunder

Osteoporosis sekunder disebabkan karena adanya faktor lain, misalnya penyakit tertentu, obat-obatan dan gaya hidup. Osteoporosis sekunder kerap ditemui pada pria atau wanita *pre-menopause* (Sözen *et al.*, 2016). Osteoporosis sekunder dapat disebabkan oleh beberapa kondisi kronis, seperti malabsorpsi, diabetes melitus, rheumatoid arthritis dan penyakit ginjal. Penggunaan obat-obatan seperti glukokortikoid, obat antikonvulsan dan diuretik juga dapat menyebabkan osteoporosis sekunder (Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI, 2020).

2.2.3 Epidemiologi Osteoporosis

Penelitian meta analisis berdasarkan kriteria diagnostik WHO pada tahun 2000 dan 2017 sebesar 24,4% pada perempuan dan 20,5% pada laki-laki. Prevalensi osteoporosis di Asia lebih tinggi dibandingkan di Amerika dan Australia. Prevalensi osteoporosis di Asia sebesar 16,7%, di Amerika 12,4% dan di Australia sebesar 13,5% (Salari, *et al*, 2021)

Penelitian oleh Puslitbang Gizi Kementerian Kesehatan RI tahun 2005 mengenai data risiko osteoporosis yang dilakukan pada populasi tertentu pada 16 wilayah di Indonesia dengan total sampel penelitian 65.727 individu (49.928 wanita dan 22.799 pria) dengan alat *clinical bone sonometer* untuk mengukur BMD, didapatkan bahwa sebanyak 41,7% osteopenia dan 10,3% osteoporosis. Sehingga dapat disimpulkan dari 5 masyarakat Indonesia, 2 orang berisiko menderita osteoporosis (Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Prevalensi osteoporosis lebih sering ditemukan pada perempuan pascamenopause, namun berdasarkan *National Health Examination Survey* dari 4 pria berusia 60 tahun, 1 orang mengalami fraktur akibat osteoporosis (Noor, 2020). Menurut *International Osteoporosis Foundation* (IOF) satu dari tiga wanita dan satu dari lima laki-laki dengan usia lebih dari 50 tahun akan mengalami patah tulang akibat osteoporosis (Cooper & Ferrari, 2019).

Menurut penelitian meta analisis jumlah fraktur osteoporosis pada populasi Asia sebanyak 16,7% dengan total sampel 102 ribu individu pada tahun 2021 (Salari, *et al*, 2021). Jumlah tersebut diperkirakan akan meningkat sebanyak tiga kali lipat pada 50 tahun kedepan karena peningkatan jumlah individu lanjut usia. Di Indonesia angka kejadian fraktur vertebra masih lebih rendah dibandingkan negara-negara Asia

Tenggara lainnya, yaitu sebesar 9% pada wanita dan 16% pada laki-laki (Putra *et al.*, 2021).

Berdasarkan surveilans penyakit tidak menular jumlah orang yang datang ke Puskesmas dengan kasus osteoporosis adalah 3385 kasus, dengan rincian 1115 kasus pada laki-laki dan 2270 kasus pada perempuan. Berdasarkan kelompok umur tertinggi pada usia 35-39 tahun dengan 1352 kasus, lalu pada usia ≥ 60 tahun berjumlah 1318 kasus dan pada usia 15-34 tahun sebanyak 94 kasus (Kementerian Kesehatan RI, 2016).

Di Indonesia, sekitar 19,7% atau sekitar 3,6 juta orang dari populasi lansia menderita osteoporosis. Prevalensi osteoporosis di Provinsi Lampung tahun 2018 mencapai 1,2% kasus osteoporosis dengan angka 18,5% pada wanita berusia 75-80 tahun. . Berdasarkan data dari pasien Puskesmas Kotabumi II Lampung Utara tahun 2015, terdapat 20 kasus osteoporosis, yang meningkat menjadi 25 kasus pada tahun 2016, menunjukkan peningkatan kasus osteoporosis di Puskesmas Kotabumi II setiap tahunnya. Namun, belum ada penelitian yang mengungkap prevalensi osteoporosis di Kabupaten Lampung Selatan (Riyanto, 2019).

2.2.4 Faktor Risiko Osteoporosis

Faktor risiko osteoporosis terbagi menjadi faktor risiko yang bisa diubah atau dimodifikasi dan faktor risiko yang tidak bisa diubah (Cooper & Ferrari, 2019).

1. Usia

Osteoporosis biasanya terjadi pada wanita atau pria usia lanjut atau diatas usia 50 tahun. Hal ini berkaitan dengan terjadinya penurunan densitas tulang pada individu dengan usia lanjut (Rusli, 2021). Semakin bertambahnya usia pada individu >50 tahun akan

mengalami penurunan massa tulang sekitar 5% setiap tahunnya (Andarini *et al.*, 2020).

2. Jenis Kelamin

Perempuan yang telah memasuki masa pascamenopause memiliki risiko lebih tinggi terkena osteoporosis dibandingkan dengan pria karena terjadi penurunan produksi hormon estrogen (Rusli, 2021). Penurunan kadar hormon estrogen pada wanita pascamenopause menyebabkan peningkatan aktivitas osteoklas dan penurunan aktivitas osteoblas, yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan massa tulang dan peningkatan risiko patah tulang. (Sherwood L, 2016).

3. Riwayat keluarga

Riwayat patah tulang pada orang tua meningkatkan penyebab genetik risiko fraktur yang tidak dipengaruhi oleh BMD dengan rasio sebesar 17% untuk semua fraktur, 18% fraktur osteoporosis dan 49% fraktur panggul (Rusli, 2021). Faktor genetik memiliki peran penting dalam perkembangan massa tulang. Sebagian faktor risiko osteoporosis seperti IMT, usia menstruasi pertama dan menopause dipengaruhi oleh genetik sehingga meningkatkan kemungkinan kejadian osteoporosis (Gasparik *et al.*, 2021).

4. Riwayat fraktur sebelumnya

Individu yang memiliki riwayat fraktur lebih berisiko terhadap fraktur sebesar 86% dibandingkan dengan yang belum pernah fraktur sebelumnya. Individu yang memiliki riwayat patah tulang 1,86 kali lebih berisiko terhadap fraktur selanjutnya daripada individu yang belum pernah fraktur. u yang memiliki riwayat fraktur, sehingga hal tersebut meningkatkan risiko osteoporosis (Eastell *et al.*, 2019).

5. Etnis

Osteoporosis dan fraktur panggul dan vertebra lebih banyak ditemukan pada ras kulit putih yaitu Asia dan Kaukasia dibandingkan ras kulit hitam (Rusli, 2021). Perempuan ras Asia cenderung lebih rentan terhadap osteoporosis dibandingkan perempuan ras Afrika. Penyebabnya dapat disebabkan oleh rendahnya konsumsi kalsium secara umum pada perempuan Asia, dengan sekitar 90% dari ras Asia mengalami intoleransi laktosa dan cenderung menghindari produk hewani. Di sisi lain, ras Negroid memiliki kepadatan tulang yang lebih tinggi secara umum daripada ras lainnya, sehingga memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami osteoporosis. (Humaryanto, 2017).

6. Menopause atau histerektomi

Perempuan yang menopause sebelum 40 tahun akan mengalami peningkatan risiko fraktur dibandingkan perempuan yang menopause lebih dari usia tersebut. Histerektomi atau pengangkatan rahim juga dapat meningkatkan risiko fraktur secara keseluruhan sebesar 20%, namun tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap fraktur osteoporosis (Cooper & Ferrari, 2019). Berkurangnya densitas tulang dipercepat setelah overektomi dan selama masa menopause (Humaryanto, 2017).

7. Terapi glukokortikoid jangka panjang

Terapi glukokortikoid jangka panjang dapat meningkatkan risiko pengeroposan tulang. Risiko paling tinggi adalah pada pria lanjut usia dan wanita pascamenopause yang menerima glukokortikoid dengan dosis >20 mg setiap hari. Sebanyak 30-50% pasien yang menerima glukokortikoid mengalami fraktur. Hal tersebut disebabkan apoptosis osteosit yang diinduksi glukokortikoid sehingga meningkatkan faktor risiko fraktur karena berkurangnya BMD (Cooper & Ferrari, 2019). Steroid dapat menyebabkan

osteoporosis karena pengaruhnya terhadap massa tulang. Steroid dapat mengganggu absorpsi kalsium pada pencernaan, menekan hormon gonadotropin sehingga mengurangi produksi estrogen dan meningkatkan kerja osteoklas serta meningkatkan ekskresi kalsium melalui ginjal (Purba, 2018).

8. Arthritis reumatoid

Penelitian di Inggris menyebutkan bahwa pasien arthritis reumatoid mengalami peningkatan risiko fraktur panggul dan vertebra yaitu 2 kali lipat dan 2,4 kali lipat dibandingkan individu yang tidak menderita arthritis reumatoid (Cooper & Ferrari, 2019). Osteoporosis merupakan komplikasi dari arthritis reumatoid yang paling umum terjadi. Arthritis reumatoid menyebabkan inflamasi yang dimediasi oleh IL-1, IL-6, IL-8 dan TNF- α yang mengaktifkan osteoklas dan menyebabkan osteoporosis (Llorente *et al.*, 2020).

9. Faktor risiko sekunder

Faktor risiko sekunder merupakan penyakit lain yang dapat meningkatkan risiko osteoporosis karena berhubungan dengan *remodeling* tulang (Rusli, 2021). Salah satu penyakit yang menyebabkan osteoporosis adalah diabetes mellitus (DM). Thiazolidinediones yang merupakan obat DM, meningkatkan diferensiasi osteoklas dan resorpsi tulang serta menurunkan osteoblastogenesis yang menyebabkan penurunan BMD (Pouresmaeili *et al.*, 2018).

Faktor risiko osteoporosis yang dapat dimodifikasi atau dapat diubah, biasanya berhubungan dengan gaya hidup. Faktor risiko yang dapat diubah yaitu:

1. Alkohol

Hubungan antara konsumsi alkohol dengan risiko fraktur bersifat non linear. Konsumsi alkohol dengan intake 2 unit atau kurang per

hari (2 gelas 120 mL alkohol) tidak menunjukkan peningkatan risiko fraktur (Cooper & Ferrari, 2019). Namun, apabila konsumsi alkohol lebih dari batasan tersebut atau lebih dari 2 unit per hari terjadi peningkatan risiko sebesar 23% untuk semua fraktur, 38% fraktur osteoporosis dan 68% fraktur panggul. Hal tersebut berkaitan dengan efek samping langsung pada hormon pengatur metabolisme kalsium dan status gizi buruk (Rusli, 2021).

2. Merokok

Dalam suatu meta analisis, disebutkan bahwa merokok meningkatkan risiko fraktur sebesar 25% dan meningkatkan risiko fraktur panggul sebesar 60% dibandingkan dengan orang yang tidak merokok (Cooper & Ferrari, 2019). Nikotin dalam rokok dapat menghalangi penyerapan kalsium oleh tubuh. Asap rokok juga diketahui berperan dalam menghambat produksi estrogen oleh ovarium sehingga kadar estrogen lebih rendah pada perokok dan dapat mempercepat menopause sebesar 5 tahun (Rusli, 2021).

3. IMT rendah

Menurut hasil penelitian meta-analisis tahun 2005 pada individu yang memiliki indeks massa tubuh (IMT) lebih rendah, akan meningkatkan risiko fraktur osteoporosis dua kali lipat dibandingkan dengan individu yang memiliki IMT 25 kg/m^2 (Cooper & Ferrari, 2019). IMT yang rendah terkait dengan kurangnya capaian puncak massa tulang dan penurunan massa tulang. (Humaryanto & Syauqy, 2019).

4. Asupan kalsium rendah

Diet seimbang merupakan peran penting pada usia dewasa untuk menjaga kesehatan tulang. WHO merekomendasikan konsumsi kalsium sebanyak 1.000 mg per hari (Cooper & Ferrari, 2019). Kekurangan asupan kalsium dapat menurunkan kadar kalsium dalam

darah sehingga dapat menstimulasi sekresi hormon paratiroid. Hal ini dapat meningkatkan resorpsi tulang dan menjadi salah satu faktor risiko osteoporosis. Selain asupan kalsium, kadar kalsium darah juga dipengaruhi oleh hormon paratiroid dan vitamin D (Hayati & Herwana, 2018).

5. Kekurangan vitamin D

Vitamin D berperan dalam membantu absorpsi kalsium dari usus ke dalam darah. Paparan sinar matahari memberikan sumber utama vitamin D dengan memicu sintesis di kulit. Vitamin D juga bisa didapatkan dari tambahan berupa 800 unit vitamin D internasional (Cooper & Ferrari, 2019). Kekurangan vitamin D dapat timbul pada individu usia lanjut karena penurunan eksposur terhadap sinar matahari serta berkurangnya kemampuan tubuh untuk menghasilkan prekursor vitamin D di kulit dan disertai dengan penurunan jumlah reseptor vitamin D di duodenum (Humaryanto, 2017).

6. Frekuensi terjatuh

Frekuensi terjatuh meningkat pada individu dengan usia lanjut dan biasanya terjadi berulang kali (Cooper & Ferrari, 2019). Penderita osteoporosis memiliki risiko jatuh yang lebih tinggi karena kelemahan otot, kifosis tulang belakang, atau penurunan kontrol postur tubuh (Meyer *et al.*, 2019). Sebagian besar fraktur osteoporosis terjadi saat terjatuh. Perlu dilakukan intervensi untuk mengurangi risiko jatuh dengan latihan kekuatan dan penilaian bahaya di rumah atau tempat tinggal. Belum ada data yang menunjukkan bahwa intervensi jatuh akan mengurangi kejadian fraktur akibat osteoporosis, namun diperkirakan kejadian osteoporosis akan berkurang apabila frekuensi jatuh berkurang (Berry & Kiel, 2020).

2.2.5 Patofisiologi Osteoporosis

Patofisiologi osteoporosis primer terjadi pada usia lanjut karena faktor penuaan. Mekanisme yang mengawali belum diketahui secara pasti, namun osteoporosis berhubungan dengan penurunan kualitas hormon estrogen sehingga mempercepat *turnover* tulang (Noor, 2020). Walaupun diketahui sebagian besar pasien osteoporosis adalah wanita pascamenopasue, namun dapat ditemukan juga pada laki-laki. Estrogen berperan dalam penghambatan resorpsi tulang dengan berikatan dengan reseptor estrogen a (Era) dan reseptor estrogen b (Erb) yang berfungsi meningkatkan laju apoptosis osteoklas. Menurunnya produksi estrogen pada wanita pascamenopause menjadi salah satu faktor peningkatan risiko osteoporosis (Rusli, 2021).

2.2.5.1 Patofisiologi Osteoporosis Akibat Penuaan Usia

Tulang terdiri dari bagian kompak yang disebut kortikal dan diisi dengan bagian berpori yang disebut trabekular. Usia tua menyebabkan kerapuhan pada tulang kortikal, sehingga fungsi penahan beban trabekular menentukan kekuatan tulang. Kekuatan trabekular dalam menahan beban ditentukan oleh berbagai faktor yaitu, densitas tulang, kadar mineral, dan karakter arsitektur seperti ketebalan dan konektivitas (Noor, 2020).

Seiring bertambahnya usia dalam proses *remodeling* tulang, jumlah tulang yang di-*remodeling* akan berkurang. Seiring bertambahnya usia juga, proses osteoblastogenesis menurun, hal tersebut memengaruhi penurunan osteoklastogenesis. Penurunan osteoklastogenesis disebabkan adanya pengurangan sel stroma yang berperan dalam pembentukan osteoblas. Hal ini karena adanya perubahan ekspresi gen yang membantu diferensiasi *stem cell* mesenkimal multipoten dalam perluasan osteoblas (Noor, 2020).

2.2.5.2 Patofisiologi Osteoporosis Akibat Defisiensi Steroid

Mekanisme yang mengawali belum diketahui secara pasti, namun osteoporosis berhubungan dengan defisiensi steroid seks sehingga mempercepat *turnover* tulang. Ketika wanita menopause akan terjadi defisiensi estrogen sehingga laju resorpsi tulang lebih besar. Osteoporosis pada pria disebabkan oleh penurunan kadar testosteron dan estrogen bioavailabel yang terjadi secara lambat. Defisiensi estrogen berperan dalam peningkatan laju resorpsi tulang, sedangkan penurunan testosteron berperan dalam penurunan formasi tulang. Defisiensi steroid menyebabkan peningkatan osteoklastogenesis sehingga meningkatkan proses *remodeling* tulang. Peningkatan proses *remodeling* akan mempercepat tulang kehilangan mineral akibat laju resorpsi lebih cepat dibandingkan formasi (Noor, 2020).

Estrogen menstimulasi *receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand* (RANKL) yang cenderung menekan resorpsi tulang (Noor, 2020). Defisiensi estrogen akan meningkatkan protein RANKL yang diekspresikan oleh sel sumsum tulang pada wanita pascamenopause. Faktor fisik seperti kerusakan mikro berulang mempengaruhi RANKL yang akan berikatan dengan reseptor RANK menyebabkan aktivasi osteoklas (Rusli, 2021).

2.2.6 Tatalaksana Osteoporosis

Tatalaksana osteoporosis berupa terapi non farmakologis dan terapi farmakologis. Terapi non farmakologis dapat diberikan sejak masa kecil hingga dewasa. Prinsip pemberian terapi non farmakologis pada masa kanak-kanak adalah untuk memastikan densitas tulang mencapai maksimumnya ketika dewasa. Terapi non farmakologis pada dewasa

diberikan untuk mempertahankan densitas tulang setelah mencapai puncak massanya. Terapi farmakologis diberikan setelah tulang mencapai puncak massanya. Prinsip tatalaksana osteoporosis adalah mencegah fraktur, mencapai tingkat massa tulang atau mempertahankan, mengurangi risiko fraktur dan deformitas tulang serta memaksimalkan fungsi fisik (Noor, 2020).

2.2.6.1 Terapi Nonfarmakologis

1. Aktivitas fisik

Aktivitas menahan beban dapat meningkatkan BMD dalam jumlah kecil namun bermakna. Aktivitas fisik bertujuan untuk meningkatkan kekuatan otot agar menurunkan risiko terjatuh dan mencegah perburukan osteoporosis (Perhimpunan Reumatologi Indonesia, 2020). Aktivitas fisik yang diperlukan adalah olahraga minimal 30 menit dua kali seminggu. Pada wanita pascamenopause dapat diberikan intervensi berupa kombinasi angkat beban dengan jalan kaki cepat selama 30 menit dua kali sehari sehingga efektif meningkatkan BMD (Noor, 2020). Alat bantu berjalan seperti tongkat dapat diberikan pada pasien yang mengalami gangguan keseimbangan (Perhimpunan Reumatologi Indonesia, 2020).

2. Nutrisi kalsium dan vitamin D

Asupan nutrisi adekuat dan diet seimbang berperan penting dalam pertumbuhan. Kalsium berperan dalam menjaga massa tulang, sedangkan vitamin D diperlukan untuk absorpsi kalsium di usus. Pada wanita dengan usia lanjut diperlukan suplementasi vitamin D karena kadar 25-hidroksivitamin D serum menurun di dalam tubuh. Kombinasi vitamin D dan kalsium diberikan untuk pencegahan dan sebagai terapi lini pertama pada pasien

osteoporosis. Dalam sehari diperlukan asupan kalsium sebesar 1000 mg/hari untuk pria dan wanita usia <50 tahun dan 1200 mg/hari untuk usia > 50 tahun. Vitamin D diperlukan sebesar 400 IU/hari untuk usia 51 sampai 70 tahun dan sebesar 600 IU/hari untuk usia >70 tahun (Noor, 2020).

2.2.6.2 Terapi Farmakologis

Terapi farmakologis yang dapat diberikan untuk pasien osteoporosis selain pemberian suplemen vitamin D dan kalsium adalah bifosfonat, *selective estrogen receptor modulators* (SERMs), kalsitonin, teriparatida dan estrogen (Noor, 2020). Terapi farmakologis osteoporosis diberikan pada pasien osteopenia (BMD rendah) dengan riwayat fraktur panggul, pasien dengan $T\text{-score} \leq -2,5$, pasien dengan $T\text{-score} -1,0$ sampai $-2,5$ jika hasil penilaian *FRAX® Tool* $\geq 20\%$ fraktur osteoporosis major atau fraktur panggul $\geq 3\%$. Pemeriksaan *dual energy x-ray absorptiometry* (DXA) dilakukan setiap 1 hingga 2 tahun untuk mengukur kepadatan tulang. Terapi farmakologi dapat dihentikan apabila nilai DXA normal (*American Association of Clinical Endocrinologists*, 2020).

1. Bifosfonat

Bifosfonat merupakan lini pertama osteoporosis dari pirofosfonat dan memiliki beberapa jenis yang dijelaskan pada Tabel 2. Bifosfonat dapat menghambat resorpsi tulang dengan menghambat aktivitas resorpsi osteoklas dan peningkatan apoptosis dengan menurunkan produksi enzim lisosomal di osteoklas (Tu *et al.*, 2018). Bifosfonat memiliki efek tidak langsung dengan merangsang osteoblas untuk menghasilkan substansi yang mampu menghambat osteoklas

dan menurunkan kadar stimulator osteoklas (Partan RU, 2018).

Pemberian bifosfonat secara oral diabsorpsi dalam jumlah yang sangat sedikit dan dapat dipengaruhi oleh makanan yang dikonsumsi. Oleh karena itu, bifosfonat tidak boleh diberikan bersamaan dengan makanan tinggi kalsium, teh, kopi atau coklat. Bifosfonat diserap <5% pada pencernaan dan sisanya dieliminasi dalam urine tanpa metabolisme (Partan RU, 2018). Efek samping dari bifosfonat adalah intoleransi gastrointestinal bila pemberian bifosfonat secara oral tiap hari, hipokalemia karena bifosfonat mengurangi efluks kalsium dan menurunkan serum kalsium, serta nyeri tulang dan otot kronis (Noor, 2020).

Tabel 2. Jenis Obat Bifosfonate

Obat	Dosis	Indikasi
Alendronat	Pencegahan: 5mg/hari Pengobatan: 10mg/hari	Untuk pencegahan pada wanita pascamenopause yang berisiko osteoporosis dan bagi yang membutuhkan untuk mempertahankan massa dan penurunan risiko fraktur.
Risedronat sodium	5mg/hari atau 35mg/minggu	Untuk meningkatkan BMD dan menurunkan risiko fraktur akibat osteoporosis
Ibandronat sodium	2,5 mg sekali/hari atau 150 mg sekali/bulan	Untuk menurunkan kejadian fraktur vertebra pada terapi osteoporosis

Sumber: Noor, 2020.

2. SERMs

Selective Estrogen Receptor Modulators atau SERMs yang saat ini digunakan dalam terapi osteoporosis adalah raloksifen. Raloksifen diberikan setiap hari dengan dosis 60 mg/hari. Raloksifen berperan sebagai agonis estrogen untuk metabolisme tulang dan lipid dan sebagai estrogen antagonis pada endometrium dan payudara (Noor, 2020). Raloksifen

meniru efek estrogen pada jaringan non-reproduksi seperti tulang melalui efek agonis estrogen. Pada tulang dan jaringan non-reproduksi lainnya, raloksifen berikatan dengan rangkaian protein tidak aktif yang disebut ER (RLX-ER) dengan bantuan serangkaian *helper protein* (mengaktifkan, membantu, dan/atau mengadaptasi protein) sehingga mengaktifkan rangkaian spesifik DNA yang dikenal sebagai *Raloxifene Responding Element* (RRE). Pengaktifan rangkaian DNA spesifik menyebabkan sintesis protein sel spesifik yang bertanggung jawab atas efek agonis estrogen dari obat pada jaringan non-reproduksi (Sherwood L, 2016). Kontraindikasi raloksifen pada wanita hamil atau sedang menyusui (Tu *et al.*, 2018).

3. Kalsitonin

Kalsitonin diberikan untuk wanita pascamenopause >5 tahun. Kalsitonin dapat diberikan secara intranasal *spray* dengan dosis 200 IU atau diberikan injeksi sebesar 50 IU. Kalsitonin dapat meningkatkan BMD dengan memperlambat aktivitas osteoklas pada vertebra lumbal dan humerus sehingga menurunkan risiko fraktur (Noor, 2020). Kalsitonin memiliki efek samping reaksi hipersensitivitas, hipokalsemia, rinitis dan epistaksis. Penggunaan kalsitonin jangka panjang meningkatkan risiko kanker, sehingga kalsitonin dibatasi pada kasus nyeri akibat osteoporosis dan tidak boleh >6 bulan (Rosen HN, 2022).

4. Teriparatid

Teriparatid merupakan formulasi rekombinan 34-N terminal asam amino dari hormon paratiroid. Teriparatid dapat meningkatkan massa tulang dan memperbaiki mikrostruktur tulang. Teriparatid diberikan injeksi subkutan 20 µg

sekali/hari ke abdomen atau paha selama ≤ 2 tahun. Efek samping teriparatid adalah mual dan sakit kepala (Noor, 2020). Teriparatid yang harus disuntikkan, adalah fragmen aktif hormon paratiroid, sehingga dapat menimbulkan efek berkepanjangan hiperparatiroidisme. Teriparatid meningkatkan pembentukan osteoblas dan memanjangkan usia osteoblas dengan menghambat apoptosis osteoblas (Sherwood L, 2016).

5. Terapi estrogen

Kadar hormon seks yang normal diperlukan untuk homeostasis kalsium normal dan kesehatan tulang. Estrogen pada wanita dan pria diproduksi dari aromatisasi androgen di jaringan perifer. Estrogen memengaruhi proses resorpsi yang berfungsi untuk mencapai puncak massa tulang dan mempertahankan kesehatan tulang pada dewasa. Terapi estrogen hanya diberikan kepada wanita osteoporosis dengan menopause (Noor, 2020). Terapi estrogen diberikan untuk pencegahan osteoporosis pada wanita pascamenopause yang berisiko tinggi. Terapi estrogen merupakan pilihan terakhir setelah semua tatalaksana farmakologis untuk osteoporosis dianggap tidak tepat (Tu *et al.*, 2018).

2.2.7 Pencegahan Osteoporosis

Pencegahan osteoporosis merupakan hal penting dalam tatalaksana osteoporosis. Pencegahan osteoporosis yaitu dengan memperkuat tulang sebelum memasuki masa menopause. Terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mencegah osteoporosis yaitu, menjaga aktivitas fisik dan pola makan yang adekuat. Massa tulang yang cukup pada usia dewasa dapat mengurangi kejadian osteoporosis dan gejala dari osteoporosis (Sherwood L, 2016).

2.2.7.1 Masa Kecil Hingga Remaja

Proses pembangunan tulang yang kuat dimulai sejak dalam kandungan. Pola makan, diet seimbang dan gaya hidup sehat selama kehamilan dapat membantu menentukan proses pertumbuhan tulang pada janin di perut ibu (Kemenkes RI, 2017). Tulang merupakan jaringan hidup dan akan terus berkembang hingga bayi lahir sampai akhir masa remaja. Puncak massa tulang adalah dewasa awal atau pertengahan usia 20-an. Oleh karena itu, pencegahan osteoporosis dapat diawali dengan pertumbuhan tulang yang optimal dan perkembangan hingga usia dewasa. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencegah osteoporosis adalah (Cooper & Ferrari, 2019):

a. Makan-makanan bergizi dan mencukupi asupan kalsium

WHO merekomendasikan konsumsi kalsium sebanyak 1.000 mg per hari (Cooper & Ferrari, 2019).

b. Menghindari malnutrisi protein dan IMT rendah

Protein menyediakan sumber asam amino yang dibutuhkan untuk menjaga struktur tulang dan merangsang pelepasan IGF-1 yang dapat meningkatkan aktivitas osteoblas sehingga meningkatkan produksi matriks tulang (Cooper & Ferrari, 2019).

c. Mempertahankan pasokan vitamin D yang cukup

Makanan sumber vitamin D yaitu ikan salmon dan berbagai macam ikan laut, susu dan produk olahannya, dan hati. Sinar matahari yang cukup dapat mengaktifkan vitamin D yang banyak terdapat di bawah kulit. Paparan sinar matahari yang dibutuhkan yaitu sebanyak 5-10 menit sebanyak 3 kali dalam seminggu dari matahari terbit hingga pukul 09.00 dan pukul 15.00 hingga matahari terbenam (Kemenkes RI, 2017).

d. Olahraga

Kurang olahraga dan kurang aktivitas fisik akan mengurangi tekanan pada tulang sehingga menurunkan proses pembentukan tulang baru yang mengakibatkan peningkatan risiko osteoporosis (Kemenkes RI, 2017).

e. Menghindari merokok aktif atau pasif

2.2.7.2 Masa Dewasa

Massa tulang pada masa anak-anak merupakan salah satu penentu risiko osteoporosis di usia lanjut. Semakin tinggi puncak massa tulang, semakin rendah risiko osteoporosis. Massa tulang dipertahankan oleh proses *remodeling* yang terdiri dari resorpsi atau penghilangan tulang lama dan formasi pembentukan tulang baru. Pada masa anak-anak pembentukan tulang lebih penting dibandingkan resorpsi tulang. Namun, bertambahnya usia menyebabkan laju pembentukan tulang lebih rendah dibandingkan laju resorpsi tulang sehingga terjadi pengeroposan. Pencegahan yang dapat dilakukan adalah (Cooper & Ferrari, 2019):

- a. Mencukupi makanan bergizi dan asupan kalsium.
- b. Menghindari IMT yang terlalu rendah.
- c. Mempertahankan persediaan vitamin D.
- d. Menghindari merokok dan perokok pasif.

2.2.8 Fraktur Akibat Osteoporosis

Fraktur merupakan patah, putus atau robek pada kontinuitas jaringan tulang yang diakibatkan oleh stres atau trauma yang lebih besar dari kemampuan tulang dalam menahannya. Fraktur dapat terjadi karena tekanan yang berulang, peristiwa trauma tunggal, atau fraktur patologis akibat kelemahan abnormal pada tulang. Fraktur akibat trauma merupakan penyebab terbesar terjadinya fraktur karena adanya tekanan yang kuat. Fraktur patologis berkaitan dengan penyakit metabolik,

misalnya, karena neoplasma, penyakit paget dan osteoporosis. Lokasi fraktur osteoporosis yang paling sering adalah vertebra, panggul, lengan atas, dan humerus proksimal (Apley & Solomon, 2021).

Fraktur osteoporosis adalah patah tulang yang diakibatkan oleh osteoporosis, yaitu trauma atau cedera yang seharusnya tidak mengakibatkan patah tulang namun karena rendahnya densitas mineral tulang sehingga terjadi patah tulang. Osteoporosis merupakan penurunan kekuatan tulang dan menjadi faktor predisposisi dari patah tulang. Fraktur osteoporosis banyak terjadi pada vertebra, humerus, dan panggul (Noor, 2020)

Fraktur panggul berhubungan dengan dengan mortalitas, sedangkan fraktur vertebra berhubungan dengan *low back pain* kronis, keterbatasan fungsi, peningkatan risiko rawat inap dan mortalitas. Angka kejadian fraktur osteoporosis di Asia Tenggara diperkirakan akan bertambah banyak tiga kali lipat selama 50 tahun mendatang karena peningkatan jumlah individu lanjut usia (Noor, 2020).

2.2.9 Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Terjadinya Fraktur Osteoporosis

IMT adalah salah satu faktor yang meningkatkan risiko osteoporosis dan fraktur osteoporosis. Berdasarkan penelitian meta analisis perbandingan antara IMT 20 kg/m² dan IMT 25 kg/m², IMT yang lebih rendah meningkatkan risiko fraktur dua kali lipat (Cooper & Ferrari, 2019). IMT sebagai faktor risiko fraktur osteoporosis berhubungan dengan perlindungan tulang oleh lemak subkutan. Lemak subkutan berfungsi untuk proteksi kepadatan tulang. Pada individu lanjut usia, terjadi penurunan sekresi estrogen yang berperan pada proses pembentukan tulang. Semakin rendah IMT pada perempuan lanjut usia, semakin rendah massa lemak subkutan sehingga meningkatkan risiko kejadian fraktur osteoporosis (Putra *et al.*, 2021).

Osteoporosis disebabkan oleh penurunan kualitas tulang dan BMD. IMT yang rendah berhubungan dengan peningkatan risiko BMD yang juga rendah sehingga meningkatkan risiko fraktur akibat osteoporosis. Sedangkan, peningkatan IMT berhubungan dengan peningkatan kadar BMD dan penurunan risiko penyakit tulang dan fraktur akibat osteoporosis (Hariri, 2019).

Tabel 3. Klasifikasi IMT Berdasarkan WHO

Klasifikasi	IMT (kg/m ²)
Berat badan kurang (<i>Underweight</i>)	<18,5
Berat badan normal	18,5-24,9
Berat badan lebih (<i>Overweight</i>)	25,0-29,9
Obesitas tingkat I	30,0-34,9
Obesitas tingkat II	35,0-39,9
Obesitas tingkat III	≥40

Sumber: WHO, 2010.

Indeks massa tubuh (IMT) di Indonesia dapat diklasifikasikan berdasarkan PGN tahun 2014 yang merupakan hasil modifikasi dari hasil penelitian dan pengalaman klinis pada beberapa negara berkembang menjadi kurus, normal dan gemuk dengan kriteria tertera pada Tabel 4 (Kemenkes RI, 2014) .

Tabel 4. Klasifikasi IMT Nasional

Klasifikasi		IMT
Kurus	Berat	<17,0
	Ringan	17,0-18,4
Normal		18,5-25,0
Gemuk	Ringan	25,1-27,0
	Berat	>27

Sumber: PGN, 2014

2.3 FRAX® Tool

2.3.1 Definisi FRAX® Tool

Besar risiko fraktur osteoporosis dapat dinilai dengan menggunakan FRAX® Tool dari WHO yang bekerjasama dengan *University of Sheffield*. *Assessment* tersebut berupa hasil dari perhitungan komputer berdasarkan

faktor-faktor klinis yang dimiliki oleh individu (NOGG, 2021). *FRAX® Tool* dapat memprediksi seberapa besar (%) kemungkinan individu diatas 40 tahun mengalami fraktur pada leher panggul dan tulang lainnya seperti humerus proksimal, os carpal dan os vertebra dalam 10 tahun mendatang sesuai dengan kalibrasi perhitungan negaranya masing-masing (Zaki, 2020).

FRAX® Tool berperan dalam membantu jasa penyedia layanan kesehatan primer untuk memfokuskan intervensi pada populasi yang berisiko fraktur akibat osteoporosis. Alat kalkulasi *FRAX® Tool* dapat diakses secara gratis dan secara online yang tersedia untuk 66 negara dan 34 bahasa. Nilai risiko fraktur dihitung berdasarkan faktor risiko. *FRAX® Tool* diluncurkan pada April tahun 2008 dan dapat diakses melalui situs web <https://frax.shef.ac.uk/FRAX/> (Cooper & Ferrari, 2019).

Pada karakteristik khas osteoporosis ditemukan nilai densitas mineral tulang atau *bone mineral density* (BMD) yang rendah dan penurunan mikro arsitektur tulang. Densitas atau kepadatan merupakan berapa gram mineral per volume tulang. Akses densitometri untuk pengukuran BMD masih sulit di beberapa negara sehingga penggunaan *FRAX® Tool* sebagai alat kalkulasi yang dapat menilai risiko fraktur tanpa BMD dapat dijadikan pilihan. Faktor-faktor risiko *FRAX® Tool* yang berhubungan dengan gaya hidup memiliki efek yang bergantung pada paparan, yaitu semakin tinggi paparannya semakin besar pula risikonya. Perhitungan *FRAX® Tool* saat ini mengasumsikan besarnya risiko dan penilaian klinis berdasarkan rendah atau tinggi paparan faktor risiko tersebut pada individu. Penilaian faktor risiko fraktur osteoporosis menggunakan alat kalkulasi *FRAX® Tool* lebih tepat jika dilakukan dengan penilaian BMD tulang (Rusli, 2021).

2.3.2 Panduan Pangisian Asesmen Faktor Risiko Osteoporosis Menggunakan *FRAX*® Tool

Besar risiko fraktur osteoporosis dapat dinilai dengan menggunakan alat kalkulasi bernama *FRAX*® Tool dari WHO yang bekerjasama dengan *University of Sheffield*. *Assessment* tersebut berupa hasil dari perhitungan komputer berdasarkan faktor-faktor klinis yang dimiliki oleh individu. Faktor risiko dan pengisian *FRAX*® Tool dijelaskan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Risiko dan Pengisian *FRAX*® Tool

Faktor Risiko Klinis	Keterangan
Usia	Individu usia 40 sampai 90 tahun.
Jenis kelamin	Pria atau wanita.
Berat Badan	Dicantumkan dalam satuan kg.
Tinggi Badan	Dicantumkan dalam satuan cm.
Riwayat fraktur	Riwayat patah tulang pada individu. Memilih jawaban Ya atau Tidak.
Riwayat fraktur femur pada orang tua	Riwayat fraktur femur pada orangtua individu yang dilakukan penilaian. Memilih jawaban Ya atau Tidak.
Merokok	Jawab Ya apabila individu masih merokok saat ini atau Tidak
Glukokortikoid	Jawab Ya jika individu pernah atau sedang mengonsumsi glukokortikoid selama > 3 bulan dengan dosis prednisolone 5 mg perhari atau lebih.
Artritis reumatoid	Jawab Ya pada individu yang pernah terdiagnosa dan jawab Tidak jika tidak pernah terdiagnosa.
Osteoporosis sekunder	Jawab Ya jika individu yang dinilai memiliki penyakit yang berhubungan erat dengan osteoporosis. Antara lain diabetes mellitus tipe I, <i>untreated long-standing</i> hyperthyroidism, osteogenesis imperfecta dewasa, menopause dini (< 45 tahun), hypogonadism, malabsorpsi atau malnutrisi kronis, penyakit hati kronik dan gagal ginjal kronis dengan dialisis.
Minuman beralkohol 3 unit/takar sehari atau lebih	Jawab Ya jika individu mengonsumsi minuman beralkohol sebanyak 3 unit/takar/hari atau lebih. Satu takar atau unit alkohol berukuran antara 8 – 10 gr atau 285 cc.
<i>Bone mineral density</i> (BMD)	Masukkan nilai <i>T-score</i> masukkan nilai BMD leher femur (g/cm ²) dan mesin <i>scanning</i> DXA yang digunakan atau kosongkan apabila tidak dilakukan pemeriksaan BMD.

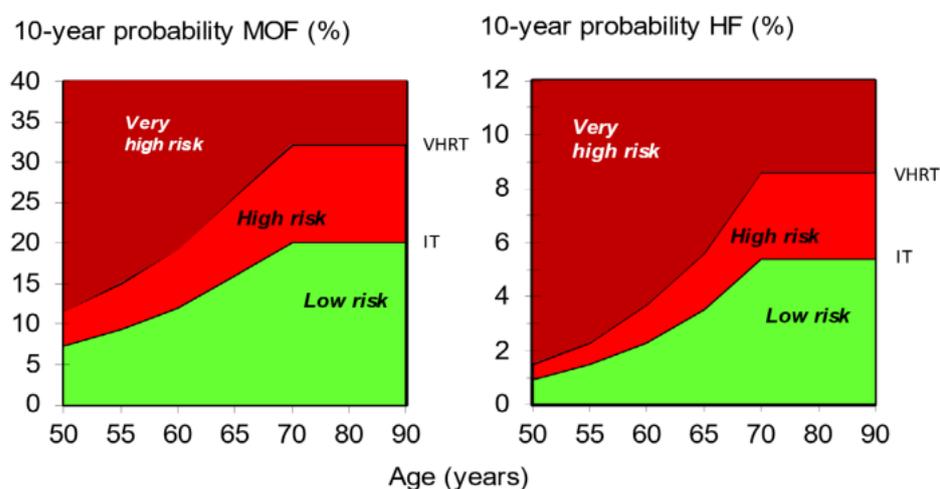
Sumber: (*University of Sheffield*, 2011)

2.3.3 Interpretasi Hasil Perhitungan *FRAX*® Tool

FRAX® Tool merupakan perangkat kalkulasi nilai risiko fraktur osteoporosis yang dapat diakses di internet secara daring. Hasil

perhitungan faktor risiko osteoporosis tanpa nilai BMD menghasilkan kesimpulan berupa risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi sesuai pada Gambar 4. Prosedur untuk menindaklanjuti hasil perhitungan nilai risiko telah ditetapkan oleh *National Osteoporosis Guidelines Group* (NOGG) (NOGG, 2021):

1. Risiko fraktur rendah, dilakukan manajemen diet nutrisi dan aktivitas fisik atau olahraga.
2. Risiko fraktur sedang, melakukan perhitungan BMD untuk mengetahui nilai risiko.
3. Risiko fraktur tinggi, dianjurkan untuk pemberian obat-obatan.



Sumber: NOGG, 2021.

Gambar 4. Hasil Perhitungan Nilai Risiko Fraktur

2.3.4 Kelemahan dan Keterbatasan Penggunaan *FRAX® Tool*

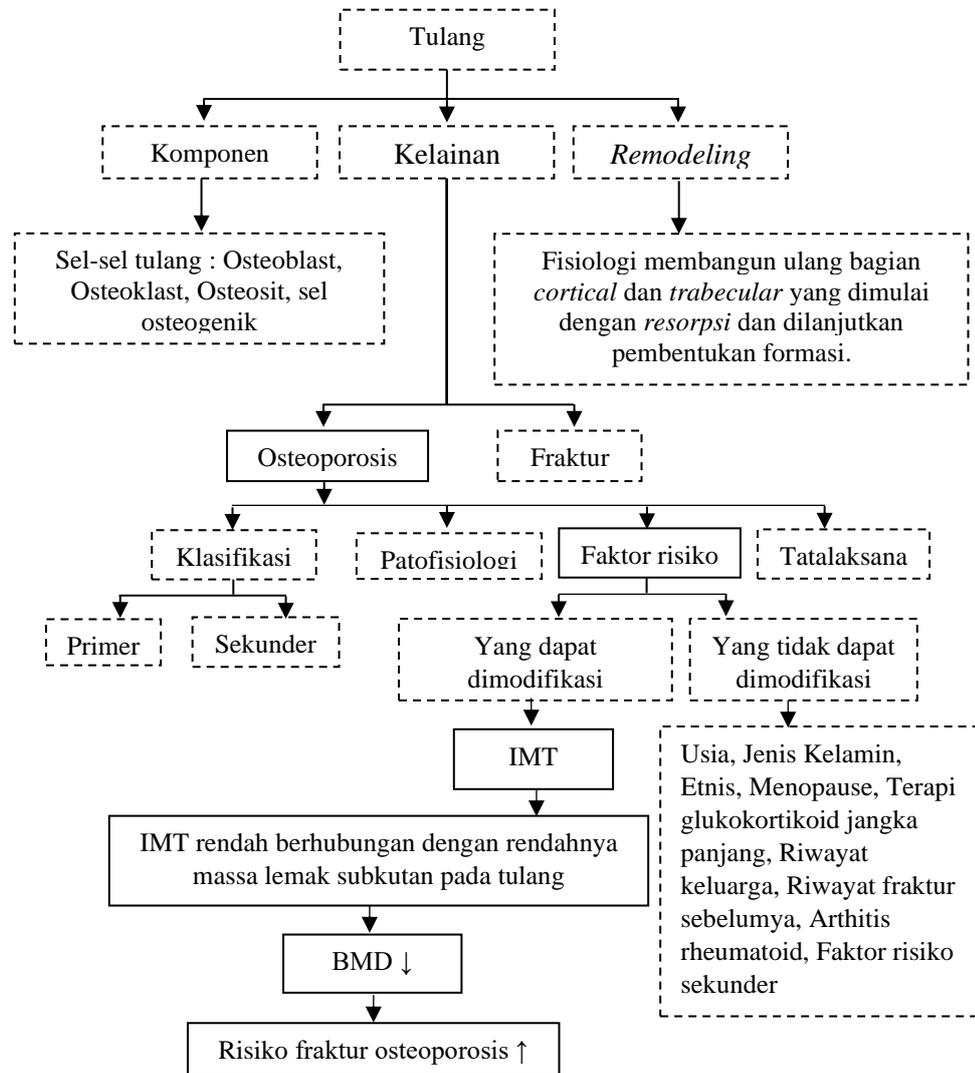
FRAX® Tool menghasilkan nilai probabilitas risiko fraktur osteoporosis, namun tidak dapat digunakan untuk indikasi pengobatan. *FRAX® Tool* merupakan alat hitung yang bermanfaat bagi petugas layanan kesehatan primer dan masyarakat luas, namun terdapat keterbatasan pada *FRAX® Tool*. Salah satu keterbatasannya adalah belum adanya aritmatika penentuan jumlah atau dosis faktor risiko tertentu. Misalnya pada riwayat fraktur belum adanya penentuan apabila individu memiliki riwayat fraktur dua kali maka memiliki nilai risiko lebih besar dibandingkan

individu yang memiliki riwayat fraktur sekali. Belum ada dosis merokok, alkohol dan konsumsi obat glukokortikoid. Kelemahan lainnya adalah belum adanya riwayat jatuh atau trauma walaupun kedua hal tersebut erat kaitannya dengan fraktur osteoporosis. Faktor lain seperti asupan vitamin D, kalsium dan aktivitas fisik juga tidak dipertimbangkan dalam perhitungan metode *FRAX® Tool* (Barnsley *et al.*, 2021).

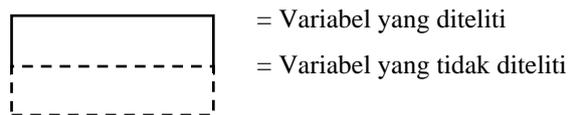
2.4 Kerangka Penelitian

2.4.1 Kerangka Teori

Kerangka teori dari penelitian ini tertera pada Gambar 5:



Keterangan:



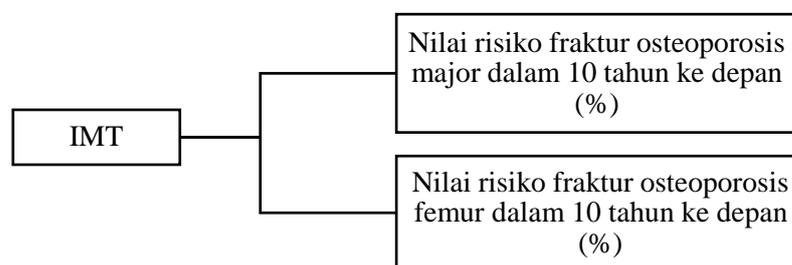
Gambar 5. Kerangka Teori Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan *FRAX® Tool* Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun

2.4.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep dari penelitian tertera pada Gambar 6.

Variabel Independen

Variabel Dependen



Gambar 6. Kerangka Konsep Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan *FRAX® Tool* Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun

2.5 Hipotesis

1. H0 : Tidak terdapat hubungan antara peningkatan indeks massa tubuh (IMT) dengan penurunan nilai risiko fraktur osteoporosis major berdasarkan perhitungan *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha.
H1 : Terdapat hubungan antara peningkatan indeks massa tubuh (IMT) dengan penurunan nilai risiko fraktur osteoporosis major berdasarkan perhitungan *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha.
2. H0 : Tidak terdapat hubungan antara peningkatan indeks massa tubuh (IMT) dengan penurunan nilai risiko fraktur osteoporosis panggul berdasarkan perhitungan *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha.
H1 : Terdapat hubungan antara peningkatan indeks massa tubuh (IMT) dengan penurunan nilai risiko fraktur osteoporosis panggul berdasarkan perhitungan *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analitik korelasional yang bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan risiko fraktur, yang dinilai menggunakan FRAX® Tool, pada laki-laki dan perempuan yang berusia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar. Penelitian ini tidak melibatkan intervensi terhadap variabel. Desain penelitian yang diterapkan adalah studi *cross sectional* (Notoatmodjo, 2018).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November sampai Desember tahun 2023.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah laki-laki dan perempuan yang tinggal di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar dengan usia ≥ 50 tahun berjumlah 80 orang. Populasi yang di *drop out*

sebanyak 11 orang karena tidak memenuhi kriteria inklusi, sehingga sampel penelitian berjumlah 69 orang.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari individu laki-laki dan perempuan yang berusia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar.

Jumlah sampel yang akan diteliti dihitung menggunakan rumus besar sampel untuk uji korelasi, seperti berikut ini (Dahlan, 2016):

$$n = \left(\frac{Z\alpha + Z\beta}{0,5 \ln \left[\frac{1+r}{1-r} \right]} \right)^2 + 3$$

$$n = \left(\frac{1,96 + 0,842}{0,5 \ln \left[\frac{1+0,4}{1-0,4} \right]} \right)^2 + 3$$

$$n = 46,74 \approx 47$$

Keterangan:

N = Jumlah sampel minimum yang diperlukan

$Z\alpha$ = Deviasi standar alpha. Kesalahan tipe I ditetapkan pada 5% (1,96)

$Z\beta$ = Deviasi standar beta. Kesalahan tipe II ditetapkan pada 20% (0,842)

r = Korelasi minimum yang dianggap bermakna (0,4) (Nashirin, 2015)

Berdasarkan perhitungan ini, jumlah sampel yang diperlukan untuk penelitian adalah 47. Pengambilan sampel dilakukan melalui teknik *total sampling*.

3.4 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi

3.4.1 Kriteria Inklusi

- a. Laki-laki dan wanita dengan usia ≥ 50 tahun.
- b. Bersedia menjadi responden.
- c. Tidak memiliki osteoporosis sekunder.
- d. Tidak memiliki riwayat konsumsi glukokortikoid jangka panjang.
- e. Tidak memiliki riwayat fraktur akibat kerapuhan sebelumnya.

- f. Tidak memiliki riwayat fraktur osteoporosis pada orang tua.
- g. Tidak pernah didiagnosis rheumatoid arthritis.
- h. Tidak mengonsumsi alkohol >3 unit/hari.

3.4.2 Kriteria Eksklusi

- a. Mengundurkan diri menjadi responden.
- b. Responden tidak dapat dilakukan pengukuran tinggi badan dan berat badan

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah nilai indeks massa tubuh (IMT) dalam skala kategorik.

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil perhitungan risiko fraktur osteoporosis major dan fraktur panggul menggunakan *FRAX® Tool* dalam bentuk skala kategorikal.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Peneliti mengumpulkan data langsung dari sumber aslinya, yang disebut data primer. Data primer ini diperoleh melalui perhitungan serta wawancara dengan responden, di mana peneliti mencatat hasil pengukuran dan informasi yang diperoleh dari wawancara tersebut.

3.7 Definisi Operasional

Definisi operasional variabel merujuk pada penjelasan yang diberikan kepada suatu variabel untuk menetapkan makna, menguraikan tindakan, atau memberikan prosedur yang diperlukan untuk mengukur variabel tersebut, yang menjadi panduan dalam penelitian ini. Detail definisi operasional dalam penelitian ini terdokumentasikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil	Skala
1.	IMT	IMT dihitung dengan membagi berat badan responden dengan kuadrat tinggi badan	Timbangan dan <i>microtoise</i>	Berat badan dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan.	1. <18,4 2. 18,5-25 3. >25	Ordinal
2.	<i>FRAX® Tool</i>	Nilai risiko patah tulang	Program <i>FRAX® Tool</i>	Menyertakan data mengenai usia, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan.	1. Risiko rendah: 0-3,9% (osteoporosis major) 0-0,9% (patah tulang panggul) 2. Risiko Sedang: 4,0-7,9% (osteoporosis major) 1,0-1,5% (patah tulang panggul) 3. Risiko tinggi: >8.0% (osteoporosis major) >1,6%)patah tulang panggul)	Ordinal
3.	Jenis Kelamin	Keterangan yang menunjukkan laki-laki atau perempuan		Wawancara	1. Laki-laki 2. Perempuan	Nominal

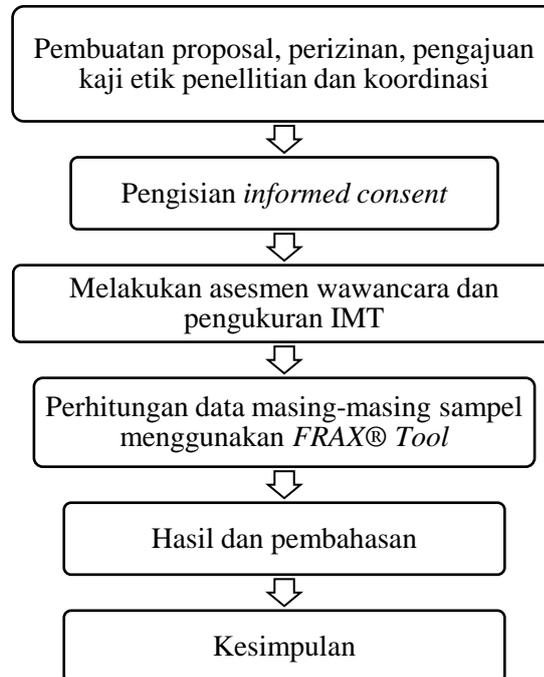
3.8 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data primer adalah sebagai berikut:

1. Pengukur tinggi badan menggunakan mikrotoise dengan akurasi pengukuran 0,1 cm.
2. Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat badan dengan akurasi pengukuran 0,01 kg.
3. Lembar identifikasi faktor risiko osteoporosis berdasarkan *FRAX® Tool*.

3.9 Alur Penelitian

Alur penelitian bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang ada secara terstruktur. Alur dari penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian Hubungan IMT dengan Nilai Risiko Fraktur Osteoporosis Berdasarkan Perhitungan *FRAX® Tool* Pada Wanita Usia ≥ 50 Tahun

3.10 Cara Pengambilan Data

Data diambil langsung dari responden dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Penyampaian informasi mengenai tujuan penelitian.
- b. Pengisian lembar *informed consent*.
- c. Pengukuran berat badan responden menggunakan timbangan.
- d. Pengukuran tinggi badan responden menggunakan mikrotoise.
- e. Penyampaian pertanyaan melalui wawancara kepada responden.

3.11 Rencana Pengolahan Data dan Analisa Data

3.11.1 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan melalui proses pengumpulan data disusun dalam bentuk tabel, kemudian diolah menggunakan program komputer melalui serangkaian langkah berikut:

1. *Data entry*

Informasi yang diperoleh dari wawancara dan pengukuran tinggi badan serta berat badan dimasukkan ke dalam perangkat hitung *FRAX® Tool* untuk menghasilkan nilai kemungkinan fraktur. Selanjutnya, data mengenai faktor risiko klinis dan nilai kemungkinan fraktur, seperti risiko fraktur rendah, sedang, dan tinggi, dimasukkan ke dalam program komputer untuk analisis lebih lanjut.

2. *Cleaning*

Tahap ini melibatkan pengecekan ulang data yang telah dimasukkan untuk memastikan tidak adanya kesalahan atau inkonsistensi.

3. *Saving*

Data yang telah dipersiapkan disimpan untuk proses analisis selanjutnya.

3.11.2 Analisa Data

3.11.2.1 Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk mengeksplorasi distribusi frekuensi dan persentase dari variabel independen dan variabel dependen.

3.11.2.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengevaluasi keterkaitan antara dua variabel, yakni variabel independen (indeks massa tubuh) dan variabel dependen (nilai risiko fraktur osteoporosis). Metode statistik yang diterapkan adalah uji

korelasi Spearman rank karena kedua variabel berskala kategorik.

3.12 Etika Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini diperoleh setelah melalui proses evaluasi etik dan mendapatkan persetujuan penelitian dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat sebagai berikut:

No: 54/UN26.18/PP.05.02.00/2023

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat hubungan antara IMT dengan fraktur osteoporosis major 10 tahun mendatang berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar (Nilai p: 0,006; 0,009) dengan arah korelasi negatif dan kekuatan korelasi sedang (r: -0,421; -0,544).

2. Terdapat hubungan antara IMT dengan fraktur panggul 10 tahun mendatang berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* pada laki-laki dan perempuan usia ≥ 50 tahun di UPTD Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar (Nilai p: 0,001; 0,000) dengan arah korelasi negatif dan kekuatan korelasi sedang pada laki-laki dan kekuatan korelasi kuat untuk perempuan (r: -0,444; -0.604).

5.2 Saran

5.2.1 Bagi Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha Natar

Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha yang memiliki risiko ringan fraktur osteoporosis berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* disarankan untuk mengatur diet nutrisi dengan asupan kalsium dan vitamin D, olahraga teratur, pencegahan risiko jatuh, menghindari rokok dan konsumsi alkohol. Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha yang memiliki risiko sedang fraktur osteoporosis berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool*

disarankan untuk melakukan pemeriksaan densitas tulang. Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha yang memiliki risiko tinggi fraktur osteoporosis berdasarkan kalkulasi *FRAX® Tool* disarankan untuk melakukan pengobatan.

5.2.2 Bagi UPTD PSLU Tresna Werdha

Disarankan untuk melakukan edukasi kepada Anggota UPTD PSLU Tresna Werdha tentang ketersediaan alat yang dapat mengidentifikasi risiko patah tulang akibat osteoporosis yaitu *FRAX® Tool* dan membuat program olahraga bersama sebagai upaya pencegahan risiko fraktur akibat osteoporosis.

5.2.3 Bagi Peneliti Selanjutnya

Untuk peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penilaian lebih lanjut terhadap faktor risiko osteoporosis seperti riwayat patah tulang, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan faktor-faktor lainnya pada laki-laki dan perempuan dengan jumlah sampel yang lebih besar. Evaluasi faktor risiko klinis osteoporosis dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang lebih terstandarisasi, seperti pengukuran *bone mineral density* (BMD).

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of Clinical Endocrinologists. 2020. American College of Endocrinology Clinical Practice Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis. *Endocrine Practice*. 26(1):1–46.
- Ananda NSP, Husnah, Rahman S. 2020. The correlation between body mass index and the risk of osteoporosis in Acehnese adult females in Zainoel Abidin General Hospital. *World Nutrition Journal*. 5(1):113-120.
- Andarini S, Suryana B, Praja D. 2020. Hubungan antara usia, body mass index dan jenis kelamin dengan osteoporosis. *Jurnal Majalah Kesehatan*. 7(1):34–40.
- Apley AG, Solomon L. 2021. *Buku Ajar Ortopedi dan Fraktur Sistem Apley*. Edisi 7. Jakarta: Widya Medika.
- Barnsley J, Buckland G, Chan P, Ong A, Ramos A, Baxter M, *et al.* 2021. Pathophysiology and treatment of osteoporosis: challenges for clinical practice in older people. *Aging Clinical and Experimental Research*. 33:759–73.
- Berry S, Kiel D. 2020. *Falls as risk factors for fracture*. In Marcus and Feldman's Osteoporosis. United States: Edisi 5. Elsevier. hlm. 633–46.
- Bhan A, ShijingQiu, Rao SD. 2018. Bone hisomorphometry in the evaluation of osteomalacia. *Bone Reports*. 8: 125-34.
- Chotiyarnwong P, McCloskey EV, Harvey NC, Lorentzon M, Prieto-Alhambra D, Abrahamsen B, *et al.* 2022. Is it time to consider population screening for fracture risk in postmenopausal women? A position paper from the International Osteoporosis Foundation Epidemiology/Quality of Life Working Group. *Archives of Osteoporosis*. 17(87):1–24.
- Cooper C, Ferrari S. 2019. *IOF Compendium of Osteoporosis*. Edisi 2. Switzerland: International Osteoporosis Foundation.

- Dahlan S. 2016. *Statistik untuk Kedokteran dan kesehatan*. Edisi 5. Jakarta: Salemba Medika.
- Eastell R, Rosen CJ, Black DM, Cheung AM, Murad MH, Shoback D. 2019. Pharmacological Management of Osteoporosis in Postmenopausal Women: An Endocrine Society* Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 104(5):1595–622.
- Gasparik A, Szócs T, Pascanu I, Csata Z, Poiana C. 2021. Family history - bmd independently - influences fracture risk. *Acta Endocrinology (Buchar)*. 17(4):498–502.
- Hariri AF, Almatrafi MN, Zamka AB, Babaker AS, Fallatah TM, Althouwaibi OH, *et al.* 2019. Relationship between Body Mass Index and T-Scores of Bone Mineral Density in the Hip and Spine Regions among Older Adults with Diabetes: A Retrospective Review. *Journal of Obesity*. 2019: 1-6.
- Hayati S, Herwana E. 2018. Peningkatan asupan kalsium menghambat penurunan kepadatan tulang pada perempuan pascamenopause. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*. 1(2):145–51.
- Humaryanto. 2017. Deteksi Dini Osteoporosis Pasca Menopause. *Jambi Medical Journal*. 5(2): 164–77.
- Humaryanto H, Syauqy A. 2019. Gambaran Indeks Massa Tubuh dan Densitas Massa Tulang sebagai Faktor Risiko Osteoporosis pada Wanita. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 30(3): 218–22.
- Ismunandar H, Himayani R, Farisi AM. 2021. Rakhitis: Tinjauan Pustaka. *Jurnal Medula*. 10(4): 644-653.
- Ji MX, Yu Q. 2015. Primary osteoporosis in postmenopausal women. *Chronic disease and translational medicine*. 1(1):9-13.
- Kemenkes RI. 2014. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 Tentang Pedoman Gizi Seimbang. Indonesia: Kemenkes RI.
- Kemenkes RI. 2017. Gerakan Masyarakat Hidup Sehat. Kemenkes RI. Diakses pada tanggal 26 Oktober, 2023, melalui https://p2ptm.kemkes.go.id/uploads/VHcrbkVobjRzUDN3UCs4eUJ0dVBndz09/2017/10/Infografis_Osteoporosis.pdf
- Kementerian Kesehatan RI. 2016. *Profil Penyakit Tidak Menular Tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.

- Legiran, Tanelvi RAG. 2015. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Osteoporosis Pada Wanita Pascamenopause. *Jurnal Profesi Medika*. 9(1): 16–9.
- Llorente I, García-Castañeda N, Valero C, González-Álvaro I, Castañeda S. 2020. Osteoporosis in Rheumatoid Arthritis: Dangerous Liaisons. *Frontiers in Medicine*. 7:601–18.
- Meyer F, König H, Hajek A. 2019. Osteoporosis, Fear of Falling, and Restrictions in Daily Living. Evidence From a Nationally Representative Sample of Community-Dwelling Older Adults. *Journal Frontiers in Endocrinology*. 10.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. 2014. *Moore clinically oriented anatomy*. Edisi 7. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mustofa, Sari RDP, Prabowo AY. 2019. Osteoporosis pada wanita peri dan post menopause. *Jurnal Medula*. 8(2): 200-04.
- Nashirin A. 2015. *Hubungan nilai indeks massa tubuh dengan nilai risiko fraktur osteoporosis berdasarkan perhitungan frax tool pada wanita usia ≥ 50 tahun di klub bina lansia pisanan ciputat tahun 2015* [skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- NOGG. 2021. Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis. Diakses pada tanggal 26 Oktober, 2023, melalui <https://www.nogg.org.uk/full-guideline>
- Noor Z. 2020. *Buku ajar osteoporosis: patofisiologi dan peran atom mineral dalam manajemen terapi*. Jakarta: Salemba Medika.
- Notoatmodjo S. 2018. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Edisi 3. Jakarta: Rineka Cipta.
- Partan RU. 2018. *Improving health care provider's competencies in internal medicine in JKN Era*. Padang: RS Dr. M. Djamil Padang.
- Perhimpunan Reumatologi Indonesia. 2020. *Buku saku reumatologi*. Indonesia: Perhimpunan Reumatologi Indonesia.
- Pouresmaeili F, Kamalidehghan B, Kamarehei M, Goh Y. 2018. A comprehensive overview on osteoporosis and its risk factors. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 14:2029–049.
- Purba D. 2018. Analisis faktor risiko osteoporosis pada lansia di rumah sakit rumah sakit umum dr. Pirngadi medan. *Jurnal Keperawatan Flora*. 11(1): 59–64.

- Purwanti LE, Prastyo E, Nurhidayat S. 2015. Faktor risiko osteopenia pada remaja. *Jurnal Ners dan Kebidanan*. 2(1): 038-42.
- Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian Kesehatan RI. 2020. InfoDATIN: Situasi Osteoporosis di Indonesia. Diakses pada tanggal 15 Oktober, 2023, melalui <https://Pusdatin.Kemkes.Go.Id/Resources/Download/Pusdatin/Infodatin/Infodatin-Osteoporosis-2020.Pdf>
- Putra FW, Riza A, Murni AW. 2021. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Risiko Fraktur Osteoporosis berdasarkan Perhitungan *FRAX® Tool* pada Perempuan Post Menopause. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*. 2(3): 156-62.
- Rahhim NFFBM, Tiksnadi B, Buchori E. 2015. Identification of Risk Factors for Osteoporotic Fracture Using Fracture Risk Assessment Tool in Dr. Hasan Sadikin General Hospital, Bandung, Indonesia from June to December 2013. *Althea Medical Journal*. 2(3):423-428.
- Ramania NS, Pramana Y, Apriantono T, Karim DA. 2016. Intensitas aktifitas fisik terhadap resiko kejadian osteoporosis pada kelompok usia 40- 70 tahun. *Jurnal Sains Keolahragaan dan Kesehatan*. 1(1):29-33.
- Riyanto R. 2019. *Asuhan Keperawatan Dengan Nyeri Pada Kasus Osteoporosis di Wilayah Kerja Puskesmas II Lampung Utara*. Lampung: Repository Poltekkes Tanjungkarang.
- Rosen HN. 2022. Calcitonin in the prevention and treatment of osteoporosis. Wolters Kluwer [Online Journal]. Diakses pada tanggal 25 Januari, 2024, melalui <https://www.uptodate.com/>.
- Rusli NR. 2021. *Gambaran nilai fracture risk assessment tool (frax® tool) pada wanita usia lanjut* [skripsi]. Sulawesi Selatan: Universitas Hasanuddin.
- Saghafi M, Azarian A, Hashemzadeg K, Sahebari M, Rezaieyazdi. 2013. Bone densitometry in patients with osteomalacia: is it valuable?. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 10(3): 180-82.
- Salari N, Ghasemi H, Mohammadi L, Behzadi MB, Rabieenia E, Shohaimi S, *et al*. 2021. The global prevalence of osteoporosis in the world: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 16(609): 1-20.
- Sherwood L. 2016. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi 8. Jakarta: EGC.

- Siddique N, O'Donoghue M, Casey MC, Walsh JB. 2017. Malnutrition in the elderly and its effects on bone health - A review. *Clinical Nutrition ESPEN*. 21:31-39.
- Sözen T, Özışık L, Başaran N. 2016. An overview and management of osteoporosis. *European Journal of Rheumatology*. 4(1): 45–56.
- Sugiarto R. 2015. Latihan Beban Bagi Penderita Osteoporosis. *Jurnal Olahraga Prestasi*. 11(2): 42–51.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. 2010. Bone remodelling. In Britannica. Diakses pada tanggal 25 Oktober, 2023, melalui <https://www.britannica.com/science/bone-remodeling>
- The Royal Australian College of General Practitioners and Osteoporosis Australia. 2017. Osteoporosis prevention, diagnosis and management in menopausal women over 50 years of age. Edisi ke-2. Melbourne: The Royal Australian College of General Practitioners and Osteoporosis Australia
- Tu K, Lie J, Wan C, Cameron M, Austel A., Nguyen J., *et al.* 2018. Osteoporosis: A Review of Treatment Options. *A Peer-Reviewed Journal for Managed Care and Hospital Formulary Management*. 43(2): 92–104.
- University of Sheffield. 2011. Fracture Risk Assessment Tool. University of Sheffield. Diakses pada tanggal 9 Oktober, 2023, melalui <https://frax.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=9>
- World Health Organization. 2010. A healthy lifestyle. Diakses pada tanggal 9 November, 2023, melalui <https://www.who.int/europe/news-room/factsheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
- Wu S, Du XJ. 2016. Body Mass Index May Positively Correlate with Bone Mineral Density of Lumbar Vertebra and Femoral Neck in Postmenopausal Females. *Medical Science Monitor*. 22:145-151.
- Zaki A. 2020. *Buku Saku Osteoporosis*. Edisi 1. Jakarta: HAJA Mandiri.