



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR HK.01.07/MENKES/2171/2023
TENTANG
PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN KEDOKTERAN
TATA LAKSANA OSTEOPOROSIS

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa penyelenggaraan praktik kedokteran harus dilakukan sesuai dengan standar pelayanan kedokteran yang disusun dalam bentuk Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran dan Standar Prosedur Operasional;
- b. bahwa untuk memberikan acuan bagi fasilitas pelayanan kesehatan dalam menyusun standar prosedur operasional, perlu mengesahkan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran yang disusun oleh organisasi profesi;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementrian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916);

2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 105, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6887);
3. Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2021 tentang Kementerian Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 83);
4. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1438/Menkes/Per/IX/2010 tentang Standar Pelayanan Kedokteran (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 464);
5. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2052/Menkes/Per/IX/2011 tentang Izin Praktik dan Pelaksanaan Praktik Kedokteran (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 671);
6. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 5 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 156);
7. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 829);

Memperhatikan : Surat Perhimpunan Osteoporosis Indonesia, Nomor 025/PB.PEROSI/III/2023, tanggal 29 Maret 2023, Hal Persetujuan atas PNPk Tata Laksana Osteoporosis.

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN TENTANG PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN KEDOKTERAN TATA LAKSANA OSTEOPOROSIS.

- KESATU : Mengesahkan dan memberlakukan Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis.
- KEDUA : Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis yang selanjutnya disebut PNPK Osteoporosis merupakan pedoman bagi dokter sebagai pembuat keputusan klinis di fasilitas pelayanan kesehatan, institusi pendidikan, dan kelompok profesi terkait.
- KETIGA : PNPK Osteoporosis sebagaimana dimaksud dalam Diktum KEDUA tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini.
- KEEMPAT : PNPK Osteoporosis sebagaimana dimaksud dalam Diktum KETIGA harus dijadikan acuan dalam penyusunan standar prosedur operasional di setiap fasilitas pelayanan kesehatan.
- KELIMA : Kepatuhan terhadap PNPK Osteoporosis sebagaimana dimaksud dalam Diktum KETIGA bertujuan memberikan pelayanan kesehatan dengan upaya terbaik.
- KEENAM : Penyesuaian terhadap pelaksanaan PNPK Osteoporosis dapat dilakukan oleh dokter hanya berdasarkan keadaan tertentu yang memaksa untuk kepentingan penderita dan dicatat dalam rekam medis.
- KETUJUH : Menteri Kesehatan, gubernur, dan bupati/wali kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan PNPK Osteoporosis dengan melibatkan organisasi profesi.


KEDELAPAN : Keputusan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 8 Desember 2023

MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

BUDI G. SADIKIN

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Hukum
Sekretariat Jenderal Kementerian Kesehatan,

Indah Febrianti, S.H., M.H.
NIP 197802122003122003

LAMPIRAN
KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR HK.01.07/MENKES/2171/2023
TENTANG
PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN
KEDOKTERAN TATA LAKSANA
OSTEOPOROSIS

PEDOMAN NASIONAL PELAYANAN KEDOKTERAN
TATALAKSANA OSTEOPOROSIS

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Osteoporosis merupakan suatu penyakit tulang sistemik yang ditandai oleh menurunnya kepadatan tulang, sehingga tulang mudah patah. Di Indonesia, Osteoporosis dikenal dengan sebutan keropos tulang. Osteoporosis saat ini merupakan salah satu masalah kesehatan yang besar di dunia, hal ini karena prevalensi yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi penduduk lanjut usia. Di seluruh dunia, diperkirakan lebih dari 200 juta orang mengalami Osteoporosis. Berdasarkan studi Chandran dkk tahun 2023, prevalensi Osteoporosis pada regio Asia-Pasifik menunjukkan bahwa prevalensi Osteoporosis pada perempuan berusia >40 tahun adalah sebanyak 10-30%. Sedangkan prevalensi Osteoporosis bagi laki-laki di Uni Eropa ditemukan sebesar 6,6% pada laki-laki berusia 50 tahun atau lebih dan meningkat mencapai 16,6% pada laki-laki berusia 80 tahun atau lebih. Pada tahun 2023, Indonesia diperkirakan memiliki sekitar 237 juta penduduk dan pada tahun 2050 nanti diperkirakan akan memiliki kurang lebih 71 juta penduduk berusia lebih dari 60 tahun, sehingga jumlah penduduk yang mengalami Osteoporosis pun diperkirakan akan meningkat.

Peningkatan kasus Osteoporosis turut dikaitkan dengan peningkatan, risiko fraktur. Risiko fraktur panggul diproyeksikan pada tahun 2050

mengalami peningkatan sebanyak 240% pada perempuan dan 310% pada laki-laki dibandingkan dengan angka pada tahun 1990. Risiko kejadian fraktur selama hidup (*lifetime fracture risk*) pada panggul, lengan, serta vertebra mencapai 40%, dan angka tersebut menyamai risiko penyakit kardiovaskular atau dalam kata lain, Satu dari tiga perempuan dan satu dari lima laki-laki berusia lebih dari 50 tahun akan mengalami fraktur akibat Osteoporosis di seluruh dunia. Setiap tiga detik terjadi satu fraktur akibat Osteoporosis.

Pada tahun 2013, prevalensi Osteoporosis di Indonesia pada perempuan usia 50–70 tahun dan usia >70 tahun berturut-turut sebesar 23% dan 53%. Berdasarkan salah satu studi populasi di Jakarta menunjukkan prevalensi Osteoporosis pada perempuan pasca menopause mencapai 20,2% pada lumbal dan 4,9% pada panggul serta prevalensi osteopenia dan Osteoporosis yang mencapai sekitar 50%. Prevalensi fraktur panggul didapatkan sebanyak 119 di antara 100.000 populasi. Data dalam Sistem Informasi Rumah Sakit (SIRS) tahun 2010 mencatat bahwa insiden patah tulang paha atas akibat Osteoporosis sekitar 200 di antara 100.000 kasus perempuan dan laki-laki usia di atas 40 tahun.

Pada awalnya Osteoporosis hanya merupakan masalah kesehatan pada orang dewasa, terutama yang mempunyai penyakit kronis dan pada usia lanjut. Perkembangan ilmu dewasa ini membuktikan Osteoporosis juga terjadi pada anak, baik dalam bentuk Osteoporosis primer atau pun sebagai cikal bakal terjadinya Osteoporosis di usia dewasa nantinya. Di Indonesia belum terdapat data prevalensi Osteoporosis pada anak dan remaja, maupun prevalensi osteogenesis imperfecta sebagai Osteoporosis primer yang paling sering ditemukan. Osteogenesis imperfecta memiliki angka insidens di dunia sekitar 1:20.000 sampai 50.000 kelahiran hidup. Berdasarkan data registri UKK Endokrinologi IDAI tercatat 170 kasus osteogenesis imperfecta dalam 10 tahun terakhir dengan rasio lelaki berbanding perempuan 1:1.

Pada anak, tulang mengalami pertumbuhan dan modeling secara kontinyu. Proses modeling tulang terjadi seumur hidup dan penumpukan massa tulang terbanyak terjadi pada masa pubertas. Sekitar 90% puncak massa tulang (*peak bone mass*) tercapai sebelum usia 20 tahun. Pencapaian Puncak Massa Tulang (PMT) di masa remaja merupakan faktor prediktor penting terjadinya Osteoporosis saat dewasa. Puncak massa tulang itu juga mempengaruhi awitan Osteoporosis. Peningkatan PMT

sebanyak 10% diperkirakan dapat menunda terjadinya Osteoporosis pada perempuan menopause selama 13 tahun. Oleh karena itu waktu optimal untuk melakukan pencegahan Osteoporosis sebaiknya dilakukan pada masa remaja.

Osteoporosis menimbulkan disabilitas yang besar. Secara global, fraktur osteoporotik menyebabkan kehilangan 5,8 juta tahun hidup sehat (*healthy life years*) akibat disabilitas. Secara umum, Osteoporosis dapat menyebabkan nyeri punggung, keterbatasan fungsional, dan gangguan psikososial. Kondisi ini dapat mengganggu dan menyebabkan terbatasnya berbagai aktivitas kehidupan sehari-hari, serta juga berdampak pada kemandirian, okupasi, dan kualitas hidup pasien. Osteoporosis dapat menyebabkan gangguan fungsi yang sebagian besar disebabkan oleh fraktur atau komplikasi akibat fraktur.

Pada fraktur vertebra, keterbatasan fungsional berhubungan dengan ketidakmampuan mobilisasi dan nyeri akut. Keterbatasan jangka panjang dapat berhubungan dengan berkurangnya tinggi badan, nyeri punggung kronis, gangguan mobilisasi, distensi abdomen, hingga kesulitan bernapas. Pada fraktur panggul, keterbatasan fungsi yang ada berhubungan dengan berkurangnya mobilitas fungsional, sehingga pasien sering kali membutuhkan alat bantu berjalan dalam jangka waktu lama. Pasien juga mengalami penurunan kemandirian dan peningkatan kebutuhan bantuan perawatan secara jangka panjang. Sekitar 50% pasien fraktur panggul membutuhkan alat bantu untuk ambulasi secara permanen, dan sebanyak 2/3 dari pasien akan kehilangan beberapa kemampuan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Setelah fraktur panggul, sekitar 40% individu menjadi tidak dapat berjalan mandiri dan 80% tidak dapat melakukan aktivitas sederhana, seperti berbelanja secara mandiri. Sekitar 10–20% pasien fraktur panggul memerlukan perawatan permanen di *nursing home*.

Osteoporosis beserta fraktur yang ditimbulkannya menjadi beban sosial dan ekonomi bagi populasi dunia. Setiap tahun, dua milyar kasus fraktur yang berkaitan dengan Osteoporosis, menyebabkan lebih dari 432.000 kasus rawat inap di rumah sakit. Pada tahun 2010, beban biaya disabilitas jangka panjang akibat Osteoporosis di Eropa mencapai 10,7 miliar Euro. Saat ini di seluruh dunia, fasilitas pelayanan kesehatan membayar kurang lebih 80% dari fraktur akibat Osteoporosis, dengan fraktur panggul terhitung menghabiskan 72% dari pengeluaran seluruh fraktur. Biaya perawatan diperkirakan akan meningkat pada tahun 2025

seiring meningkatnya populasi lanjut usia. Pada perempuan berusia lebih dari 45 tahun, Osteoporosis menimbulkan perawatan rumah sakit lebih banyak di bandingkan dengan penyakit diabetes, serangan jantung, atau kanker payudara.

B. Permasalahan

Tingginya prevalensi Osteoporosis di dunia sejalan dengan bertambahnya usia harapan hidup, jumlah populasi usia lanjut dan perubahan pola hidup. Osteoporosis menyebabkan patah tulang yang memerlukan biaya perawatan mahal, dan menyebabkan berbagai masalah lain pada penderitanya seperti problem nyeri, kecacatan, gangguan produktivitas dan kualitas hidup, serta menyebabkan kematian. Selain itu Osteoporosis merupakan penyakit yang tidak memiliki gejala klinis dan sampai saat ini belum ada panduan nasional pelayanan kesehatan untuk Osteoporosis.

C. Tujuan

1. Tujuan umum

PNPK Osteoporosis disusun untuk memberikan pedoman bagi para klinisi dan penentu kebijakan kesehatan dalam memberikan pelayanan yang berkualitas, sesuai ilmu kedokteran berbasis bukti terbaru, sehingga morbiditas, mortalitas, dan disabilitas akibat Osteoporosis pada dewasa dan anak dapat diturunkan.

2. Tujuan khusus

Tujuan khusus PNPK Tata Laksana Osteoporosis adalah:

- a. Memberi pedoman bagi fasilitas pelayanan kesehatan untuk menyusun Panduan Praktik Klinis (PPK) atau protokol prosedur sesuai strata masing-masing.
- b. Membuat rekomendasi berdasarkan bukti ilmiah (*scientific evidence*) untuk membantu para praktisi dalam melakukan diagnosis, evaluasi, dan tata laksana Osteoporosis dewasa dan anak.
- c. Menjadi dasar bagi kolegium dokter dan pusat pendidikan untuk membuat kurikulum pendidikan dan menetapkan standar kompetensi sesuai dengan tingkatannya yaitu dokter umum, dokter spesialis, dan dokter subspecialis.

D. Sasaran

1. Semua tenaga medis yang terlibat dalam penanganan kasus Osteoporosis dewasa dan anak, termasuk dokter spesialis, dan dokter. Panduan ini diharapkan dapat diterapkan di FKTP dan FKTRL.
2. Penentu kebijakan di fasilitas pelayanan kesehatan, institusi pendidikan, organisasi profesi, dan asuransi kesehatan.

BAB II METODOLOGI

A. Penelusuran Pustaka

Penelusuran bukti sekunder/pustaka berupa uji klinis, meta-analisis, *Randomised Controlled Trial* (RCT), telaah sistematik, ataupun guidelines berbasis bukti sistematik dilakukan dengan memakai kata kunci “*Osteoporosis*”, “*Osteoporosis in children*”, “*Pediatric Osteoporosis*”, “*Osteogenesis Imperfecta*”, “*Postmenopausal Osteoporosis*”, “*Osteoporosis in Men*”, “*Male Osteoporosis*” pada judul artikel pada situs Cochrane Systematic Database Review, dan menghasilkan 69 artikel.

Penelusuran bukti primer dilakukan pada mesin pencari Pubmed, Medline, dan TRIPDATABASE. Pencarian mempergunakan kata kunci seperti yang tertera di atas yang terdapat pada judul artikel, dengan batasan publikasi bahasa Inggris dan dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, didapatkan sebanyak 1237 artikel. Setelah penelaahan lebih lanjut, sebanyak 104 artikel dan 9 *clinical guidelines* digunakan untuk menyusun PNPK ini.

B. Kajian Telaah Kritis Pustaka

Setiap bukti (*evidence*) yang diperoleh telah ditelaah kritis oleh para pakar Osteoporosis dari bidang keilmuan Ilmu Penyakit Dalam, Ortopedi Traumatologi, Kebidanan dan Kandungan, Ilmu Gizi Klinik, Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi, Radiologi, Kedokteran Olahraga, dan Farmakologi Klinik, serta Ilmu Kesehatan Anak.

C. Peringkat Bukti (*Levels of evidence*)

Peringkat bukti dalam PNPK ini ditentukan berdasarkan klasifikasi yang dikeluarkan oleh *Oxford Centre for Evidence-based Medicine Levels of Evidence* yang dimodifikasi untuk keperluan praktis, sehingga peringkat bukti adalah sebagai berikut:

- IA metaanalisis, uji klinis
- IB uji klinis yang besar dengan validitas yang baik
- IC *all or none*
- II uji klinis tidak terandomisasi
- III studi observasional (kohort, kasus kontrol)
- IV konsensus dan pendapat ahli

D. Derajat Rekomendasi (*Grade of recommendation*)

Berdasarkan peringkat bukti, rekomendasi/simpulan dibuat sebagai berikut:

1. Rekomendasi A bila berdasar pada bukti level IA atau IB.
2. Rekomendasi B bila berdasar atas bukti level IC atau II.
3. Rekomendasi C bila berdasar atas bukti level III atau IV.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Osteoporosis Pada Dewasa

1. Definisi Osteoporosis

Osteoporosis adalah suatu penyakit tulang sistemik yang ditandai oleh penurunan kekuatan tulang, sehingga tulang mudah patah. Kekuatan tulang terdiri atas komponen kuantitas dan kualitas tulang. Kuantitas tulang terdiri dari ukuran dan densitas tulang, sedangkan kualitas tulang terdiri dari mikroarsitektur tulang, struktur tulang, *turnover* tulang, dan mineraliasi tulang.

2. Etiologi dan Patogenesis

Secara umum, Osteoporosis dibagi menjadi Osteoporosis primer dan sekunder. Osteoporosis primer terjadi akibat usia dan pada perempuan terjadi akibat menopause. Osteoporosis sekunder adalah Osteoporosis akibat obat atau penyakit lain pada pasien (Tabel 3.1). Faktor risiko Osteoporosis adalah:

- a. Genetik
- b. Aktivitas fisik rendah
- c. Usia tua
- d. Asupan kalsium rendah
- e. Defisiensi vitamin D
- f. Merokok
- g. Konsumsi alkohol
- h. Indeks Massa Tubuh (IMT) rendah

Tulang dibagi menjadi dua jenis, yaitu tulang kortikal dan trabekular. Tulang kortikal umumnya ditemui pada tulang panjang, misalnya pada tulang paha (femur) dan tulang lengan atas (humerus) serta permukaan luar tulang yang pipih, misalnya pada iga. Tulang kortikal mencakup 80% massa tulang pada dewasa. Tulang trabekular dapat ditemukan pada ujung tulang panjang, bagian dalam pada tulang pipih, dan vertebra. Tulang trabekular mencakup 20% dari seluruh massa tulang dewasa.

Tabel 3.1 Obat dan Penyakit Penyebab Osteoporosis Sekunder

Kelompok Penyebab	Deskripsi
Obat-obatan	Glukokortikoid Inhibitor aromatase Inhibitor pompa proton Glitazon Anti-epilepsi <i>Loop-acting diuretics</i> Heparin dan warfarin Antidepresan
Penyakit	<p>Gangguan endokrin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anorexia nervosa - Hipogonadisme - Sindrom Cushing - Defisiensi vitamin D - Hiperparatiroidisme - Hipertiroidisme - Diabetes mellitus (type 1 and type 2) <p>Penyakit gastrointestinal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Malabsorpsi - <i>Inflammatory bowel diseases</i> <p>Penyakit reumatologi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arthritis reumatoid - Ankylosing spondylitis <p>Kelainan hematologi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Myeloma multipel - Mastositis sistemik - Leukemia - Talasemia - Hemofilia

	Gangguan saraf: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Stroke</i> - Immobilisasi - Penyakit Parkinson
	Penyakit lain: <ul style="list-style-type: none"> - Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) - Penyakit ginjal kronik - Osteogenesis imperfecta - Sindrom Marfan - Sindrom Ehlers–Danlos - Infeksi <i>Human Immunodeficiency Virus</i> (HIV)

Tulang tersusun dari matriks tulang dan sel tulang. Matriks tulang sebagian besar terdiri dari kolagen tipe I (90%) dan protein lain, seperti proteoglikan, osteocalcin, dan osteonectin. Matriks mineral tulang terutama terdiri dari kalsium hidroksiapatit yang terdeposit pada celah lamella antara serabut-serabut kolagen.

Terdapat empat jenis sel tulang, yaitu osteoblas, osteoklas, osteosit, dan *lining cells*. Osteoblas adalah sel yang berasal dari sel stromal pluripotent yang berperan dalam formasi dan mineralisasi matriks tulang. Osteoblas mensekresi faktor pertumbuhan dan sinyal-sinyal yang berperan dalam komunikasi dengan sel tulang lain. Selain memproduksi memproduksi *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand* (RANKL) yang penting dalam osteoklastogenesis, osteoblas juga memproduksi Osteoprotegerin (OPG) yang merupakan *decoy receptor* terhadap RANKL. Berbagai sitokin dan hormon dapat memengaruhi osteoblas dalam memproduksi RANKL dan OPG. Osteoklas adalah sel yang berasal dari prekursor hematopoetik, dan merupakan sel yang berperan dalam resorpsi tulang. Osteoklas meresorpsi tulang dengan cara menempel pada tulang dan melepaskan ion hidrogen serta enzim seperti katepsin K, kolagenase, *Tartrate Resistant Acid Phosphatase* (TRAP), dan *Matrix Metalloproteinase* (MMP). Proses osteoklastogenesis juga dipengaruhi oleh substansi yang diproduksi oleh osteoblas, yaitu RANKL. Reseptor ini akan berikatan dengan RANKL di permukaan prekursor osteoklas dan

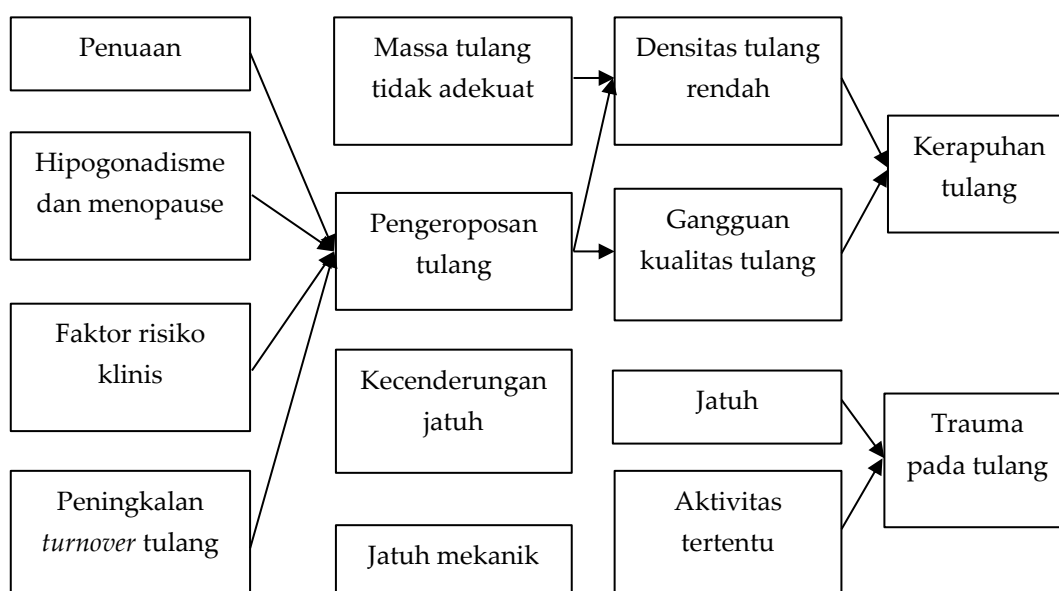
memicu osteoklastogenesis. Osteosit adalah osteoblas yang terperangkap di antara matriks tulang pada saat formasi tulang. Osteosit terhubung satu sama lain melalui sistem kanalikuli. Osteosit memiliki beberapa fungsi, yaitu meregulasi kalsium dan fosfor, memproduksi zat regulator metabolisme tulang seperti sklerostin, dan berperan sebagai reseptor terhadap tekanan mekanik. Osteosit memproduksi zat, seperti sklerostin, dickkopf (DKK), yang mempengaruhi formasi maupun resorpsi tulang. Sclerostin yang dihasilkan oleh osteosit berperan menghambat stimulasi osteoblas.

Proses seluler yang membentuk tulang secara umum dibagi menjadi proses *modelling* dan *remodelling*. Proses *modelling* merupakan proses yang mengubah ukuran dan bentuk tulang. Pada proses *modelling*, proses pembentukan tulang (formasi) dan proses resorpsi tulang tidak terjadi berpasangan. Proses *remodelling* adalah proses formasi dan resorpsi yang terjadi berpasangan. Pada masa anak-anak dan dewasa muda, proses *modelling* dan *remodelling* terjadi bersama-sama dan menentukan puncak massa tulang, kepadatan, dan arsitektur tulang.

Pada akhir masa pubertas, puncak massa tulang akan tercapai. Puncak massa tulang dipengaruhi oleh genetik, aktivitas fisik, asupan zat gizi yang cukup, serta hormon seks, seperti estrogen dan testosteron. Kalsium, vitamin D, dan protein adalah zat gizi yang penting untuk mencapai puncak massa tulang optimal. Berbagai penyakit dan obat-obatan juga dapat memengaruhi puncak massa tulang.

Setelah puncak massa tulang tercapai, maka tulang akan mengalami fase *plateau*, dan setelah itu, kepadatan tulang akan menurun perlahan seiring dengan usia. Penurunan kepadatan tulang adalah konsekuensi yang tidak dapat dihindari dari proses penuaan dan menopause. Proses ini akan terus berlanjut seiring bertambahnya usia akibat hipogonadisme pada perempuan dan laki-laki serta hiperparatiroidisme sekunder akibat defisiensi kalsium dan berkurangnya mobilitas. Pada perempuan, sekitar 50% tulang trabekular dan 35% tulang kortikal akan hilang selama hidup, sedangkan pada laki-laki kehilangan yang terjadi adalah sekitar dua pertiga dari yang terjadi pada perempuan.

Hasil akhir dari Osteoporosis adalah meningkatnya risiko terjadinya patah tulang (fraktur). Terdapat beberapa faktor yang dapat meningkatkan risiko fraktur pada Osteoporosis. Faktor-faktor tersebut meliputi faktor umum yang berhubungan dengan defisiensi hormon seks steroid, penuaan, serta faktor risiko spesifik, seperti penggunaan glukokortikoid, yang menyebabkan penurunan pembentukan tulang dan pengeroposan tulang, penurunan kualitas tulang, dan gangguan integritas mikroarsitektur tulang. Kombinasi antara puncak massa tulang yang rendah karena berbagai faktor dan penurunan kuantitas dan kualitas tulang akan membuat tulang menjadi rapuh sehingga apabila terjadi beban berlebih misalnya pada kondisi jatuh akan mengakibatkan pasien mengalami fraktur (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Patogenesis Fraktur terkait Osteoporosis

3. Manifestasi Klinis

Osteoporosis tidak memiliki gejala (*silent disease*). Gejala atau tanda yang terjadi adalah merupakan akibat dari fraktur akibat Osteoporosis. Gejala dan tanda fraktur adalah deformitas tulang, nyeri tulang, perubahan postur seperti kifosis, atau tinggi badan yang menurun.

4. Klasifikasi

Osteoporosis dibagi menjadi dua golongan besar menurut penyebabnya, yakni Osteoporosis primer dan sekunder. Osteoporosis primer adalah Osteoporosis yang bukan disebabkan oleh suatu penyakit (proses alamiah). Osteoporosis sekunder adalah Osteoporosis atau penurunan massa tulang yang disebabkan oleh berbagai penyakit maupun efek samping obat.

5. Evaluasi Klinis dan Pemeriksaan Penunjang

a. Anamnesis

1) Keluhan utama

Seringkali pasien tidak disertai keluhan sampai timbul fraktur. Apabila sudah terjadi fraktur, maka akan memberikan gejala sesuai lokasi fraktur (leher femur, vertebra torakal dan lumbal, distal radius), misalnya nyeri pinggang bawah, penurunan tinggi badan, dan kifosis.⁶

2) Faktor risiko Osteoporosis atau penyebab Osteoporosis sekunder:

a) Riwayat konsumsi obat-obatan rutin

Kortikosteroid, hormon tiroid, antikonvulsan (fenitoin, fenobarbital, karbamazepin, pirimidon, asam valproat), warfarin, dan metotreksat.

b) Penyakit-penyakit lain yang berkaitan dengan Osteoporosis

Penyakit ginjal kronik, saluran cerna, hati, hipertiroidisme dan hiperparatiroidisme primer, sindrom *Cushing*, insufisiensi pankreas, arthritis rheumatoid.

c) Faktor-faktor lain

Riwayat merokok, konsumsi alkohol, haid, *menarche*, menopause, penggunaan obat-obat kontrasepsi, riwayat keluarga dengan Osteoporosis, asupan kalsium kurang.

Untuk penapisan faktor risiko Osteoporosis dapat menggunakan *One minute Osteoporosis test* (Tabel 3.2). Apabila terdapat satu jawaban YA pada tes tersebut, maka pasien memiliki faktor risiko Osteoporosis, sehingga evaluasi

lanjutan untuk mendiagnosis Osteoporosis maupun untuk melakukan evaluasi risiko fraktur perlu dipertimbangkan.

Tabel.3.2 Tata cara Penggunaan *One Minute Osteoporosis Test*

NO	PERTANYAAN	YA	TIDAK
	Yang tidak dapat diubah, riwayat keluarga		
1.	Apakah salah satu dari orang tua anda pernah didiagnosis mengalami Osteoporosis atau mengalami patah tulang karena jatuh yang ringan (jatuh dari ketinggian dengan berdiri)?		
2.	Apakah salah satu dari orang tua anda mengalami bungkuk di bagian punggung atas (<i>Dowager's hump</i>)?		
	Faktor Klinis Anda. Faktor Risiko dari lahir atau tak dapat diubah		
3.	Apakah usia anda 40 tahun atau lebih?		
4.	Apakah anda pernah mengalami patah tulang karena jatuh yang ringan, setelah dewasa?		
5.	Apakah anda sering terjatuh (lebih dari 1 kali dalam setahun)?		
6.	Setelah usia 40 tahun, apakah tinggi badan anda berkurang lebih dari 3 cm /1 inci?		

NO	PERTANYAAN	YA	TIDAK
7.	Apakah berat badan anda berkurang (IMT < 19 kg/m ²)?		
8.	Apakah anda pernah minum obat kortikosteroid (kortison, prednison, dll) untuk waktu yang lebih dari 3 bulan berturut-turut? (Kortikosteroid sering diberikan untuk kondisi seperti asma, rheumatoid arthritis, dan beberapa penyakit sendi lainnya)		
9.	Apakah anda pernah didiagnosis dengan penyakit Rheumatoid arthritis?		
10.	Apakah anda didiagnosis dengan kelenjar tiroid atau kelenjar paratiroid yang over reaktif?		
11.	(Untuk Wanita, diatas usia > 45 tahun) Apakah anda mengalami menopause sebelum usia 45 tahun?		
12.	Apakah haid anda pernah terhenti selama 12 bulan berturut-turut atau lebih? (Kecuali karena hamil, menopause, atau rahim yang sudah diangkat)		
13.	Apakah kedua indung telur anda diangkat sebelum usia 50 tahun tanpa diberikan terapi pengganti hormon?		
14.	(Untuk Laki-laki) Apakah anda pernah mengalami impotensi, libido menurun, atau		

NO	PERTANYAAN	YA	TIDAK
	gejala lain yang berhubungan dengan kadar testoteron yang rendah? Yang dapat anda ubah Faktor-faktor gaya hidup, faktor risiko yang dapat dimodifikasi yang terutama timbul karena diet atau pilihan gaya hidup.		
15.	Apakah anda secara teratur minum-minuman beralkohol lebih dari batas yang aman (lebih dari 2 unit perhari)?		
16.	Apakah anda sekarang atau dulu pernah merokok?		
17.	Apakah aktivitas fisik anda setiap hari kurang dari 30 menit? (kerja rumah tangga, berkebun, jalan, lari, dll)		
18.	Apakah anda menghindari atau anda alergi terhadap susu atau produk susu, tanpa minum suplemen kalsium sama sekali?		
19.	Apakah anda berada kurang dari 10 menit perhari di udara luar (dengan bagian tubuh anda terpapar sinar matahari) tanpa minum suplemen vitamin D?		

3) Riwayat fraktur dengan trauma ringan sebelumnya

4) Faktor risiko fraktur

Tujuan tatalaksana Osteoporosis adalah mencegah fraktur, sehingga evaluasi risiko fraktur sangat penting dilakukan pada perempuan pascamenopause, laki-laki berusia 50

tahun atau lebih, serta pasien yang memiliki risiko fraktur.

Faktor risiko fraktur adalah sebagai berikut:

- a) Umur
- b) Suku atau etnis
- c) Menopause sebelum usia 40 tahun
- d) Amenorea primer atau sekunder
- e) Riwayat keluarga dengan fraktur fragilitas
Adanya fraktur fragilitas pada keluarga meningkatkan risiko fraktur dan hal tersebut independen terhadap nilai *bone mineral density* (BMD).
- f) Riwayat fraktur sebelumnya
Riwayat fraktur sebelumnya terutama pada lokasi khas fraktur Osteoporosis memprediksi risiko fraktur berikutnya sebesar dua kali lipat.
- g) Indeks massa tubuh rendah.
Indeks massa tubuh yang rendah berhubungan dengan risiko fraktur panggul.
- h) Imobilitas
- i) Merokok
- j) Konsumsi glukokortikoid
Konsumsi glukokortikoid meningkatkan risiko fraktur secara *dose-dependent*.
- k) Asupan kalsium rendah
- l) Defisiensi vitamin D
- m) Konsumsi alkohol.
Konsumsi alkohol sebanyak 3 unit atau lebih per hari (jenis dan satuan unit alkohol dapat dilihat pada Tabel 3.3) meningkatkan risiko fraktur secara *dose-dependent*. (level bukti Ia)

Tabel 3.3 Jumlah Unit Berbagai Jenis Minuman Alkohol

Jenis Minuman Alkohol	Satuan Unit
<i>Single shot</i> spirit* (25 mL, ABV 40%)	1
Alcopop (275 mL, ABV 5,5%)	1,5

<i>Red/white/rose wine</i> gelas kecil (125 mL, ABV 12%)	1,5
1 botol <i>lager/beer/cider</i> (330 mL, ABV 5%)	1,7
1 kaleng <i>lager/beer/cider</i> (440 mL, ABV 5,5%)	2
1 gelas <i>pint</i> kekuatan rendah <i>lager/beer/cider</i> (568 mL, ABV 3,6%)	2
<i>Red/white/rose wine</i> gelas standar (175 mL, ABV 12%)	2,1
1 <i>pint</i> kekuatan sedang <i>lager/beer/cider</i> (568 mL, ABV 5,2%)	3
<i>Red/white/rose wine</i> gelas besar (250 mL, ABV 12%)	3
<i>Red/white/rose wine</i> 1 botol (750 mL, ABV 12%)	10

Keterangan: ABV: *alcohol by volume*, **gin, rum, vodka, whisky, tequila*, sambuca. Spirit ukuran besar (35 mL) setara 1,4 unit. Cara menghitung unit menggunakan rumus berikut: $strength (\%ABV) \times volume (mL) : 1000$. Contohnya 1 *pint* (568 mL) *Lager strong* (5,2%) mengandung $(5,2 \times 568) : 1000 = 2,95$ unit. (Sumber: <https://www.nhs.uk/live-well/alcohol-support/calculating-alcohol-units/>)

5) Penilaian risiko fraktur

Penilaian risiko fraktur dapat dilakukan dengan bantuan skor dari *fracture risk assessment tool* (FRAX) yang dapat diakses di laman:

<https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=46>

Gambar 3.2 Tampilan Laman FRAX Indonesia

Penilaian risiko fraktur tersebut dapat dilakukan dengan atau tanpa hasil densitometri tulang. Risiko fraktur yang dianggap sebagai ambang batas dilakukan terapi (*treatment threshold*) adalah probabilitas fraktur Osteoporosis mayor dalam 10 tahun $\geq 20\%$, atau probabilitas fraktur panggul dalam 10 tahun $\geq 3\%$.

6) Faktor risiko jatuh

Selain penilaian faktor risiko Osteoporosis dan faktor risiko fraktur, faktor risiko jatuh juga harus dinilai pada pasien dengan Osteoporosis (Tabel 3.4).

Tabel 3.4 Faktor Risiko Jatuh pada Pasien Osteoporosis

Faktor Pasien	Faktor Lingkungan
Usia >80 tahun	Konsumsi alkohol
Riwayat jatuh sebelumnya	Sedenter
Gangguan muskuloskeletal dan neurologi	Lingkungan fisik: - <i>Fall hazard</i> di dalam rumah (tangga, karpet, tikar) - Menggunakan atau keliru menggunakan alat bantu jalan

Faktor Pasien	Faktor Lingkungan
<ul style="list-style-type: none"> - Menurunnya kekuatan otot ekstremitas bawah - Menurunnya kekuatan genggam - Kesulitan berjalan - Gangguan keseimbangan 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Fall hazard</i> di luar rumah (jalan/trotoar tidak rata, jalan licin) Menggunakan tongkat tidak tepat atau tidak menggunakan tongkat
<p>Gangguan visual</p> <p>Malnutrisi</p> <p>Gangguan pendengaran</p> <p>Menggunakan obat antipsikotik</p>	<p>Faktor sosial ekonomi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pendidikan - Pendapatan - Kondisi rumah dan tempat tinggal - Integrasi sosial
Polifarmasi (>4 macam obat)	
<p>Penyakit tertentu:</p> <p>Parkinson, demensia, depresi, paskastroke, defisiensi vitamin D, dll</p>	

7) Analisis asupan

Analisis asupan diperlukan untuk mendapatkan data komprehensif mengenai asupan zat gizi yang berhubungan dengan Osteopenia dan Osteoporosis.

8) Sarkopenia

Sarkopenia didefinisikan sebagai rendahnya tiga parameter berikut: kekuatan otot, kuantitas/kualitas otot, dan

performa fisik sebagai indikator keparahan. Penurunan fungsi otot menyebabkan penurunan beban tulang, yang mengakibatkan pengeroposan tulang. Koeksistensi Osteoporosis dan Sarcopenia, dua gangguan muskuloskeletal kronis utama yang terkait dengan proses penuaan, didefinisikan sebagai Osteosarcopenia.

b. Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik bertujuan untuk mencari bukti adanya fraktur, menilai risiko jatuh, dan mencari tanda dari kondisi atau penyakit lain yang dapat menimbulkan Osteoporosis. Pemeriksaan fisik yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut, namun tidak terbatas pada pemeriksaan tersebut:

- 1) Keadaan umum, tinggi dan berat badan, IMT, gaya berjalan, uji keseimbangan.
- 2) Evaluasi deformitas tulang, *leg-length inequality*.
- 3) Evaluasi gigi geligi.
- 4) Tanda-tanda goiter, atau adanya jaringan parut pada leher dapat menandakan riwayat operasi tiroid.
- 5) Protuberansia abdomen yang dapat disebabkan oleh kifosis.
- 6) Kifosis dorsal (*Dowager's Hump*), spasme otot paravertebral.
- 7) Nyeri tulang atau deformitas yang disebabkan oleh fraktur.
- 8) Kelainan kulit: tanda *McConkey*, *café au lait spots*, *striae*.

c. Pemeriksaan Penunjang

- 1) Pemeriksaan laboratorium rutin

Pemeriksaan laboratorium rutin meliputi darah perifer, reaktan fase akut (laju endap darah), kalsium darah, albumin, kreatinin, fosfat, transaminase hati, fosfatase alkali.

- 2) Pemeriksaan laboratorium lain sesuai indikasi

Terutama dilakukan untuk mencari penyebab pada Osteoporosis sekunder (namun tidak terbatas pemeriksaan berikut):

- a) Elektroforesis protein serum
- b) Imunofiksasi
- c) Rantai ringan

- d) Protein Bence-Jones urin
 - e) kadar vitamin D
 - f) Hormon tiroid
 - g) Hormon paratiroid
 - h) Kadar testosterone
 - i) *Sex hormone binding globulin*
 - j) *Follicle stimulating hormone (FSH)*
 - k) *Luteinizing Hormone (LH)*
 - l) Prolaktin
 - m) *Dexamethasone suppression test*
 - n) Antibodi anti-endomisial
 - o) Ekskresi kalsium urine
 - p) Prostate Specific Antigen (PSA)
- 3) Penanda biokimia tulang

Penanda biokimia tulang yang dapat diperiksa dari sampel darah atau urin, terbagi dalam kelompok petanda pembentukan/formasi dan resorpsi tulang (Tabel 3.5). Pemeriksaan ini cukup mahal dan bukan merupakan pemeriksaan rutin.

Tabel 3.5 Penanda Biokimia Tulang

Pemeriksaan	Petanda formasi	Petanda resorpsi
Serum	<i>Bone-specific alkaline phosphatase</i> Osteocalcin <i>Procollagen I carboxyterminal propeptide</i> <i>Procollagen I aminoterminal propeptide</i>	<i>Aminoterminal telopeptide of type 1 collagen</i> <i>Carboxyterminal telopeptide of type 1 collagen</i>

Urine		<i>Amino-terminal telopeptide of type I collagen (NTX)</i> <i>Carboxy-terminal telopeptide of type I collage (CTX)</i> <i>Pyridinoline and deoxypyridinoline cross-links</i>
-------	--	--

Pemeriksaan petanda biokimia tulang ini ditujukan untuk menilai *turnover* tulang. Pemeriksaan yang direkomendasikan adalah *Carboxy-terminal telopeptide of type I collage (CTX)* dan *Procollagen I carboxyterminal propeptide (P1NP)*.

4) Pemeriksaan radiologis

Pemeriksaan radiologis meliputi:

- a) Foto polos lateral vertebra torakolumbal untuk menilai fraktur vertebra

Penilaian fraktur vertebra harus dilakukan pada perempuan pascamenopause bila terdapat riwayat penurunan tinggi badan sebanyak 4 cm atau lebih, kifosis, penggunaan kortikosteroid saat ini atau riwayat penggunaan kortikosteroid sebelumnya, nilai BMD *T-score* <-2,5, dan pada pasien dengan riwayat fraktur nonvertebra pada usia 50 tahun atau lebih.

- b) Foto polos radiologi pada lokasi lain dilakukan sesuai indikasi.

- c) *Dual energy x-ray absorptiometry (DXA)*

Pemeriksaan DXA ditujukan untuk mengukur BMD. Pemeriksaan BMD ini dilakukan pada dua lokasi, yaitu leher femur dan vertebra. BMD pada radius tidak direkomendasikan untuk evaluasi Osteoporosis pasca menopause. Studi meta-analisis menunjukkan bahwa pemeriksaan BMD DXA berhubungan dengan risiko fraktur. Setiap penurunan BMD sebesar satu standar

deviasi meningkatkan risiko fraktur sebesar dua kali lipat.

Indikasi pemeriksaan BMD DXA adalah:

- a) Perempuan berusia 65 tahun atau lebih
- b) Perempuan pascamenopause dengan:
 - (1) Riwayat fraktur tanpa trauma mayor, atau
 - (2) Gambaran osteopenia pada foto polos, atau
 - (3) Memulai atau menggunakan glukokortikoid jangka panjang (3 bulan atau lebih)
- c) Perempuan perimenopause atau pascamenopause dengan risiko Osteoporosis, seperti IMT <20 kg/m², pengguna glukokortikoid jangka panjang (3 bulan atau lebih), riwayat fraktur Osteoporosis pada keluarga, menopause dini (usia 40 tahun atau kurang), merokok, mengonsumsi alkohol.
- d) Laki-laki berusia 70 tahun atau lebih.
- e) Laki-laki berusia kurang dari 70 tahun dengan satu atau lebih faktor risiko Osteoporosis seperti IMT rendah, riwayat fraktur karena trauma ringan, mengonsumsi obat atau memiliki kondisi lain yang berhubungan dengan Osteoporosis.
- f) Evaluasi terapi Osteoporosis.
- g) Mengalami penyakit atau kondisi yang berisiko mengalami Osteoporosis, misalnya:
 - (1) Arthritis reumatoid atau spondilitas ankilosa
 - (2) Pengobatan kortikosteroid
 - (3) Menggunakan terapi antikonvulsan dengan selama lebih dari 5 tahun
 - (4) Kreatinin klirens <50 mL/menit atau penyakit tubular ginjal
 - (5) Osteomalasia
 - (6) Hiperparatiroidisme
 - (7) Penggunaan terapi pengganti tiroid lebih dari 10 tahun
 - (8) Imobilisasi lama (lebih dari 1 bulan)

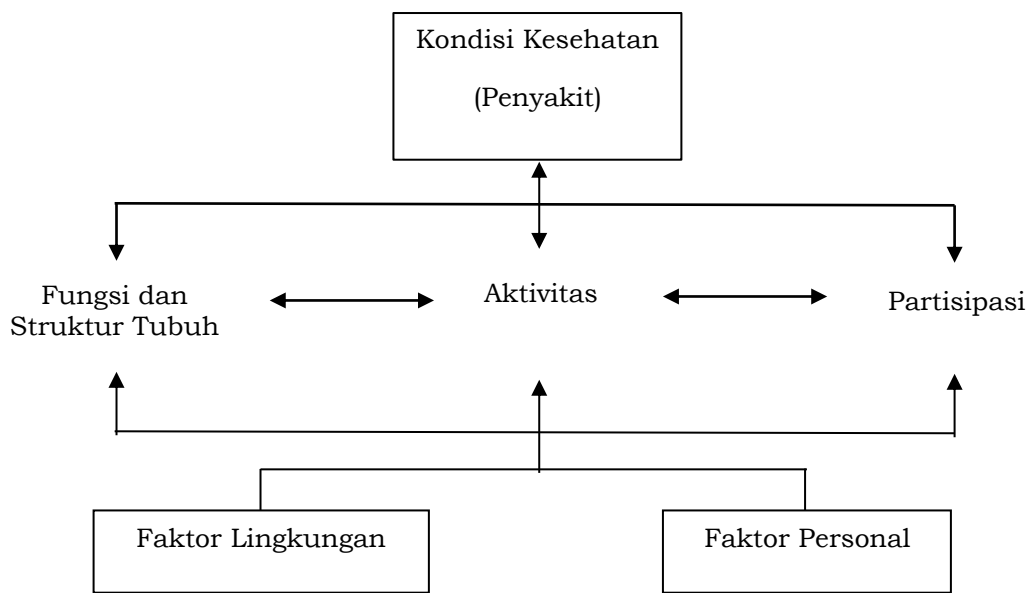
6. Diagnosis

Kriteria diagnosis Osteoporosis adalah sebagai berikut:

- a. Diagnosis Osteoporosis menurut *World Health Organization* (WHO) pada perempuan pascamenopause dan laki-laki ≥ 50 tahun tanpa adanya fraktur patologis menggunakan *T-score*:
 - 1) Nilai *T-score* ≥ -1 dikatakan normal.
 - 2) Nilai *T-score* -1 sampai dengan $-2,5$ dikatakan osteopenia.
 - 3) Nilai *T-score* $\leq -2,5$ dikatakan Osteoporosis.
- b. Pada perempuan premenopause dan laki-laki < 50 tahun menggunakan *Z-score*:
 - 1) Nilai *Z-score* > -2 dikatakan *within expected range for age*.
 - 2) Nilai *Z-score* ≤ -2 dikatakan *low BMD for chronological age*.

Bagian tulang yang diperiksa (*region of interest*) adalah:

- a. Tulang belakang (L1-L4), dan
 - b. Tunggal panggul (*femoral neck, total hip*)
 - c. Lengan bawah (radius sepertiga distal), diperiksa bila tulang belakang dan/atau panggul tidak dapat diukur, hiperparatiroidisme, obesitas yang melebihi batas kemampuan meja pemeriksaan BMD).
7. Diagnosis Banding
- Osteomalasia, tumor primer tulang, osteonekrosis, osteogenesis imperfekta, *renal osteodystrophy*, fraktur patologis sekunder yang disebabkan metastasis.
8. Disabilitas pada Osteoporosis
- a. Klasifikasi Disabilitas
- Klasifikasi terbaru WHO mengenai disabilitas yaitu *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) tahun 2001 yang merupakan revisi dari klasifikasi *International Classification of Functioning Disability and Health* (ICIDH) tahun 1980. Konsep klasifikasi terbaru ini sesuai dengan pemahaman terkini mengenai disabilitas, yaitu mengandung prespektif medis dan prespektif sosial. Dalam kerangka konsep ini memperkenalkan pendekatan aspek bio-psiko-sosial terhadap disabilitas termasuk faktor kontekstual, yaitu faktor lingkungan dan personal (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Pemahaman Terkini Kerangka *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) menurut WHO

Proses konsensus formal yang mengintegrasikan bukti dan pendapat ahli berdasarkan kerangka kerja dan klasifikasi ICF yang menghasilkan definisi ICF Core Set untuk Osteoporosis dan ditetapkan *Comprehensive ICF Core Set* dan *Brief ICF Core Set*. ada *Comprehensive ICF Core Set*, terdapat 67 kategori tingkat 2 dan dua kategori tingkat 3 terdiri dari 15 kategori fungsi komponen tubuh (Tabel 3.6), 7 kategori struktur tubuh (Tabel 3.7), 21 kategori aktivitas dan partisipasi (Tabel 3.8) dan 26 kategori faktor lingkungan (Tabel 3.9).

Tabel 3.6 ICF Kategori Komponen Fungsi Tubuh Termasuk dalam *Comprehensive ICF Core Set* untuk Osteoporosis

Kode ICF		Kategori ICF Komponen Fungsi Tubuh (Fungsi fisiologis sistem tubuh, termasuk fungsi psikologis)
Tingkat 2	Tingkat 3	
b134		Fungsi tidur
b152		Fungsi Emosional Fungsi mental spesifik terkait dengan komponen perasaan dan afektif dari proses pikiran

		<p>Inklusi: fungsi ketepatan emosi, pengaturan, dan kumpulan emosi; afek; kesedihan, kebahagiaan, cinta, ketakutan, kemarahan, kebencian, ketegangan, kecemasan, kegembiraan, kesedihan; labilitas emosi; afek datar</p> <p>Eksklusi: fungsi temperamen dan kepribadian (b126); fungsi energi dan penggerak (b130)</p>
	b1801	Bentuk tubuh
b280		<p>Sensasi nyeri</p> <p>Sensasi perasaan tidak menyenangkan yang menunjukkan potensi atau kerusakan nyata pada beberapa struktur tubuh</p> <p>Inklusi: sensasi nyeri generalisata atau terlokalisasi pada satu atau lebih bagian tubuh, nyeri pada daerah dermatom, nyeri yang menusuk, nyeri seperti terbakar, nyeri tumpul, nyeri yang menyakitkan; gangguan seperti mialgia, analgesia dan hyperalgesia</p>
b440		Fungsi respirasi
b455		Fungsi toleransi Latihan
b545		Fungsi keseimbangan cairan, mineral dan elektrolit
	b6202	Fungsi mobilitas sendi
b710		<p>Fungsi jangkauan dan kemudahan pergerakan sendi.</p> <p>Inklusi: fungsi mobilitas sendi tunggal atau beberapa sendi, vertebral, bahu, siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, pergelangan kaki, sendi kecil tangan dan kaki; mobilitas sendi generalisata; gangguan seperti hipermobilitas sendi, <i>frozen shoulder</i>, arthritis</p> <p>Eksklusi: fungsi stabilitas sendi (b715); kontrol fungsi gerakan volunter (b760)</p>
b730		Fungsi kekuatan otot

		<p>Fungsi yang terkait dengan gaya yang dihasilkan oleh kontraksi otot atau kelompok otot.</p> <p>Inklusi: fungsi-fungsi yang berhubungan dengan kekuatan otot-otot dan kelompok-kelompok otot tertentu, otot-otot anggota tubuh, satu sisi tubuh, bagian bawah tubuh, seluruh anggota badan, badan dan tubuh secara keseluruhan; gangguan seperti kelemahan otot-otot kecil di kaki dan tangan, paresis otot, paralisis otot, monoplegia, hemiplegia, paraplegia, quadriplegia dan akinetic mutism</p> <p>Eksklusi: fungsi struktur yang berdampingan dengan mata (b215); fungsi tonus otot (b735); fungsi daya tahan otot (b740)</p>
b740		Fungsi daya tahan otot
b755		Fungsi reaksi gerakan involunter
b765		Fungsi gerakan involunter
b770		Fungsi pol acara berjalan
b780		Fungsi gerakan dan sensasi terkait terhadap otot

Tabel 3.7 ICF Kategori Komponen Struktur Tubuh Termasuk dalam *Comprehensive ICF Core Set* untuk Osteoporosis

Kode ICF	Kategori ICF Komponen Struktur Tubuh (Bagian anatomi tubuh seperti organ, anggota badan dan komponennya)
s430	Struktur sistem respirasi
s720	Struktur regio bahu
s730	Struktur ekstremitas atas
s740	Struktur regio pelvis
s750	Struktur ekstremitas bawah
s760	Struktur badan
s770	Struktur muskuloskeletal tambahan terkait Gerakan

Tabel 3.8 ICF Kategori komponen aktifitas dan partisipasi termasuk dalam *Comprehensive ICF Core Set* untuk Osteoporosis

Kode ICF	Kategori ICF Komponen Aktifitas dan Partisipasi (Pelaksanaan tugas atau tindakan oleh individu dan keterlibatan dalam situasi kehidupan)
d410	Mengubah posisi tubuh
d415	Mempertahankan posisi tubuh
d430	Mengangkat dan membawa benda Mengangkat benda atau mengambil sesuatu dari satu tempat ke tempat lain, seperti ketika mengangkat cangkir atau membawa anak dari satu ruangan ke ruangan lain. Inklusi: mengangkat, membawa di tangan atau lengan, atau di bahu, pinggul, punggung atau kepala; meletakkan
d445	Penggunaan tangan dan lengan
d450	Berjalan Bergerak di sepanjang permukaan dengan kaki, selangkah demi selangkah, sehingga satu kaki selalu di tanah, seperti saat berjalan-jalan, berjalan ke depan, ke belakang, atau ke samping. Inklusi: berjalan jarak pendek atau jauh; berjalan di permukaan yang berbeda; berjalan di sekitar rintangan Eksklusi: mentransfer diri (d420); bergerak di sekitar (d455)
d455	Bergerak
d465	Bergerak menggunakan peralatan
d470	Menggunakan transportasi
d475	Menyetir
d510	Membersihkan diri sendiri
d540	Berpakaian
d620	Akuisisi barang dan jasa
d630	Menyiapkan makanan
d640	Mengerjakan pekerjaan rumah
d710	Interaksi interpersonal dasar
d770	Hubungan intim

d850	Pekerjaan yang menguntungkan
d855	Pekerjaan yang tidak menguntungkan
d859	Pekerjaan dan jabatan, yang spesifik dan tidak spesifik
d910	Kehidupan bermasyarakat
d920	<p>Rekreasi dan waktu luang</p> <p>Terlibat dalam segala bentuk permainan, kegiatan rekreasi, seperti bermain dan olahraga informal atau terorganisir, program kebugaran fisik, relaksasi, hiburan, pergi ke galeri seni, museum, bioskop atau teater; terlibat dalam kerajinan atau hobi, membaca untuk kesenangan, memainkan alat musik; tamasya, pariwisata dan bepergian untuk kesenangan.</p> <p>Inklusi: bermain, olahraga, seni dan budaya, kerajinan, hobi dan bersosialisasi</p> <p>Eksklusi: mengendarai hewan untuk transportasi (d480); pekerjaan yang menguntungkan dan tidak menguntungkan (d850 dan d855); agama dan spiritualitas (d930); kehidupan politik dan kewarganegaraan (d950)</p>

Tabel 3.9 ICF Kategori Komponen Faktor Lingkungan Termasuk dalam *Comprehensive ICF Core Set* untuk Osteoporosis

Kode ICF	Kategori ICF Komponen Faktor Lingkungan (Membentuk lingkungan fisik, sosial dan sikap di lingkungan sekitar mereka)
e110	<p>Produk atau zat untuk konsumsi pribadi</p> <p>Setiap benda atau bahan alami atau buatan manusia dikumpulkan, diproses atau diproduksi untuk dikonsumsi.</p> <p>Inklusi: makanan, minuman, obat</p>
e115	Produk dan teknologi untuk penggunaan pribadi dalam kehidupan sehari-hari
e120	Produk dan teknologi untuk mobilitas dan transportasi pribadi di dalam dan di luar ruangan
e135	Produk dan teknologi untuk pekerjaan

e150	Desain, konstruksi dan produk bangunan dan teknologi bangunan untuk keperluan umum
e155	Desain, konstruksi dan produk bangunan dan teknologi bangunan untuk penggunaan pribadi
e225	Iklim
e240	Cahaya
e310	Keluarga dekat
e320	Teman-teman
e325	Kenalan, rekan, kolega, tetangga, dan anggota komunitas
e340	Penyedia perawatan pribadi dan asisten pribadi
e355	Ahli kesehatan Semua penyedia layanan bekerja dalam konteks sistem kesehatan, seperti dokter, perawat, fisioterapis, terapis okupasi, ahli terapi bicara, audiolog, orthotist-prosthetists, pekerja sosial medis. Eksklusi: ahli lainnya (e360)
e360	Para profesional yang berhubungan dengan kesehatan
e410	Sikap individu anggota keluarga dekat
e420	Sikap individu teman-teman
e430	Sikap individu orang dalam posisi otoritas
e440	Sikap individu dari penyedia perawatan pribadi dan asisten pribadi
e450	Sikap individu profesional kesehatan Sikap individu profesional yang berhubungan dengan kesehatan
e455	Sikap sosial
e460	Layanan komunikasi, sistem, dan kebijakan
e535	Layanan, sistem, dan kebijakan transportasi
e540	Layanan, sistem, dan kebijakan keamanan sosial
e570	Layanan, sistem, dan kebijakan dukungan sosial umum
e575	Layanan, sistem, dan kebijakan kesehatan
e580	Layanan, sistem dan kebijakan untuk mencegah dan mengobati masalah kesehatan, menyediakan rehabilitasi medis dan mempromosikan gaya hidup

	sehat. Eksklusi: layanan, sistem, dan kebijakan dukungan sosial umum (e575)
--	---

Pada *Brief Core Set*, terdapat 22 kategori level 2 yang terdiri dari lima kategori fungsi tubuh, empat kategori struktur tubuh, enam kategori aktivitas dan partisipasi, dan tujuh kategori faktor lingkungan (Tabel 3.10).

Tabel 3.10 *Brief ICF Core Set* untuk Osteoporosis dan Persentase Ahli yang Bersedia Memasukkan Kategori yang Disebutkan dalam *Brief ICF Core Set*.

Komponen ICF	%	Kode ICF	Kategori ICF
Fungsi Tubuh	100	b280	Sensasi Nyeri
	79	b730	Fungsi kekuatan otot
	79	b710	Mobilitas fungsi sendi
	57	b152	Fungsi emosional
	14	b765	Fungsi gerakan involunter
Struktur Tubuh	100	s760	Struktur badan
	71	s750	Struktur ekstremitas bawah
	21	s730	Struktur ekstremitas atas
	14	s770	Struktur muskuloskeletal tambahan yang terkait dengan gerakan
Aktivitas & partisipasi	100	d450	Berjalan
	71	d430	Mengangkat dan membawa benda
	71	d920	Rekreasi dan waktu luang
	36	d410	Mengubah posisi tubuh
	21	d640	Mengerjakan pekerjaan rumah
	7	d470	Menggunakan transportasi
Faktor Lingkungan	93	e580	Layanan, sistem, dan kebijakan kesehatan
	71	e110	Produk atau zat untuk konsumsi pribadi
	64	e355	Ahli kesehatan

	43	e310	Keluarga dekat
	14	e155	Desain, konstruksi dan produk bangunan dan teknologi bangunan untuk penggunaan pribadi
	7	e115	Produk dan teknologi untuk penggunaan pribadi dalam kehidupan sehari-hari
	7	e225	Iklm

9. Penatalaksanaan Osteoporosis

a. Farmakologis

Indikasi tatalaksana farmakologis dengan obat antiOsteoporosis:

- 1) Pasien dengan fraktur Osteoporosis
- 2) Pasien dengan hasil BMD yang termasuk dalam kategori Osteoporosis
- 3) Pasien osteopenia dan hasil penilaian risiko fraktur dengan FRAX sebagai berikut:
 - a) Probabilitas fraktur Osteoporosis mayor dalam 10 tahun $\geq 20\%$, atau
 - b) Probabilitas fraktur panggul dalam 10 tahun $\geq 3\%$

Obat yang digunakan sebagai lini pertama tatalaksana Osteoporosis adalah bisfosfonat, yaitu alendronat, risedronat, zoledronat dan ibandronat. Untuk Osteoporosis pada laki-laki, obat yang digunakan adalah alendronat, risedronat dan zoledronat. Apabila terdapat kontraindikasi bisfosfonat, dapat digunakan pilihan obat lain. Dosis dan bukti ilmiah dalam pencegahan fraktur dapat dilihat pada Tabel 3.7.

1) Obat AntiOsteoporosis

Terapi farmakologi Osteoporosis bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan massa tulang dengan menghambat resorpsi tulang atau meningkatkan pembentukan tulang. Beberapa golongan obat yang digunakan untuk tatalaksana Osteoporosis antara lain bisfosfonat, *Selective Estrogen Receptor Modulators* (SERMs), *Receptor Activator Of Nuclear Factor Kappa-Beta Ligand* (RANKL) *inhibitor* (seperti denosumab), kalsitonin, dan peptida hormon paratiroid (PTH).

a) Bisfosfonat

Bisfosfonat, disertai dengan suplementasi kalsium dan vitamin D yang cukup, merupakan terapi lini pertama untuk pencegahan dan terapi Osteoporosis pada perempuan pascamenopause, pada laki-laki, dan pada pasien yang mendapat glukokortikoid jangka panjang. Berdasarkan berbagai uji klinik, dibandingkan dengan plasebo, obat golongan bisfosfonat efektif dalam menurunkan risiko fraktur vertebra dan non-vertebra, mencegah terjadinya fraktur baru, meningkatkan densitas massa tulang pada perempuan pascamenopause yang mengalami Osteoporosis, mencegah *bone loss* lebih lanjut pada perempuan pascamenopause yang tidak mengalami Osteoporosis. Pada perempuan dan pria dengan *steroid induced Osteoporosis*, obat ini meningkatkan densitas massa tulang dan menurunkan risiko fraktur vertebra.

Efek samping yang paling banyak pada pemberian obat ini adalah gangguan gastrointestinal berupa iritasi esofagus, nyeri abdomen, mual, konstipasi, diare, dan flatulen. Efek samping serius (jarang terjadi) berupa osteonekrosis pada tulang rahang, atrial fibrilasi dan gangguan elektrolit (hipokalsemia, hipofosfatemia, hipokalemia, dan hipomagnesemia).

Durasi tata laksana Osteoporosis dengan bisfosfonat adalah 3-5 tahun. Pengobatan Osteoporosis dengan bisfosfonat lebih dari 3-5 tahun (lebih dari 3 tahun dengan asam zoledronat atau lebih dari 5 tahun dengan alendronat, ibandronat dan risedronat) dapat dipertimbangkan untuk keadaan berikut:

- (1) Usia 75 tahun atau lebih
- (2) Riwayat fraktur panggul atau vertebra sebelumnya
- (3) Timbulnya satu atau lebih fraktur dengan trauma ringan selama pengobatan setelah terapi non-adheren (kurang dari 80% terapi) atau Osteoporosis sekunder dapat disingkirkan.
- (4) Mengonsumsi kortikosteroid oral dengan dosis ≥ 7.5 mg prednisolone/hari atau ekuivalen.

b) *Selective estrogen receptor modulators* (SERMs)

Satu-satunya obat golongan SERM yang disetujui untuk terapi dan pencegahan Osteoporosis pada wanita postmenopause adalah raloksifen. Berdasarkan studi klinik, Raloksifen 60 mg menunjukkan manfaat terhadap pengurangan risiko fraktur vertebra pada Osteoporosis postmenopause, namun tidak bermanfaat dalam mengurangi fraktur non-vertebra atau fraktur tulang pinggul. Penggunaan obat ini dibatasi oleh risiko efek sampingnya yang bermakna, namun jarang, berupa stroke dan tromboemboli. Pengobatan dengan raloksifen dapat diberikan maksimal selama 3 tahun.

c) Terapi sulih hormon

Terapi sulih hormon bermanfaat dalam menurunkan risiko fraktur vertebra, non-vertebra, dan tulang pinggul. Namun, berdasarkan studi kliniknya, terdapat korelasi yang bermakna antara pemberian terapi sulih hormon dengan peningkatan risiko *stroke* (pada pasien pascahisterektomi) dan risiko tromboemboli vena. Pada pasien yang tidak histerektomi, pemberian terapi sulih hormon meningkatkan risiko terjadinya kanker payudara. Oleh karena itu, terapi sulih hormon untuk terapi Osteoporosis pada perempuan pascamenopause harus dipertimbangkan antara besarnya risiko dan manfaatnya, dan tidak dianjurkan penggunaan lebih dari 3 tahun. Pada perempuan yang masih memiliki uterus direkomendasikan untuk mendapatkan preparat estrogen plus progesteron yang dapat diberikan secara kontinu maupun siklik (estrogen plus progesteron selama 14 hari dalam 1 siklus). Sebaliknya, pada perempuan pascahisterektomi direkomendasikan untuk diberikan preparat estrogen saja. Preparat estrogen yang dapat digunakan adalah preparat oral estrogen konjugasi, seperti *micronised 17-beta estradiol*, estradiol valerat, dan estradiol sulfat. Selain itu, terapi sulih hormon dapat pula menggunakan preparat estradiol transdermal, gel, maupun implan. Sementara, preparat progesteron yang direkomendasikan adalah *micronized progesterone* dan progestin sintetik.

d) RANKL Inhibitor.

Obat baru yang telah dipakai pada terapi Osteoporosis adalah *denosumab*, suatu *fully human monoclonal antibody* terhadap RANKL. *Denosumab* diberikan dengan dosis 60 mg setiap 6 bulan subkutan, telah mendapat persetujuan untuk terapi Osteoporosis paska menopause dan Osteoporosis akibat glukokortikoid. *Denosumab* terbukti dapat meningkatkan BMD dan menurunkan risiko fraktur pada tulang belakang maupun tulang panggul. Insiden efek yang tidak diharapkan pada pasien yang mendapatkan *denosumab* tidak berbeda dengan pasien yang mendapatkan bisfosfonat. Kelebihan *denosumab* adalah dapat diberikan pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal.

Tabel 3.11 Dosis dan Efikasi Obat dalam Pencegahan Fraktur

Golongan	Mekanisme kerja	Nama Obat	Dosis	Penurunan Risiko Fraktur			Kontra-indikasi
				Osteoporosis Pascamenopause			
				Vertebra	Non-vertebra	Panggul	
Bisfosfonat	Menghambat diferensiasi osteoklas; menghambat ikatan osteoklas pada tulang; mengganggu struktur osteoklas yang dibutuhkan	Alendronat	10 mg /hari PO, atau 70 mg/minggu PO	Ya (A)	Ya (A)	Ya (A)	- Hipersensitivitas - Hipokalsemia (harus dikoreksi dahulu) - Tidak mampu berdiri/duduk tegak minimal 30 menit untuk
		Risedronat	5 mg/hari PO, atau	Ya (A)	Ya (A)	Ya (A)	

Golongan	Mekanisme kerja	Nama Obat	Dosis	Penurunan Risiko Fraktur			Kontra-indikasi
				Osteoporosis Pascamenopause			
				Vertebra	Non-vertebra	Panggul	
	untuk resorpsi tulang; menghambat apoptosis osteoblas dan osteosit		35 mg/minggu PO, atau 150 mg/bulan PO				mencegah refluks esofagitis. - Esofagus abnormal (striktur atau akalasia), meningkatkan iritasi esofagus
Ibandronat		150 mg/bulan PO, atau 3 mg/3 bulan IV	Ya (A)	Tidak*	Tidak*	- Tidak direkomendasikan pada gangguan ginjal dengan klirens kreatinin <35 mL/menit	
Zoledronat		5 mg per tahun IV	Ya (A)	Ya (A)	Ya (A)		
SERM	Interaksi dengan reseptor estrogen tulang, meningkatkan	Raloksifen	60 mg/hari PO	Ya (A)	Tidak*	Tidak*	- Perempuan premenopause atau sedang menyusui - Tidak disarankan

Golongan	Mekanisme kerja	Nama Obat	Dosis	Penurunan Risiko Fraktur			Kontra-indikasi
				Osteoporosis Pascamenopause			
				Vertebra	Non-vertebra	Panggul	
	trabekular massa tulang						<p>diberikan bersamaan dengan terapi penganti estrogen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasien dengan disfungsi ginjal atau hati. - Terapi harus dihentikan 72 jam sebelum operasi dengan risiko tinggi tromboemboli. - Perhatian: raloksifen dapat menghambat absorpsi levotiroksin
RANKL inhibitor	Inhibitor osteoklast yang poten dengan	Denosumab	Injeksi subkutan, 60 mg	Ya (A)	Ya (A)	Ya (A)	Hipokalsemia dan defisiensi vitamin D (harus diterapi sebelum terapi)

Golongan	Mekanisme kerja	Nama Obat	Dosis	Penurunan Risiko Fraktur			Kontra-indikasi
				Osteoporosis Pascamenopause			
				Vertebra	Non-vertebra	Panggul	
	menghambat ligan <i>receptor activator of nuclear factor kappa-beta ligand</i> (RANKL).		setiap 6 bulan				<i>denosumab</i> dimulai). Dapat diberikan pada klirens kreatinin \leq 30 ml/menit.

Ket: p.o: peroral; s.k: subkutan; i.v: intravena, *efek tidak tampak dalam uji klinis (harus dipertimbangkan dalam konteks bahwa uji klinis tersebut dapat saja memiliki *power* yang rendah) atau uji klinis belum dilakukan secara adekuat.

2) Tata Laksana Nyeri

Strategi dan pilihan untuk manajemen nyeri dan intervensi untuk fraktur Osteoporosis meliputi:

- a) Acetaminophen: 650 mg secara oral setiap 4-6 jam; dosis maksimum 4000 mg/hari untuk pengobatan nyeri ringan sampai sedang. Tidak ada bukti manfaat untuk nyeri neuropatik. Risiko kerusakan hati (overdosis)
- b) Akupunktur: Akupunktur telah menunjukkan kemampuan untuk mengontrol nyeri pada pasien dengan nyeri punggung bawah kronis. Banyak asuransi kesehatan saat ini menawarkan terapi ini; namun, kualitas bukti kemanjurannya rendah (masalah desain studi, efek plasebo, dll.)
- c) Antidepresan (Amitriptyline, Duloxetine): Terapi lini pertama untuk nyeri neuropatik. Amitriptyline (antidepresan trisiklik)

25-100 mg oral sekali sehari atau dalam 2 dosis terbagi. Dosis tunggal maksimal 75 mg, dosis > 75/hari harus digunakan dengan hati-hati pada orang dewasa > 65 tahun. Duloxetine *serotonin-norepinephrine reuptake inhibitor* (SNRI) 60-120mg per oral sekali sehari atau dalam 2 dosis terbagi. Efek samping umum untuk keduanya: mengantuk, peningkatan pikiran untuk bunuh diri, sakit kepala, pusing, mulut kering. Efek samping tambahan amitriptyline: tremor, takikardia, hipotensi ortostatik, konstipasi, penambahan berat badan, inkontinensia urin (beberapa kontraindikasi). Efek samping tambahan duloxetine: peningkatan tekanan darah.

- d) Anti-inflamatorik (NSAIDs): Dosis tergantung obat, bermanfaat untuk menekan nyeri terkait peradangan ringan hingga sedang. Berguna menunda penyembuhan tulang fraktur, kecuali anti-COX-2 NSAID. NSAID yang dijual bebas diminum setiap 6 jam setelah patah tulang atau bergantian dengan acetaminophen dapat membantu menghilangkan rasa sakit. Efek samping yang menjadi perhatian termasuk perdarahan gastrointestinal, insufisiensi ginjal, infark miokard, stroke, dan pusing. Tidak ada bukti manfaat untuk nyeri neuropatik.
- e) Antiepileptik (Gabapentin, Pregabalin): Terapi lini pertama untuk nyeri neuropatik. Gabapentin 900–3600 mg per oral dalam 3 dosis terbagi. Pregabalin 300–600 mg/hari secara oral dalam 2 dosis terbagi. Efek samping yang umum: pusing, somnolen, sakit kepala, edema perifer, mual, penglihatan kabur, dan peningkatan pikiran untuk bunuh diri. Gunakan dengan hati-hati pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal. Penyalahgunaan dan ketergantungan telah dilaporkan. Efek samping tambahan/risiko gabapentin: demam, infeksi, kurang koordinasi. Efek samping tambahan dari pregabalin: penambahan berat badan dan disorientasi.
- f) Antispasmodik: Khasiat dalam menghilangkan rasa sakit belum diketahui dengan baik dan risiko efek samping (antikolinergik) tinggi. Dapat meningkatkan risiko jatuh, sembelit, dan gangguan pencernaan.

- g) Aspirin: 350–650 mg per oral setiap 4 jam; dosis maksimum 3600 mg/hari. Bermanfaat untuk nyeri ringan (penggunaan sementara). Efek samping yang menjadi perhatian termasuk perdarahan gastrointestinal, tinnitus, insomnia, dan pusing. Tidak ada bukti manfaat untuk nyeri neuropatik.
- h) Tirah baring: Walaupun tirah baring yang lama menyebabkan keropos tulang dan otot, segera setelah fraktur kompresi vertebra, pasien umumnya diresepkan periode awal tirah baring yang ketat (tidak boleh duduk atau berdiri). Bahkan ketika pasien berdiri kembali, berbaring rata selama 10 menit setiap beberapa jam, misalnya, disarankan untuk mendukung aktivitas dengan mengendalikan rasa sakit. Bukti RCT lebih lanjut diperlukan untuk mendukung protokol khusus untuk istirahat selama penyembuhan dari patah tulang belakang.
- i) *Bracing* dan Orthosis Spinal: Berbagai macam *bracing* lunak, semi kaku, kaku, dan dinamis tersedia untuk digunakan setelah patah tulang belakang untuk mengontrol rasa sakit, meningkatkan konsolidasi fraktur, mendukung postur tubuh, dan meningkatkan keseimbangan, fungsi fisik, dan kualitas hidup. Pasien biasanya diinstruksikan untuk memakai orthosis selama 12 sampai 24 minggu sampai resolusi nyeri dan ketidakstabilan tulang belakang. Data RCT saat ini kurang untuk membuat rekomendasi berbasis bukti yang kuat.
- j) Calcitonin Salmon: Calcitonin Salmon telah ditemukan untuk mengurangi nyeri akut akibat patah tulang belakang baru-baru ini. Pembatasan durasi penggunaan dianjurkan karena terdapat potensi peningkatan risiko kanker. Tidak terbukti efektif untuk meredakan nyeri kronis akibat patah tulang belakang.
- k) CBT (*Cognitive Behavioral Therapy*): Meskipun data RCT tidak tersedia, penelitian telah menunjukkan CBT dan terapi komplementer psikososial lainnya dapat meningkatkan fungsi dan kualitas hidup pasien yang menderita nyeri kronis.
- l) Terapi Komplimenter: Pernapasan dalam, relaksasi otot progresif, meditasi, dan teknik relaksasi lainnya membantu

melepaskan ketegangan otot dan mengalihkan perhatian pasien dari rasa sakit dan kecemasan terkait. Terapi *biofeedback* membantu untuk mengatasi nyeri akut dan/atau kronis akibat patah tulang.

- m) E-Stim/TENS: stimulasi saraf listrik transdermal (TENS), dianggap sebagai terapi non-farmakologis yang efektif untuk nyeri kronis, menggunakan transmisi arus listrik ringan yang diterapkan ke kulit pasien di lokasi cedera atau nyeri.
- n) Terapi panas/dingin: Pemberian es dan/atau panas, bergantian atau sendiri-sendiri, dapat meningkatkan penyembuhan dan efektif dalam mengurangi pembengkakan, meningkatkan aliran darah, dan meredakan nyeri akibat kejang otot. Masing-masing cedera memiliki metode, tujuan, dan aplikasi yang spesifik (misalnya, panas mungkin tidak sesuai untuk fraktur akut dengan inflamasi).
- o) Masase: Meskipun tidak ada data RCT skala besar, bukti dari studi kecil menunjukkan bahwa masase dapat meningkatkan nyeri dan kecacatan pasca-fraktur dibandingkan dengan terapi plasebo dan intervensi non-manipulatif lainnya (seperti teknik relaksasi). Pedoman *American College of Physicians* tentang pengelolaan nyeri punggung bawah kronis mencakup rekomendasi kuat untuk terapi masase, terapi *chiropractic* atau manipulasi tulang belakang (rekomendasi lemah). Terapi masase yang dalam atau intens harus dihindari pada orang yang pernah mengalami patah tulang karena kerapuhan. Kasus patah tulang akibat pijatan sudah pernah dilaporkan sebelumnya.
- p) Injeksi Blok Akar Saraf: Blok ganglion akar dorsal perkutan (blok saraf) telah ditunjukkan untuk memberikan perbaikan segera dan berkepanjangan dari nyeri kronis dari fraktur kompresi Osteoporosis vertebral pada pasien yang gagal dalam pengobatan konservatif atau memiliki nyeri residual setelah vertebroplasti. Injeksi lidokain meredakan nyeri jangka pendek yang signifikan (hingga 2 minggu) pada fraktur baru dan dapat mendorong mobilisasi dini. *American Academy of Orthopaedic Surgery* merekomendasikan terapi

blok akar saraf dalam perawatan nyeri akut setelah patah tulang belakang.

- q) Opioid: Opioid adalah analgesia yang sangat efektif untuk nyeri akut. Namun, jika digunakan secara kronis, dapat terjadi penurunan potensi, menyebabkan ketergantungan, meningkatkan risiko kecanduan, dan menyebabkan konstipasi, jatuh, dan sensitisasi sentral. Direkomendasikan hanya untuk penggunaan jangka pendek dengan fraktur akut. Oleh karena itu, perawatan non-narkotika lebih disukai.
 - r) Anti nyeri topical (Capsaicin, Lidocaine): *Patch* lidokain 1,8% atau 5% yang diaplikasikan pada kulit utuh di tempat nyeri selama 12 jam setiap hari direkomendasikan untuk nyeri neuropatik perifer kronis. *Patch* capsaicin 8% adalah terapi lini kedua yang dapat diterapkan dalam pengaturan klinis setiap 3 bulan. Efek samping yang umum terjadi pada keduanya: nyeri di tempat penggunaan/iritasi kulit, pruritus, dan eritema. Capsaicin dapat meningkatkan tekanan darah sementara dan dapat menyebabkan desensitisasi. Sediaan mentol, metil salisilat, atau OTC capsaicin yang dijual bebas menunjukkan sedikit atau tidak ada efek pada nyeri kronis.
 - s) Vertebroplasti/Kifoplasti: (Tidak direkomendasikan secara umum) Sedikit manfaat dari vertebroplasti untuk pengendalian nyeri dan tidak cukup bukti untuk merekomendasikan kifoplasti dibandingkan manajemen non-bedah.
- b. Non-farmakologik
- 1) Pencegahan Jatuh
Melakukan latihan fisik dan rehabilitasi yang sesuai (lihat di bagian selanjutnya). Pencegahan jatuh dilakukan dengan melakukan identifikasi dan modifikasi faktor risiko terjadinya jatuh. Klasifikasi faktor risiko jatuh berdasarkan kemampuan untuk dimodifikasi (Tabel 3.12).

Tabel 3.12 Klasifikasi Faktor Risiko Jatuh Berdasarkan Kemampuan untuk Dimodifikasi

Faktor Risiko Jatuh			
Tidak Dapat Dimodifikasi	Sangat Sulit untuk Dimodifikasi	Potensial untuk Dimodifikasi	Dapat Dimodifikasi
Usia	Gangguan fungsional	Gangguan penglihatan	Gangguan keseimbangan,
Jenis kelamin	IMT Rendah	Gangguan cara berjalan (<i>gait</i>)	Kelemahan otot
Riwayat jatuh sebelumnya	Gangguan kognitif Diabetes	Depresi Pusing atau Hipotensi Ortostatik Inkontinensia urin Arthritis Nyeri	Menggunakan empat atau lebih pengobatan

2) Tata Laksana Nutrisi

Terapi medik gizi dalam penanganan Osteoporosis meliputi:

a) Gaya hidup sehat dan aktif

Gaya hidup sehat dan aktif direkomendasikan untuk meningkatkan kesehatan tulang, yakni dengan diet seimbang, meningkatkan aktivitas fisik, berhenti merokok, tidak minum alkohol, menurunkan risiko jatuh dan memastikan asupan kalsium dan status vitamin D adekuat dan dalam batas normal.

b) Energi cukup

Asupan energi cukup dan seimbang sesuai kebutuhan dapat mempertahankan berat badan dan status gizi ideal direkomendasikan dalam penanganan Osteoporosis, baik pencegahan maupun terapi.

c) Makronutrien

(1) Komposisi makronutrien

Komposisi makronutrien seimbang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan zat gizi adekuat. Berbagai penelitian terkini menunjukkan adanya hubungan antara Obesitas dan Osteoporosis, maka perlu diperhatikan makanan-makanan yang dapat meningkatkan massa lemak tubuh, seperti makanan tinggi kalori, serta tinggi lemak, gula, dan garam.

(2) Protein

Asupan protein adekuat penting dalam mempertahankan fungsi sistem muskuloskeletal dan menurunkan risiko komplikasi pada fraktur panggul. Pemberian protein pada pasien fraktur panggul dapat meningkatkan kondisi klinis pasien dengan menurunkan risiko infeksi dan lama rawat di rumah sakit (peringkat bukti level 1a). Namun, pemenuhan kebutuhan protein harus memperhatikan kondisi klinis serta fungsi hati dan ginjal pasien secara keseluruhan, dan ditatalaksana sebagai satu kesatuan terapi medik gizi.

d) Mikronutrien

(1) Kalsium

Meningkatkan asupan kalsium, baik melalui asupan makanan maupun suplementasi, dapat meningkatkan BMD (peringkat bukti level 1a), namun bukti kuat kalsium sendiri dalam menurunkan risiko fraktur masih terbatas (peringkat bukti level 1a). Suplemen kalsium dapat meningkatkan risiko nefrolitiasis dan gangguan saluran cerna. Suplemen kalsium juga dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, namun studi metaanalisis terbaru menyatakan tidak cukup bukti adanya hubungan tersebut (peringkat bukti level 1a). Direkomendasikan

untuk memenuhi asupan kalsium sejumlah 1000-1200 mg/hari. Apabila tidak dapat dipenuhi dari asupan makanan, maka dapat ditambahkan suplementasi (rekomendasi B). Analisis asupan kalsium harus dilakukan dengan tepat oleh dokter yang memiliki kompetensi tersebut. Metode analisis asupan harian yang dapat digunakan untuk membantu memperkirakan asupan kalsium dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Table 3.13 Metode Analisis Asupan Kalsium Harian

Langkah 1. Analisis Asupan Makanan Tinggi Kalsium			
Jenis Makanan per Saji	Jumlah Makanan yang dikonsumsi per Saji per Hari	Estimasi Jumlah Kalsium per Saji (mg)	Jumlah Asupan Kalsium Total (mg)
Susu (8 oz atau 250 mL)		x 300	=
Susu almond atau susu soya (8 oz atau 250 mL)		x 450	=
Yogurt (6 oz atau 200 mL)		x 300	=
Keju		x 200	=

(1 oz atau 1 cubic inchi atau 25 g)			
Makanan atau minuman yang difortifikasi		x 80 - 1000*	=
Tahu (8 oz atau 226 g)		x 250	=
		Subtotal	=
Langkah 2. Tambahkan sebanyak 250 mg kalsium yang diperoleh dari bahan makanan sumber kalsium non susu		+ 250	
	Total	=	

(2) Vitamin A

Asupan vitamin A berlebihan jangka panjang (≥ 10.000 IU/hari) harus dihindari, karena dapat menurunkan BMD.

(3) Vitamin D

Vitamin D secara tunggal tidak efektif menurunkan risiko fraktur, namun apabila dikombinasikan dengan suplemen kalsium, maka

dapat menurunkan risiko fraktur panggul dan non-vertebra, serta dapat pula menurunkan risiko fraktur vertebra (peringkat bukti level 1a). Dalam studi metaanalisis, efek protektif vitamin D dalam menurunkan risiko fraktur hanya terlihat pada dosis ≥ 800 IU (20 μg)/hari (peringkat bukti level 1a). Dosis ini juga dapat menurunkan risiko jatuh (peringkat bukti level 1a). Dengan demikian, perempuan pascamenopause dan laki-laki berusia ≥ 50 tahun dengan risiko fraktur, disarankan untuk diberikan vitamin D kolekalsiferol 800 IU/hari. Perempuan pascamenopause dan laki-laki berusia ≥ 50 tahun yang mendapat terapi Osteoporosis, perlu diberikan suplementasi kalsium apabila asupannya kurang dari 700 mg/hari dan suplementasi kolekalsiferol 800 IU/hari, baik pada pasien yang berisiko ataupun ditemukan bukti insufisiensi vitamin D. Batasan rekomendasi asupan kalsium dan vitamin D dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Rekomendasi Asupan Kalsium dan Vitamin D

Kelompok Umur (tahun)	Jenis Kelamin	Kalsium (mg/hari)		Vitamin D (IU/hari)	
		Rekome ndasi	<i>Safe Upper Limit</i>	Rekome ndasi	<i>Safe Upper Limit</i>
50-70	Perempuan	1200	2500	600/800 -1000	4000
	Laki-laki	1000	2000	600/800 -1000	4000

>70	Perempuan dan Laki- laki	1200	2000	800/800 -1000	4000
-----	--------------------------------	------	------	------------------	------

e) Fitoestrogen

Estrogen “natural” (isoflavon) diperkirakan dapat mencegah kehilangan mineral tulang, namun tidak ada bukti yang mendukung pemberian isoflavon dalam meningkatkan mineral tulang ataupun mencegah fraktur.

f) Hidrasi

(1) Hidrasi adekuat

Air merupakan bagian integral yang memengaruhi fungsi mekanik tulang. Peran fundamental air terletak pada keberadaannya dalam berbagai kompartemen pada tiap organisasi tulang. Masing-masing kompartemen air berperan pada masing-masing fungsi mekanika tulang. Hidrasi adekuat juga diperlukan untuk mencegah batu ginjal, yang perlu diperhatikan pada pasien-pasien yang mendapatkan suplementasi kalsium. Dengan demikian, direkomendasikan untuk memastikan asupan air adekuat (1,5–2L/hari) untuk mempertahankan kesehatan tulang dan mencegah fraktur dan batu ginjal.

(2) Alkohol

Hubungan antara konsumsi alkohol dan risiko fraktur merupakan *dose-dependent*. Konsumsi alkohol ≤ 2 unit/hari tidak meningkatkan risiko fraktur. Namun, konsumsi alkohol ≥ 3 unit/hari meningkatkan risiko fraktur secara *dose-dependent* (peringkat bukti level 1a). Dengan demikian, pasien dengan Osteoporosis dianjurkan untuk membatasi konsumsi alkohol.

(3) Kafein

Penelitian menunjukkan bahwa asupan kafein berhubungan dengan risiko fraktur. Pasien dianjurkan untuk membatasi asupan kafein <1–2 saji (250-375 mL/saji) per hari.

g) Terapi medik gizi perioperatif

Apabila pasien menjalani pembedahan, maka untuk meningkatkan keluaran klinis pasien, disarankan untuk diberikan terapi medik gizi perioperatif sesuai dengan kondisi klinis pasien dan sarana pelayanan yang tersedia di rumah sakit.

3) Tata Laksana Latihan Fisik dan Rehabilitasi

a) Pemeriksaan Sebelum Latihan Fisik

Sebelum pasien mendapatkan resep program latihan fisik yang sesuai, perlu dilakukan serangkaian pemeriksaan yang terdiri dari:

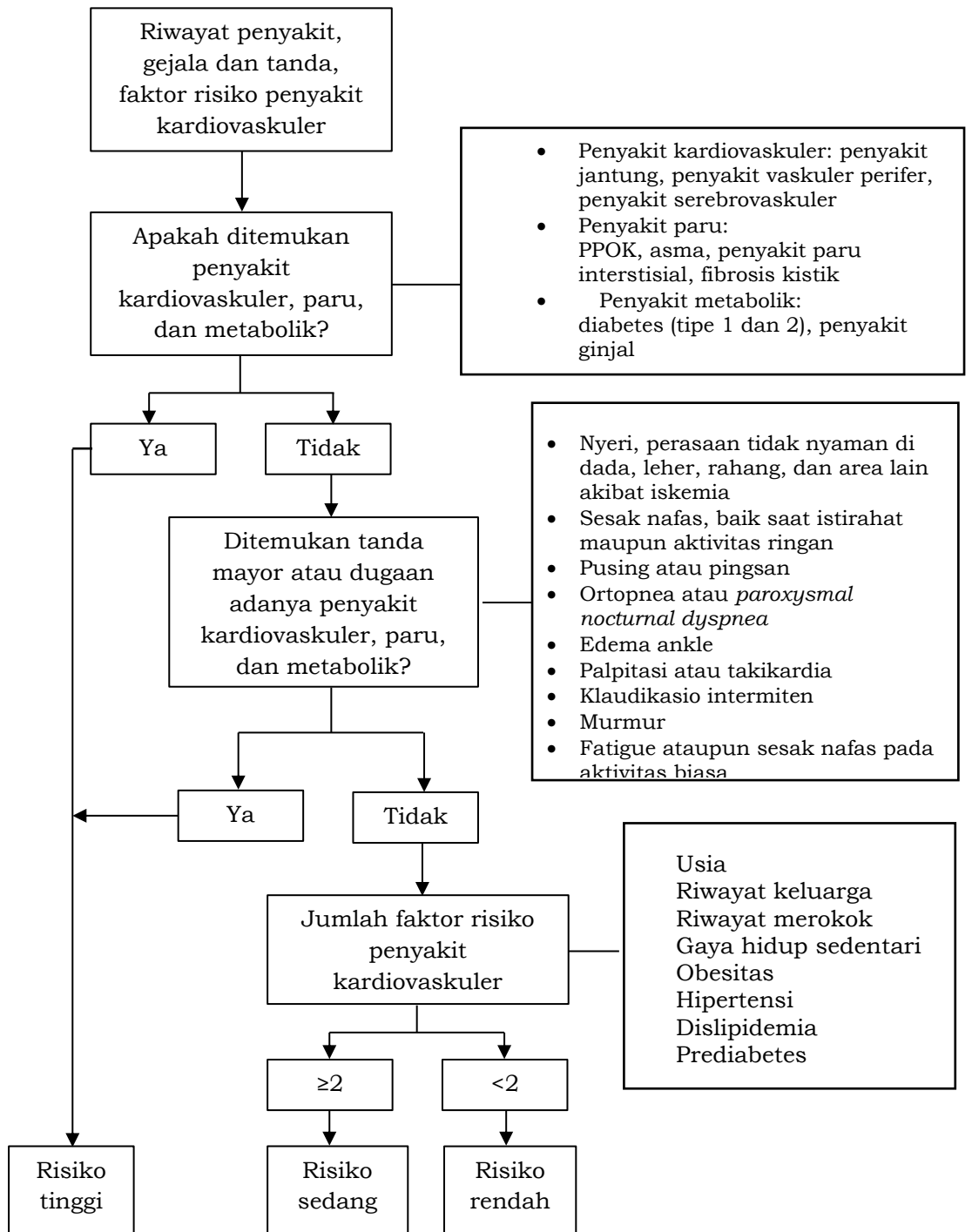
(1) Anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang (bila diperlukan) untuk melakukan stratifikasi risiko dan mengetahui riwayat kesehatan dan pengobatan, riwayat aktivitas dan latihan fisik sebelumnya, dan hal-hal lainnya yang harus diperhatikan dalam atau dapat menjadi kontraindikasi bagi pemberian latihan fisik. Stratifikasi risiko dilakukan mengikuti alur.

Selain itu, semua wanita dan pria pascamenopause usia ≥ 50 harus dievaluasi untuk risiko Osteoporosis untuk menentukan perlunya tes BMD dan pencitraan tulang belakang. Pedoman *Internasional Osteoporosis Foundation* tahun 2022 merekomendasikan pendekatan komprehensif untuk penilaian risiko dan diagnosis Osteoporosis yang mencakup sebagian besar dari hal berikut: anamnesis terperinci dan pemeriksaan fisik, penilaian BMD, pencitraan tulang belakang untuk patah tulang belakang, dan perkiraan kemungkinan patah tulang 10 tahun. Diagnosis Osteoporosis memerlukan pertimbangan penyebab

sekunder. Banyak penyebab keropos tulang dan patah tulang dapat dikelompokkan dalam kategori luas berikut: (1) Kegagalan untuk mengembangkan kerangka yang kuat (genetik, nutrisi, gaya hidup), 2) pengeroposan tulang karena kerusakan yang berlebihan (resorpsi), (3) kegagalan untuk mengganti tulang yang hilang karena gangguan pembentukan, dan (4) peningkatan risiko jatuh (faktor risiko lingkungan, medis, dan neuromuskuloskeletal).

Daftar gejala dan tanda penyakit kardiovaskular, metabolik dan pulmonal yang dipertimbangkan dalam proses stratifikasi risiko adalah:

- (a) Rasa tidak nyaman di daerah dada saat melakukan aktivitas fisik.
- (b) Sakit kepala, pingsan.
- (c) Gangguan irama jantung.
- (d) Minum obat-obatan untuk penyakit jantung.
- (e) Edema pergelangan kaki bilateral.
- (f) Sesak nafas oleh karena alasan yang tidak jelas (latihan dengan intensitas ringan, atau saat membungkuk).
- (g) Rasa terbakar atau kram didaerah tungkai bawah saat jalan kaki jarak pendek.
- (h) Sakit atau rasa tidak nyaman di daerah dada, leher, rahang, lengan atau di daerah lain yang mungkin disebabkan karena iskemik



Gambar 3.4 Alur Stratifikasi Risiko Latihan Fisik

Daftar faktor risiko penyakit kardiovaskular, metabolik dan pulmonal yang dipertimbangkan dalam proses stratifikasi risiko adalah:

- Laki-laki usia >45 tahun.
- Perempuan usia >55 tahun, atau sudah menjalani histerektomi atau sudah pascamenopause.
- Perokok atau sudah tidak merokok dalam 6 bulan terakhir.

- (d) Tekanan darah >140/90 mm Hg.
- (e) Minum obat penurun tekanan darah.
- (f) Kadar kolesterol darah >200 mg/dL.
- (g) Keluarga dekat pernah mengalami serangan jantung atau operasi jantung pada usia <55 tahun (untuk anggota keluarga laki-laki) atau <65 tahun (untuk anggota keluarga perempuan).
- (h) Kelebihan berat badan (IMT >25 kg/m²) atau lingkar pinggang >90 cm (untuk laki-laki) atau >80 cm (untuk perempuan).
- (i) Prediabetes (gula darah puasa ≥100 mg/dL tetapi <126 mg/dL atau *oral glucose tolerance test* ≥140 mg/dL, tetapi <200 mg/dL dikonfirmasi dengan pengukuran ≥2 kali pada waktu yang berbeda).
- (j) Gaya hidup sedenter atau kurang aktivitas fisik (tidak melakukan latihan fisik ≥30 menit, 3 kali/minggu dalam 3 bulan terakhir).

Tabel 3.15 Daftar Penyakit Kardiovaskular, Metabolik, dan Pulmonal yang Dipertimbangkan dalam Proses Stratifikasi Risiko

Kelompok Penyakit	Jenis Penyakit
Penyakit kardiovaskular	<ul style="list-style-type: none"> - Penyakit jantung - <i>Peripheral arterial disease</i> (PAD) - Penyakit serebrovaskular - Serangan jantung atau gagal jantung - Operasi jantung atau transplantasi jantung - Kateterisasi jantung

	- <i>Coronary angioplasty</i> <i>pacemaker/implantable</i> <i>cardiac defibrillator</i>
Penyakit metabolik	- Diabetes melitus tipe 1 atau 2 - Penyakit ginjal atau hati - Kelainan tiroid
Penyakit paru	- <i>Chronic obstructive pulmonary disease</i> - Asma - <i>Interstitial lung disease</i> - <i>Cystic fibrosis</i>

(2) Penilaian risiko terjadinya fraktur

Penilaian risiko jatuh seseorang dikatakan memiliki risiko tinggi untuk jatuh bila baru mengalami peristiwa jatuh (akut), mengalami dua atau lebih peristiwa jatuh selama 12 bulan terakhir, atau menunjukkan adanya masalah pola berjalan (*gait*) atau keseimbangan.

Mengenai penilaian risiko patah tulang pada wanita pascamenopause, dan pria usia ≥ 50 :

Lakukan penilaian FRAX pada orang dengan faktor risiko klinis untuk fraktur kerapuhan.

- (a) Ukur BMD pada orang dengan risiko patah tulang menengah dengan FRAX (orange) untuk memperbaiki perkiraan 10 risiko tahun.
- (b) Ukur BMD pada orang dengan risiko patah tulang tinggi dan sangat tinggi dengan FRAX (merah) untuk memandu pemilihan obat dan memberikan dasar untuk pemantauan BMD.
- (c) Pertimbangkan pencitraan untuk mencari fraktur tulang belakang pada orang dengan nyeri punggung onset akut yang memiliki

faktor resiko Osteoporosis, dan/atau pada orang dengan riwayat penurunan tinggi badan ≥ 4 cm, kyphosis, baru-baru ini atau saat ini terapi glukokortikoid oral jangka panjang, atau T- ScoreBMD $\leq -2,5$.

(d) Menilai risiko jatuh pada pasien dengan Osteoporosis dan/atau patah tulang dan menawarkan mereka yang berisiko program latihan untuk meningkatkan keseimbangan dan kekuatan otot.

(3) Pemeriksaan kebugaran fisik

Pemeriksaan kebugaran fisik terdiri dari pemeriksaan komposisi tubuh, pemeriksaan kelenturan, pemeriksaan kekuatan dan daya tahan otot, serta pemeriksaan daya tahan jantung-paru.

(4) Pemeriksaan postur

(5) Evaluasi mengenai hal-hal yang mendukung ataupun menghambat dalam menjalankan aktivitas atau latihan fisik.

b) Terapi Latihan Fisik untuk Pencegahan Fraktur Osteoporosis

Jenis latihan fisik yang direkomendasikan adalah kombinasi dari latihan daya tahan jantung-paru yang bersifat melawan gravitasi (*weight-bearing*), latihan kekuatan otot, latihan keseimbangan.

(1) Latihan kekuatan otot

(a) Tujuan

- Menurunkan risiko terjadinya jatuh dengan membantu perbaikan postur tubuh dan meningkatkan kemampuan dalam melakukan gerakan-gerakan fungsional, misalnya naik tangga dan bangun dari duduk ke berdiri.
- Mempertahankan kekuatan tulang dengan merangsang pembentukan tulang dan menurunkan resorpsi tulang.

(b) Bentuk

Latihan menggunakan beban berupa tubuh pasien sendiri atau beban tambahan (misalnya *resistance band*, *free weight*) yang menargetkan kelompok-kelompok otot utama/besar. Hindari penggunaan mesin latihan beban karena lebih sering membutuhkan gerakan memutar atau membungkukkan batang tubuh ke depan saat melakukan latihan ataupun melakukan penyesuaian alat. Setiap gerakan latihan juga harus dilakukan dengan lambat dan terkontrol.

(c) Intensitas

Intensitas sedang hingga tinggi (8–12 repetisi maksimal) dengan peningkatan berat beban yang dilakukan secara bertahap (progresif) dan pengulangan sebanyak minimal 2 set untuk tiap latihan.

(d) Frekuensi

Frekuensi latihan yang dianjurkan adalah 3 kali per minggu.

(2) Latihan keseimbangan

(a) Tujuan

Meningkatkan keseimbangan untuk menurunkan risiko terjadinya jatuh.

(b) Bentuk

Latihan yang menantang keseimbangan tubuh dengan mengurangi dasar tumpuan tubuh atau jumlah masukan sensorik, ataupun mengusik pusat massa tubuh seseorang. Latihan keseimbangan yang diberikan dapat berupa latihan keseimbangan yang:

- Statis, misalnya berdiri satu kaki, berdiri tandem atau semi-tandem, berdiri

dengan bertumpu pada tumit atau jari-jari kaki saja.

- Memindahkan tumpuan (*shifting weight*), misalnya memindahkan tumpuan dari tumit ke jari-jari kaki.
- Dinamis, misalnya berjalan dengan bertumpu pada tumit atau jari-jari kaki saja, berjalan tandem, jalan mundur.
- Tiga dimensi, misalnya Tai Chi, menari.

(c) Frekuensi

Frekuensi latihan keseimbangan yang dianjurkan adalah dilaksanakan setiap hari.

(d) Durasi

Durasi latihan yang dianjurkan adalah 15–20 menit per hari atau mengakumulasikan untuk mencapai target 2 jam per minggu.

(3) Latihan daya tahan jantung-paru yang bersifat melawan gravitasi (*weight-bearing*)

(a) Tujuan

Mempertahankan dan meningkatkan kepadatan mineral tulang (*bone mineral density*).

(b) Bentuk latihan

Bentuk latihan dapat berupa jalan, jalan cepat.

(c) Intensitas

Intensitas latihan sedang hingga tinggi.

(d) Durasi

Durasi latihan adalah akumulasi minimal 150 menit per minggu (untuk intensitas sedang) atau 75 menit per minggu (untuk intensitas tinggi) yang dapat dipecah menjadi minimal 10 menit per sesi.

(e) Frekuensi

Frekuensi latihan yang dianjurkan adalah 3–5 kali per minggu.

Tabel 3.16 Berikut merupakan parameter latihan untuk mengelola pasien dengan risiko tinggi fraktur kerapuhan:

Tipe Latihan	Dosis	Rekomendasi	Precautions
Latihan kekuatan otot	<p>≥2 hari/ minggu</p> <p>≥2 set, repetisi: 8–12 x</p> <p>1–3 menit istirahat antara set</p> <p>≥8 set untuk kelompok otot besar dan area yang rentan fraktur</p>	<p>Latihan bertahap meningkat sesuai kemampuan dengan penekanan pada teknik mengangkat yang benar</p>	<p>Pertimbangkan jaringan yang rentan saat berlatih, misalnya pada <i>rotator cuff</i> dengan pengangkatan di atas kepala</p> <p>Hati-hati dengan <i>bending</i> atau <i>twisting trunk</i> untuk pasien dengan BMD tulang belakang rendah</p>
Latihan Keseimbangan	<p>30 menit, 4x/minggu</p> <p>Contohnya: <i>weight shifting, single leg balance, turning and stepping on and over objects</i></p>	<p>Harus progresif, menantang dan diawasi</p>	<p>Mulailah dengan keseimbangan statis dan lanjutkan ke keseimbangan dinamis untuk pasien dengan gangguan keseimbangan atau dengan risiko patah tulang yang tinggi</p>

Latihan Aerobik	30-60 menit, dapat dilakukan dalam 1 sesi atau dipecah dalam beberapa sesi setidaknya 10 menit setiap sesi, 3-5x/minggu sesuai dengan kemampuan	Latihan aerobik seperti berenang, bersepeda, aktivitas air dan latihan <i>non weight bearing</i> lainnya lebih direkomendasikan	Hindari latihan <i>high-impact</i> atau <i>high-contact</i> karena dapat menyebabkan <i>overload</i> pada tulang dan meningkatkan risiko jatuh. Mulai latihan dari posisi yang stabil dan awasi respon tubuh sebelum melanjutkan latihan
-----------------	---	---	--

c) Terapi Latihan Fisik dan Rehabilitasi Pascafraktur Osteoporosis

(1) Terapi Latihan Fisik Pascafraktur Osteoporosis

Selama dua bulan fase akut, latihan rehabilitasi harus dihindari seperti *muscle strengthening exercises* dan fokus kepada latihan *relaxing*, melatih mobilitas sendi, dan latihan pernapasan. Fase rehabilitasi dimulai saat awal penggunaan korset dan saat pelepasan korset. Program rehabilitasi meliputi *back-extensor muscle strengthening exercises*, *postural retraining exercises*, *ergonomic*, dan *balance increasing exercises*. *Vertebral stabilization exercises*, *balance training stretching*, and *relaxing techniques* berguna untuk mengurangi nyeri kronis dan disabilitas akibat fraktur vertebra.

(2) Orthosis tulang belakang (*brace*)

Orthosis umumnya bermanfaat pada penggunaan jangka pendek. Penggunaan jangka panjang kurang dianjurkan, kecuali terdapat keadaan dimana pasien merasa terbantu dalam melakukan

aktivitas sehari-hari, maupun dalam melakukan aktivitas fungsional dan mengurangi gejala nyeri. Penggunaan orthosis bertujuan untuk membantu pasien melakukan mobilisasi, tetapi harus memperhatikan faktor kepatuhan pasien.

(a) Indikasi

Indikasi penggunaan orthosis tulang belakang adalah:

- Trauma spinal
- *Low back pain*
- Fraktur kompresi Osteoporosis
- *Neck pain*
- Spondylolisis dan spondylolisthesis

Pasien tidak perlu menggunakan korset saat tidur atau dalam posisi terlentang, cukup digunakan pada saat tegak berdiri atau berjalan. Pemakaian korset direkomendasikan selama 8-12 minggu tergantung ketinggian dan tingkat keparahan dari fraktur kompresi, agar stabilisasi fraktur terjaga.

(b) Jenis orthosis

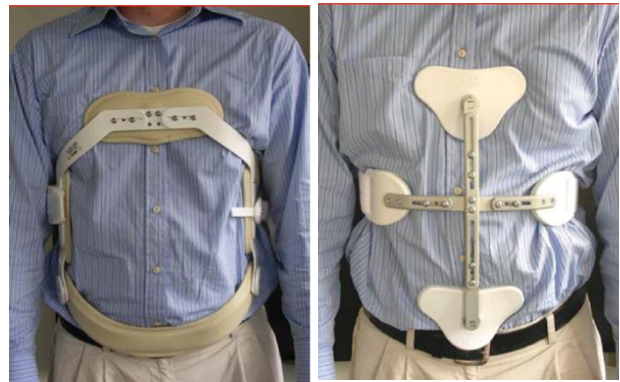
Jenis – jenis orthosis tulang belakang:

- *Thoracolumbosacral Orthosis* (TLSO)

Orthois ini digunakan pada fraktur kompresi pada VTh6 – VL4.



Gambar 3.5
Thoracolumbosacral Orthosis



Gambar 3.6
TLSO – Cruciform Anterior Spinal
Hyperextension (*Cash Brace*)



Gambar 3.7
TLSO – Dorsal Lumbar Corset

- *Thoracolumbar Hyperextension Orthosis (TLHSO)*

Orthosis ini digunakan pada fraktur kompresi VTh10- VL2.

- *Lumbosacral Orthosis (LSO)*



Gambar 3.8 Lumbosacral Orthosis

Orthosis ini digunakan pada fraktur kompresi VL4-5 dan VL5-VS1.

(c) Alat Bantu Berjalan

Untuk membantu pasien melakukan ambulasi, menjaga keseimbangan khususnya karena adanya kerentanan (*frailty*) yang

terjadi seiring penuaan pada pasien usia lanjut, mengangkat dan menjangkau benda, maka pada pasien dapat diberikan alat bantu berjalan contohnya seperti *cane*, *walker*, *crutches*, *wheelchair*. Selain itu, masih terdapat alat bantu lainnya seperti:

- *Cast*
- *Splint*
- *Oxymetri*

d) Hal-Hal yang Harus Diperhatikan Saat Memberikan Terapi Latihan Fisik

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian program latihan fisik adalah:

- (1) Manfaat latihan fisik terhadap kepadatan massa tulang bersifat spesifik untuk bagian tubuh yang dilatih (*area specific*). Oleh karena itu, latihan fisik perlu diberikan untuk menargetkan seluruh area tubuh yang membutuhkan perhatian khusus.
- (2) Berhati-hati dalam melakukan gerakan memutar atau menekuk batang tubuh, terutama saat perpindahan antar gerakan, saat melakukan latihan menggunakan beban, saat melakukan gerakan yang menantang kemampuan keseimbangan, atau saat melakukan aktivitas di luar ruangan pada kondisi yang licin.
- (3) Intensitas dan bentuk latihan yang diberikan harus disesuaikan juga dengan kondisi dan kemampuan tiap individu.
- (4) Pada individu yang belum pernah melakukan latihan fisik sama sekali, pada awal program, latihan fisik dapat diberikan dengan intensitas atau durasi yang lebih rendah daripada yang dianjurkan.
- (5) Pada individu yang renta (*frail*), pemberian latihan daya tahan jantung-paru yang bersifat melawan gravitasi (*weight-bearing*) dapat ditunda setelah suatu periode latihan kekuatan otot dengan tujuan

membangun kekuatan otot yang cukup untuk melakukan latihan yang bersifat melawan gravitasi (*weight-bearing*).

- (6) Waspadai risiko jatuh saat pasien melakukan seluruh program latihan, terutama latihan keseimbangan.
- (7) Dalam merancang program latihan fisik yang sesuai, perhatikan juga anjuran aktivitas fisik yang berlaku secara umum untuk dewasa maupun lanjut usia.

Aktivitas fisik yang dapat menyebabkan cedera pada Osteoporosis:

- (1) lompat tali/trampolin
- (2) menunggang kuda, ski
- (3) berlari
- (4) *golf, bowling, tennis*

Beberapa postur yang harus dihindari pada pasien dengan fragilitas tulang:

- (1) Membungkuk, dengan kepala ke depan, badan membungkuk, dan pinggul diposisikan di depan pusat gravitasi.
 - (a) Modifikasi: Dukung punggung sambil duduk untuk menjaga postur tubuh sejajar dengan kepala dalam posisi netral.
 - (b) Modifikasi: Ubah periode berdiri atau duduk lama dengan 5-10 menit berjalan atau berbaring terlentang.
- (2) Mengangkat suatu benda dengan cara membungkukkan tulang belakang dengan kaki yang lurus.
 - (a) Modifikasi: Tekuk lutut dan pinggul bukan tulang belakang, berdiri dekat dengan beban saat membungkuk, pegang beban dekat dengan tubuh.
 - (b) Modifikasi: Gunakan alat bantu untuk mengangkat benda ringan, melangkah maju

dengan punggung lurus dan lutut ditekuk ke bawah tubuh.

(3) Menyedot debu dengan badan dan kaki yang diputar, mendorong dan menarik dengan tangan terulur penuh, membungkuk dan memutar di pinggang.

(a) Modifikasi: Melangkah untuk berbelok sehingga kaki depan, batang tubuh, dan lengan yang dijulurkan menghadap ke arah yang sama.

(b) Modifikasi: Menggeser beban dari depan kaki ke belakang dengan punggung lurus untuk menggerakkan vakum bolak-balik.

e) Pemantauan dan Evaluasi pada Pemberian Terapi Latihan Fisik

(1) Pemantauan Hasil Terapi Latihan Fisik

Hasil yang diperoleh dari pemberian terapi latihan fisik dapat dipantau dengan melakukan pemeriksaan kebugaran fisik setelah suatu periode tertentu. Namun hingga saat ini belum ada panduan mengenai rangkaian pemeriksaan kebugaran fisik yang spesifik bagi pasien dengan Osteoporosis. Pemilihan jenis pemeriksaan kebugaran fisik yang dilakukan pada pasien dengan Osteoporosis dapat dilakukan sesuai dengan usia dan kondisi pasien, serta dengan tetap memperhatikan hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemberian program latihan fisik seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Rekomendasi BHOF (*Bone Health dan Osteoporosis Foundation*) untuk kuantitas latihan fisik orang dengan Osteoporosis dan Osteopenia:

(a) Latihan kekuatan otot: 30 menit per hari yang dapat dilakukan dalam 1 sesi atau dibagi dalam beberapa sesi dalam 1 hari, (beban diberikan sedikit lebih berat dibanding beban sehari-hari) dengan frekuensi 2-3x per

minggu, dapat dilakukan seluruh tubuh atau per bagian tubuh per hari.

- (b) Latihan keseimbangan, postur dan fungsional: Setiap hari atau sesering yang diperlukan. Berfokus pada area yang membutuhkan terlebih dahulu: Jika pasien pernah jatuh, latihan keseimbangan harus lebih diutamakan. Jika pasien hiperkifosis, fokus harus pada latihan postur. Jika pasien memiliki kesulitan untuk menaiki tangga atau berdiri dari posisi duduk, maka difokuskan pada latihan fungsional. Latihan ini dapat dilakukan dalam 1 sesi atau dibagi dalam beberapa sesi per hari.

(2) Evaluasi Hasil Terapi Latihan Fisik

Evaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan anjuran latihan fisik meliputi:

(a) Faktor kemampuan (*capability*)

- Adanya gejala-gejala penyakit yang menghalangi partisipasi pasien dalam aktivitas dan latihan fisik.
- Kurangnya pengetahuan pasien mengenai latihan fisik.
- Rendahnya rasa kepercayaan terhadap kemampuan diri dalam melakukan latihan.

(b) Faktor kesempatan (*opportunity*)

- Kemudahan akses terhadap program latihan yang sesuai dengan kebutuhan dan minat pasien
- Terbatasnya sumber daya dan waktu
- Minat dan nilai-nilai yang dianut pasien mengenai aktivitas fisik.

(c) Faktor motivasi

- Adanya manfaat positif yang dapat diperoleh dari latihan fisik

- Kekhawatiran terhadap terjadinya fraktur
- Kepercayaan terhadap pihak pemberi program Latihan

4) Tata Laksana Bedah

Tata laksana bedah diperlukan pada kasus-kasus Osteoporosis yang disertai dengan fraktur. Pasien dengan Osteoporosis umumnya mengalami fraktur akibat cedera dengan energi rendah, misalnya jatuh terduduk atau jatuh dengan bertumpu pada ekstremitas. Adanya nyeri, deformitas, dan gangguan fungsi dapat mengarahkan kemungkinan terjadinya fraktur.

Pertolongan pertama yang dapat diberikan pada pasien adalah imobilisasi daerah yang fraktur untuk mengurangi nyeri dan mencegah pergeseran segmen fraktur. Sebelum dilakukan pemeriksaan penunjang, perlu dilakukan mobilisasi untuk mencegah cedera lebih lanjut. Evaluasi fraktur disertai dengan evaluasi kondisi pasien secara komprehensif, terutama untuk menemukan komorbid dan terapi yang telah dilakukan sebelumnya.

Tujuan utama dari penatalaksanaan fraktur adalah untuk mengurangi nyeri, mendapatkan dan mempertahankan posisi fragmen fraktur yang optimal, memungkinkan proses penyembuhan tulang yang baik, dan mengembalikan fungsi yang optimal.

Manajemen kasus fraktur bergantung pada tipe fraktur yang dialami pasien mengingat tiap jenis dan lokasi fraktur dapat memiliki penanganan yang bervariasi. Prinsip tatalaksana beberapa tipe fraktur yang dapat ditangani secara konservatif sebagai berikut:

- a) Periode istirahat yang dibatasi mengingat periode tirah baring (*bed-rest*) yang berkepanjangan dapat mengakibatkan peningkatan Osteoporosis, kelemahan otot, dan kekakuan sendi.
- b) Pada kasus fraktur tulang belakang non-traumatik, penggunaan kalsitonin nasal dengan dosis harian 200

IU dapat mengurangi nyeri dan mempercepat mobilisasi pasien.

- c) Penggunaan *bracing* atau *orthosis* dapat digunakan pada fase akut, untuk mengurangi nyeri dan meningkatkan proses penyembuhan tulang dengan menstabilisasi tulang.
- d) Terapi medikamentosa sebagai tatalaksana Osteoporosis tetap dilanjutkan dalam proses ini, disertai dengan suplementasi kalsium dan vitamin D untuk pemulihan fraktur. Evaluasi kepatuhan terhadap pengobatan perlu dilakukan terutama pada pasien fraktur yang sebelumnya telah menjalani pengobatan dengan regimen antiOsteoporosis (contoh bisfosfonat), dan berikutnya dapat digantikan dengan regimen lain (*zolendronic acid* atau *denosumab*).

Prinsip tata laksana untuk fraktur Osteoporosis yang sering terjadi adalah sebagai berikut:

- a) Fraktur proksimal humerus

Protokol untuk Fractura Humerus Proksimal pada Pasien Osteoporosis

- (1) Evaluasi Pasien

Dapatkan riwayat pasien secara detail, termasuk mekanisme cedera, riwayat medis sebelumnya, obat-obatan yang sedang dikonsumsi, dan informasi lain yang relevan. Lakukan pemeriksaan fisik yang menyeluruh untuk menilai luasnya cedera dan mengidentifikasi cedera atau kondisi medis lain yang terkait.

Pemeriksaan laboratoris seperti elektrolit serum, test fungsi hati dan ginjal, albumin, calcium, 25-hydroxy vitamin D, TSH disesuaikan dengan kondisi pasien sesuai dengan anamnesis dan pemeriksaan fisik yang mendukung. Dapatkan studi radiologi, termasuk radiografi dan CT scan, untuk memastikan diagnosa dan menilai pola fraktur. Penilaian Osteoporosis dapat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan kepadatan massa

tulang menggunakan metoda DXA bila memungkinkan, terutama bila tidak ada data dalam 12 bulan terakhir.

Penilaian Osteoporosis sederhana pada proximal humerus dapat dilakukan dengan menggunakan ronsen bahu proyeksi AP menggunakan Teknik yang di ajukan oleh Tingart. Ketebalan kortikal diukur pada (1) tingkat paling proksimal dari diafisis humerus di mana batas endosteal korteks lateral dan medial sejajar satu sama lain dan (2) 20 mm distal ke tingkat 1 (Gbr. 1). Ketebalan kortikal gabungan dihitung sebagai rata-rata ketebalan kortikal medial dan lateral pada 2 tingkat dan disesuaikan dengan faktor pembesaran radiografi.



Gambar 3.9 Cara mengukur ketebalan korteks humerus

(2) Manajemen Awal

Berikan pengelolaan nyeri sesuai kebutuhan, termasuk analgetik intravena atau oral, blok saraf, atau modalitas lain. Imobilisasi lengan yang terkena cedera dengan bantal atau splint untuk mengurangi rasa sakit dan meminimalkan risiko cedera lebih lanjut.

(3) Intervensi Bedah

Pertimbangkan intervensi bedah jika fraktur bergeser, terangulasikan, atau tidak stabil, atau jika pasien tidak dapat menggunakan lengan yang terkena cedera karena nyeri.

Pilih prosedur bedah yang sesuai berdasarkan pola fraktur, usia pasien, riwayat medis, dan tujuan fungsional. Pilihan dapat meliputi reduksi terbuka dan fiksasi internal, hemiarthroplasti, atau artroplasti bahu total Anatomical atau *Reverse shoulder arthroplasty*).

Perlu dilakukan beberapa Tindakan tambahan pada saat melakukan fiksasi internal pada tulang Osteoporosis di proximal humerus. Tindakan ini berupa:

- (a) Menggunakan implant tipe locking plate
- (b) Menambahkan graft fibulaintrameduller
- (c) Menambahkan sement calcium fosfat atau sulfat
- (d) Menambahkan bone graft dari kristailiaka

Berikan antibiotik preoperatif untuk mengurangi risiko infeksi. Lakukan prosedur bedah dengan anestesi umum atau anestesi regional, sesuai indikasi. Berikan pengelolaan nyeri pasca operasi dan imobilisasi lengan yang terkena cedera sesuai kebutuhan.

(4) Rehabilitasi

Mulai dilakukan program rehabilitasi medik secepat mungkin setelah bedah untuk mempromosikan penyembuhan dan meningkatkan rentang gerak, kekuatan, dan fungsionalitas. Pantau kemajuan pasien dan modifikasi program rehabilitasi sesuai kebutuhan untuk memaksimalkan hasil. Edukasi pasien tentang pentingnya kesehatan tulang dan mencegah jatuh, dan pertimbangkan memberikan obat anti Osteoporosis jika indikasi.

b) Fraktur distal radius

Tujuan utama dari tatalaksana fraktur Osteoporosis pada distal radius adalah mengembalikan fungsi tangan dan pergelangan tangan seoptimal mungkin, mendekati fungsi sebelum terjadinya fraktur. Untuk

mencapai tujuan ini, dapat dilakukan tatalaksana yang terbagi menjadi tatalaksana konservatif dan tatalaksana pembedahan.

(1) Tata Laksana Konservatif

Sebagian besar fraktur distal radius pada tulang yang mengalami Osteoporosis tidak memerlukan pembedahan. Tatalaksana konservatif dengan prosedur reduksi tertutup dan pemasangan gips (*short arm cast* ataupun *long arm cast*) dapat dilakukan dengan indikasi sebagai berikut:

- (a) Fraktur tanpa pergeseran tulang (*nondisplaced fracture*) atau dengan pergeseran yang minimal (*minimally displaced fracture*) yang memenuhi kriteria *acceptable alignment* pada pemeriksaan radiologi konvensional, yaitu: *radial inclination*: $>15^\circ$, *ulnar variance*: 0-(-4) mm, *dorsal tilt*: $<10-15^\circ$, *joint step off*: <2 mm.
- (b) Pasien dengan tingkat aktivitas yang minimal sebelum mengalami fraktur baik pasien geriatri maupun non-geriatri
- (c) Pasien dengan komorbiditas penyakit lain yang tidak memungkinkan pasien untuk dilakukan tatalaksana pembedahan

Setelah dilakukan reduksi tertutup dan pemasangan gips, dilakukan evaluasi pada kondisi gips setiap satu minggu. Apabila kondisi gips kendur maka dilakukan evaluasi X-Ray untuk menilai apakah ada pergeseran tulang. Jika tidak ada pergeseran tulang maka gips cukup diganti dengan melakukan pemasangan ulang dengan kondisi yang tidak kendur. Jika terdapat pergeseran tulang maka, Tindakan reduksi tertutup dan pemasangan gips harus dilakukan kembali. Jika gagal mencapai *acceptable alignment* maka tatalaksana pembedahan dapat menjadi pilihan tatalaksana. Pemasangan gips dalam

tatalaksana konservatif ini dipertahankan selama 4-5 minggu.

(2) Tata Laksana Pembedahan

Indikasi tatalaksana pembedahan pada fraktur Osteoporosis distal radius adalah:

- (a) Mekanisme cedera energi tinggi yang ditandai dengan fragmen fraktur yang kominutif berat
- (b) Fraktur terbuka distal radius
- (c) Fraktur dengan cedera saraf dan/atau cedera vascular
- (d) Fraktur distal radius tipe tidak stabil (*volar/dorsal barton fracture, die punch fracture*)
- (e) Fraktur yang tidak memenuhi indikasi untuk dilakukan tatalaksana konservatif
- (f) Tata laksana konservatif yang tidak memenuhi kriteria *acceptable alignment*

Tata laksana pembedahan dapat dilakukan dengan Teknik reduksi terbuka maupun tertutup. Fiksasi terhadap fraktur dapat menggunakan implant internal dan atau eksternal. Tatalaksana pembedahan pada fraktur Osteoporosis distal radius antara lain: *closed reduction external fixation, percutaneous K-wire fixation, ORIF using volar/dorsal plating, dorsal bridging plate*. Fraktur dengan fragmen yang kominutif dan terdapat hilangnya masa tulang dapat diberikan tandur tulang pada saat tatalaksana pembedahan.

(3) Tata Laksana Rehabilitasi

Baik tatalaksana konservatif maupun tatalaksana pembedahan, fraktur Osteoporosis pada distal radius harus selalu diikuti dengan tatalaksana rehabilitasi medik yang baik. Tatalaksana rehabilitasi medik dilakukan bertahap, mencakup latihan lingkup gerak sendi (LGS) secara aktif maupun pasif, dilanjutkan dengan latihan kekuatan otot.

- c) Fraktur tulang belakang
- (1) Fraktur tulang belakang akibat Osteoporosis umumnya ditangani secara non operatif sesuai dengan manajemen fraktur Osteoporosis secara umum di atas. Kasus yang memerlukan tatalaksana bedah dapat ditentukan dengan beratnya kasus fraktur tersebut.

Klasifikasi fraktur Osteoporosis dengan sistem penilaian komprehensif dapat diterapkan untuk setiap kasus fraktur Osteoporosis pada tulang belakang sebagai langkah pertama dalam melakukan pemeriksaan. *Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma* membuat tuntunan sistem penilaian tersebut menggunakan penilaian radiologi dari x-ray sampai MRI.

Tabel 3.17 Terminologi pada sistem penilaian
Osteoporotic Fracture

<i>Osteoporotic fracture</i>	keterangan	Pilihan tatalaksana
1	Tidak ada perubahan bentuk. Tidak ada edema intraosseus (MRI)	Non bedah: Analgetik, intervensi nyeri, <i>trunk stabilizing physiotherapy</i> , terapi fisik lokal. Jika nyeri berlanjut dalam jangka waktu 6 minggu tatalaksana non bedah dapat dilakukan augmentasi semen.

2	Perubahan bentuk tanpa atau dengan keterlibatan minimal dinding posterior	Non bedah: Analgetik, intervensi nyeri, <i>trunk stabilizing physiotherapy</i> , terapi fisik lokal, orthosis. Jika nyeri berlanjut dalam jangka waktu 6 minggu tatalaksana non surgikal dapat dilakukan augmentasi semen.
3	Perubahan bentuk dengan keterlibatan nyata dinding posterior tulang belakang	Bedah: Instrumentasi posterior dengan opsi augmentasi semen. Pada pasien yang dapat bergerak tanpa proses fraktur berkelanjutan dapat dilakukan augmentasi semen saja.
4	Tulang belakang kehilangan bentuk strukturnya, corpus vertebra kolaps	Bedah Insrumentasi posterior dengan augmentasi semen di tempat fraktur, <i>long-segment posterior instrumentation</i>

		pada kasus multipel fraktur, instrumentasi posteior dengan rekonstruksi anterior jika terdapat <i>pincer type fracture</i>
5	Cedera distraksi atau rotasi	Bedah <i>long-segment posterior instrumentation</i>

Pilihan tatalaksana intervensi dan bedah pada fraktur Osteoporosis tulang belakang antara lain:

(a) Intervensi nyeri:

Strategi pada kasus akut untuk menangani nyeri punggung bawah pada fraktur Osteoporosis tulang belakang dapat dilakukan dengan *spinal nerve block* yang efektif dalam 2 minggu.

(b) Pembedahan

Intervensi pembedahan pada umumnya dilakukan terhadap pasien yang tidak respon terhadap terapi medikamentosa atau nyeri yang terus menerus dan VAS >3, pasien dengan defisit neurologis, adanya retropulsion dari *bony fragment* yang signifikan dan adanya *kypothic instability*. Selain itu, pada pasien dengan nyeri akut dan subakut pada kasus fraktur kompresi vertebra yang tidak dapat mengonsumsi obat atau mengalami efek sedasi, konstipasi atau delirium yang tidak dapat ditoleransi dari terapi tersebut, disarankan untuk dilakukan intervensi pembedahan daripada tatalaksana medikamentosa.

(c) Modalitas Pembedahan

Terdapat beberapa pilihan perawatan pembedahan perkutaneus osteoplasty yaitu vesselplasty, vertebroplasti, kifoplasti, VEX-3000, *Sky bone expander*, *arcuplasty* dan *system Optimesh* yang merupakan pembedahan minimal invasif.

Pada tindakan *perkutaneus osteoplasty*, tindakan *vesselplasti*, *kifoplasti*, VEX-3000 dan *Sky bone expander* dapat mengembalikan tinggi dari korpus tulang belakang sedangkan *vertebroplasty*, *Optimesh* dan *Arcuplasti* tidak dapat mengembalikan tinggi korpus tulang belakang.

Vesselplasti dapat dilakukan dengan melakukan bor presisi ke dalam korpus tulang belakang dan memastikan ujungnya tidak melampaui anterior korpus kemudian memasukkan semen dengan pengawasan melalui fluoroskopi. Terkadang sebagian dari semen meresap ke tulang sekitarnya yang dapat meningkatkan stabilitas.



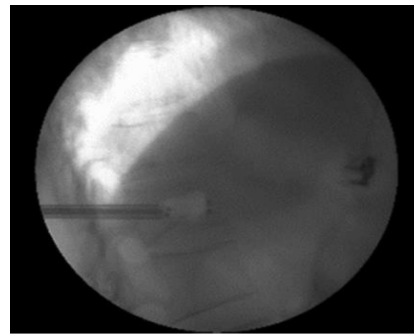
Gambar 3.10 Fraktur tulang belakang lumbal 2, sebelum vesselplasti.



Gambar 3.11 Fraktur tulang belakang lumbal 2, setelah vesselplasti.

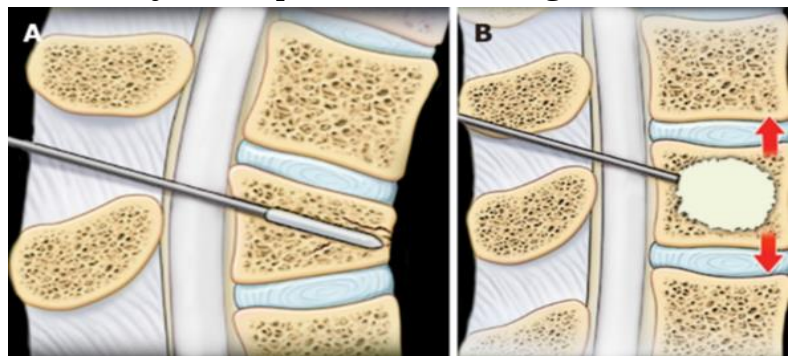
Vertebroplasti dengan melakukan injeksi menggunakan semen seperti *polymethylmethacrylate*, di masukkan langsung ke tulang belakang yang fraktur untuk mengurangi nyeri dan stabilisasi dari fraktur.

Tindakan kifoplasti dengan mengembungkan balon di tulang belakang yang dilanjutkan dengan menyuntikkan semen ke dalam rongga tulang belakang yang mengalami fraktur untuk mengembalikan tinggi korpus tulang belakang.



Gambar 3.12

Balon kifoplasti - pencitraan pada intraoperative setelah balon dikempiskan menunjukkan pepadatan tulang cancellous.



Gambar 3.13

A : Kifoplasti dengan memasukkan balon ke dalam korpus tulang belakang pada fraktur kompresi;

B: Mengembungkan balon untuk mengurangi retakan dan menyuntikkan semen ke dalam rongga untuk memperbaiki fraktur.

Intervensi pembedahan lainnya termasuk dekompresi disertai dengan implantasi *screw* dan fiksasi vertebra. Dekompresi diindikasikan pada pasien yang mengalami defisit neurologis dikarenakan adanya kompresi neural.

Pada beberapa kasus fraktur kompresi tulang belakang Osteoporosis dapat dilakukan pembedahan dengan pendekatan perkutaneus sehingga mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh pembedahan terbuka. Teknik fiksasi perkutaneus ini dilakukan dengan menggunakan fluoroskopi AP dan lateral. Teknik perkutaneus ini juga dapat dikombinasi misalnya fiksasi posterior dan sementoplasti.



Gambar 3.14 Kombinasi teknik perkutaneus – fiksasi posterior dan sementoplasti.

d) Fraktur sekitar panggul dan lutut

Fraktur patologis sekitar panggul dan lutut akibat Osteoporosis dapat ditangani baik secara konservatif (non operatif) maupun secara operatif. Pengambilan keputusan tatalaksana fraktur tersebut dilakukan berdasarkan tipe dan lokasi fraktur, kondisi umum pasien, serta derajat dari Osteoporosis yang dialami oleh pasien sendiri.

Tatalaksana fraktur patologis sekitar panggul akibat Osteoporosis secara garis besar serupa dengan fraktur panggul pada umumnya, mengingat sebagian besar fraktur panggul sendiri disebabkan oleh Osteoporosis

dan terjadi pada kelompok usia lanjut. Tindakan operatif merupakan pilihan utama untuk fraktur panggul karena dapat mempercepat program rehabilitasi dan mobilisasi pasien sehingga dapat mengurangi angka morbiditas dan mortalitas pasien fraktur panggul. Namun, pada beberapa kasus yang tidak umum, terapi konservatif dapat diberikan, misalnya pada pasien dengan kondisi kesehatan umum yang kurang bagus atau sangat lemah yang tidak mungkin untuk dilakukan tindakan bedah. Keterbatasan modalitas imobilisasi nonoperatif pada fraktur panggul mengakibatkan kecenderungan untuk melakukan tatalaksana operatif pada pasien dengan fraktur patologis di sekitar panggul.

Fraktur leher femur dan *intertrochanter* memiliki frekuensi kejadian yang sama dan angka kejadian kedua lokasi fraktur tersebut 90% dari kasus fraktur panggul. Fraktur subtrochanteric terjadi tepat di bawah lesser trochanter dengan angka kejadian 5-10% dari seluruh fraktur panggul. Target tata laksana untuk semua pasien fraktur panggul adalah mengembalikan mobilitas pasien ke level maksimum secepat mungkin tanpa rasa nyeri, mengetahui risiko jatuh, dan melakukan skrining dan memberikan tata laksana penyakit tulang yang mendasari dengan tepat.

Fraktur patologis sekitar lutut akibat Osteoporosis sendiri memiliki prevalensi yang lebih sedikit dibandingkan dengan panggul. Namun fraktur ini apabila terjadi juga dapat memberikan tingkat morbiditas yang tinggi terhadap pasien. Prinsip tatalaksana serupa juga diberlakukan untuk fraktur patologis di sekitar lutut akibat Osteoporosis dengan mengedepankan mobilisasi dini untuk pemulihan kondisi pasien. Hal pembeda dengan fraktur pada panggul adalah tersedianya modalitas imobilisasi seperti gips dan orthosis yang dapat digunakan pada fraktur di sekitar lutut dengan fragmen fraktur dengan

pergeseran minimal atau tidak bergeser. Namun untuk fraktur dengan pola fraktur yang tidak stabil, tindakan operatif lebih diindikasikan untuk mendapatkan stabilitas yang lebih baik.

Terapi non operatif dapat dikerjakan pada fraktur tibia dengan pergeseran minimal setelah reduksi fraktur, yaitu pemendekan <1 cm, rotasi dan angulasi <5-10 derajat. Selain itu pada pasien dengan risiko operasi tinggi sebaiknya dilakukan terapi non operatif. Pada fraktur terbuka, pergeseran fragmen fraktur yang jauh, atau pada kegagalan reduksi fragmen fraktur, lebih disarankan untuk melakukan terapi operatif. Terapi non operatif pada fraktur tibia adalah pemasangan long leg cast dengan sendi lutut sedikit fleksi. Setelah fragmen fraktur menyambung secara klinis (*clinical union*), fiksasi dapat diganti ke patellar tendon *bearing cast* sebatas lutut sampai tulang menempel secara radiologis. Pemasangan *long leg cast* dilakukan pada fraktur diafisis dan tibia proksimal, sementara pada fraktur tibia distal pada sendi pergelangan kaki cukup digunakan *short leg cast*.

- (1) Modalitas tatalaksana operasi untuk fraktur patologis sekitar panggul dan lutut karena Osteoporosis

Terapi operatif juga dapat bersifat sementara maupun definitif. Terapi sementara yaitu pemasangan fiksasi yang kemudian dikonversi ke jenis fiksasi lain, misalnya pemasangan fiksasi eksterna. Terapi definitif yaitu pemasangan fiksasi yang dipertahankan hingga penyembuhan tulang selesai, dapat berupa *screw, plate and screw, nail*, atau *fixed angle device* lainnya.

Prinsip reduksi dan fiksasi pada fraktur patologis sekitar panggul dan lutut bergantung pada lokasi fraktur yang terjadi. Pada fraktur intertrochanter atau subtrochanter, prinsip reduksi yang digunakan yaitu memperbaiki panjang, poros, dan

rotasi tulang (*length, axis, rotation*), sementara fiksasi umumnya bersifat stabilitas relatif (*relative stability*) mengingat kompleksitas pada fraktur Osteoporosis. Pada fraktur artikular sekitar panggul atau leher femur, tingkat penyambungan tulang sangat kecil, sehingga diperlukan modalitas lain untuk tatalaksana pasien, yakni melalui metode *arthroplasty* atau penggantian sendi yang dapat dilakukan baik secara parsial ataupun total. Untuk fraktur artikular sekitar lutut, prinsip fiksasi secara absolut (*absolute stability*) merupakan pilihan utama selama derajat kominusi tidak terlalu parah. Apabila pola fraktur dinilai terlalu kominutif, tatalaksana dengan metode *arthroplasty* atau penggantian sendi lutut dapat dilakukan.

Berikut akan dijelaskan beberapa pilihan tata laksana operatif pada fraktur patologis sekitar panggul beserta aspek-aspek khusus yang perlu diperhatikan dalam pemilihan modalitas tata laksana operatif Modalitas tersebut yaitu fiksasi eksterna, *plate and screw, nail, arthroplasty* dan *fixed angle device* lainnya.

(a) Fiksasi Eksterna

Fiksasi eksterna digunakan sebagai terapi sementara sebelum pasien mendapatkan terapi definitif, misalnya pada fraktur terbuka yang terkontaminasi, fraktur dengan kerusakan jaringan lunak yang luas, atau pada *damage control surgery*. Fiksasi eksterna dapat digunakan sebagai terapi definitif bila tidak memungkinkan dilakukan konversi ke fiksasi interna, misalnya pasien dengan perawatan intensif jangka panjang atau kerusakan jaringan lunak yang luas.

Keuntungan fiksasi eksterna yaitu durasi waktu operasi relatif singkat dengan

kerusakan jaringan minimal. Kekurangannya yaitu stabilitas kurang dibanding fiksasi interna, alat yang menonjol sehingga mengganggu fungsi gerak normal, dapat mengganggu prosedur rekonstruksi jaringan lunak, risiko *pin-track infection*, dan risiko *nonunion/malunion* yang lebih tinggi bila digunakan untuk terapi definitif. Penggunaan fiksasi eksterna pada fraktur sekitar sendi berupa fiksasi eksterna *joint spanning* hanya disarankan sebagai terapi sementara.

(b) *Plate and screw*

Plate and screw dapat digunakan pada fraktur patologis sekitar lutut dan panggul. Keuntungan pemasangan *plate* yaitu instrument yang digunakan relatif sederhana, meski ada risiko kerusakan jaringan lunak yang lebih besar. *Plate and screw* menjadi pilihan di fraktur sekitar panggul bila intra medullary nailing tidak dapat dilakukan terhadap pasien akibat keterbatasan fasilitas seperti reduksi tidak langsung tidak mungkin dilakukan, image intensifier tidak tersedia, kehamilan dini (sampai 12 minggu kehamilan) karena risiko paparan radiasi, atau pasien politrauma dengan trauma dada. Pada pasien dengan osteomyelitis dan kerusakan jaringan lunak yang luas sebaiknya dihindari penggunaan *plate and screw*. Pada pasien dengan Osteoporosis disarankan menggunakan *locking plate* untuk mendapatkan cengkraman yang lebih baik terhadap tulang yang keropos. Penggunaan *locking plate* terutama digunakan pada fraktur articular baik femur proksimal maupun distal untuk meningkatkan stabilitas fiksasi dan mencegah deformitas angulasi.

Di sisi lain, *plate* dan *screw* merupakan modalitas utama untuk tatalaksana fraktur patologis sekitar lutut akibat Osteoporosis mengingat prinsip stabilitas absolut yang perlu dicapai pada fraktur articular. Pada fraktur artikular prinsip yang digunakan yaitu reduksi anatomis dan stabilitas absolut. Jenis dan konfigurasi *plate and screw* disesuaikan dengan kebutuhan fiksasi. Selain *plate* standar terdapat berbagai pilihan *plate* anatomis untuk tibia proksimal dan distal femur. Pada fraktur spiral atau oblik dapat dipasang *lag screw* dan *protection plate* sementara pada fraktur transversal dipasang *compression plate*. Pada fraktur kominusi disarankan menggunakan *bridging plate* dengan pendekatan minimal invasif menggunakan *image intensifier* bila fasilitas memungkinkan. Penggunaan *locking plates* disarankan pada pasien dengan Osteoporosis untuk meningkatkan stabilitas fiksasi.

(c) *Cephalomedullary nail*

Cephalomedullary nail merupakan pilihan utama untuk fiksasi fraktur femur proksimal dengan Osteoporosis. Secara mekanik merupakan fiksasi yang paling kuat karena bersifat *load sharing* sehingga memungkinkan mobilisasi dini. Indikasi tindakan ini adalah semua pasien dengan fraktur femur proksimal dengan Osteoporosis kecuali yang kondisinya tidak memungkinkan operasi. *Intra medullary nail* tidak disarankan pada pasien politrauma yang keadaannya tidak stabil, tidak tersedianya pencitraan intensifier, fraktur periprostetik, osteomyelitis, oklusi kanal medula, dan fraktur terbuka Gustilo tipe IIIC. Pada fraktur intertrochanter,

digunakan cephalo-medullary nail, yaitu nail yang relatif lebih pendek dengan bolt proksimal yang mengarah ke caput femur. Luaran klinis pada penggunaan *cephalo-medullary nail* lebih baik dari jenis fiksasi lainnya.

(d) *Fixed-angle Device* lainnya

Terdapat beberapa implan khusus yang dapat dipilih untuk fraktur artikular berupa *fixed-angle device*, yaitu *angled blade plate* atau *sliding hip/condylar screw*. Penggunaan *fixed-angle device* pada femur proksimal dapat digunakan untuk fraktur intertrochanter, dan subtrochanter. Penggunaan *fixed-angle device* ditujukan untuk mencegah deformitas angulasi pada daerah artikular. Penggunaan *locking plates* dengan *locking screws* juga dapat dikategorikan sebagai *fixed-angle device*.

(e) *Arthroplasty*

Pada pasien dengan fraktur artikular femur proksimal yang berusia tua, disertai fraktur kominusi atau tidak stabil, tulang yang porotik, dan sudah terjadi osteoarthritis pada sendi panggulnya dapat dipilih *arthroplasty*, baik parsial (*hemiarthroplasty*) atau total. Keuntungan *hemiarthroplasty* yaitu dapat dikerjakan lebih singkat, relatif lebih murah dan memiliki risiko dislokasi lebih rendah daripada total *arthroplasty*, namun dapat menyebabkan rasa sakit dan erosi asetabulum, sehingga mungkin memerlukan operasi revisi di kemudian hari. Pilihan jenis fiksasi baik *uncemented stems* atau *cemented stems* dapat dipilih sesuai dengan indikasi. Pada pasien yang lebih tua dan tulangnya lebih porotik umumnya digunakan *cemented*

stems. Berbagai pilihan modalitas terapi operatif di atas sebaiknya disesuaikan dengan tipe fraktur, kemampuan operator, dan fasilitas RS tempat operator bekerja. Selain itu pertimbangan masalah biaya juga dapat mempengaruhi pilihan terapi dan implan yang digunakan.

Pada pasien dengan fraktur patologis distal femur atau proksimal tibia akibat Osteoporosis, Tindakan *arthroplasty* juga dapat menjadi pilihan apabila derajat kominusi articular yang dialami pasien dinilai terlalu berat dan tidak memungkinkan untuk diperoleh fiksasi yang stabil atau reduksi artikular yang anatomis.

Pascabedah, terapi medikamentosa menggunakan bisfosfonat dapat dilanjutkan. Pada pasien yang belum pernah mendapatkan terapi bisfosfonat sebelumnya, maka terapi dapat dimulai pascabedah. Demikian juga pada pasien yang sebelumnya telah mendapatkan terapi bisfosfonat, maka terapi dimulai kembali pascabedah. Adapun waktu pemberiannya dapat diberikan segera setelah pembedahan, akan tetapi mengingat adanya kemungkinan komplikasi pascabedah dan kesulitan dalam mobilisasi terutama duduk tegak pada pemberian bisfosfonat oral, maka pemberian bisfosfonat dapat dimulai pada hari ke-5 hingga hari ke-7. Suplementasi kalsium dan vitamin D juga dilanjutkan bersama dengan terapi bisfosfonat.

Pasien dengan *fragility fracture* berisiko untuk mengalami komplikasi pascabedah. Komplikasi dapat berupa delirium, *deep venous thrombosis* (DVT), *pressure sores*, dan malnutrisi. Beberapa kasus dikarenakan

keadaan pasien itu sendiri atau karena tindakan pembedahan. Komplikasi juga dapat meningkatkan mortalitas dan morbiditas.

Penanganan pascabedah harus meliputi penanganan nyeri dan antibiotik profilaksis, koreksi anemia, latihan rutin, penilaian awal dari fungsi kognitif dan *pressure sore*, status nutrisi dan fungsi ginjal, penilaian dan regulasi fungsi usus dan kandung kemih, penanganan luka, dan mobilisasi dini.

Program rehabilitasi yang tepat harus terdiri dari pengenalan dini latihan fisik, penguatan otot pasca fraktur, pelatihan keseimbangan jangka panjang, dan pencegahan jatuh. Tujuan paling penting dari rehabilitasi adalah mengembalikan kemampuan mobilitas dan kemandirian pasien seperti sebelum fraktur tersebut terjadi. Identifikasi awal dari tujuan dan kebutuhan tiap individu sangat dibutuhkan untuk setiap pasien sebelum rencana rehabilitasi dikembangkan. Khususnya pada pasien usia lanjut, direkomendasikan rehabilitasi terkomprehensif secara multidisiplin dan multifaktoral.

Mobilisasi dini sebaiknya dimulai sejak hari pertama pascabedah, hal tersebut sangat penting untuk kemandirian fungsional pasien dan pencegahan komplikasi pascabedah. Pada pasien dengan fraktur panggul, dimulai ambulasi dini yang ditoleransi pasien dan latihan perpindahan dari dan ke tempat tidur. Berdasarkan dari kondisi awal pasien, terapi fisik yang tepat meliputi latihan kekuatan ekstremitas atas dan bawah, latihan berjalan (misalnya di *treadmill*), latihan keseimbangan dan fungsional (misalnya ambulasi dan

menaiki tangga) serta aerobik dan latihan peregangan untuk jaringan lunak dan sendi. Rehabilitasi pascabedah dibagi berdasarkan jenis fraktur yang dialami pasien, berupa:

- Fraktur panggul

Rehabilitasi pascabedah stabilisasi ialah penting untuk mengontrol nyeri dan meningkatkan hasil fungsional, partisipasi sosial, dan persepsi pasien akan kualitas hidup berkaitan dengan kesehatan. Angka kematian setelah satu tahun fraktur panggul pada usia lanjut adalah 15-25% dan terdapat risiko tinggi akan disabilitas. Kedua hal tersebut tergantung dengan usia pasien, tipe fraktur, status nutrisi, status kognitif, komorbiditas, dan ketidaktergantungan fungsional sebelum terjadi fraktur. Terapi rehabilitasi harus segera dimulai ketika pasien masih dirawat di bagian Orthopedi. Pasien harus dipulangkan dengan syarat berikut:

- Melanjutkan latihan yang dilakukan selama rawat inap.
- Menghindari gerakan yang meningkatkan risiko dislokasi atau penggunaan awal dari komponen prostetik.
- Anjuran untuk mengubah lingkungan rumah, dan
- Penggunaan alat bantu yang cocok untuk gaya berjalan dan aktivitas fungsional sehari-hari.

Perawatan rehabilitasi diperlukan hanya pada pasien “risiko tinggi”, misalnya pasien dengan usia lebih dari 70 tahun dan tinggal sendiri atau memiliki

minimal dua komorbiditas. Hal ini sesuai dengan pedoman klinis terbaru yang menyarankan hanya pasien rentan dengan gangguan kognitif ringan sampai berat yang harus mengikuti program rehabilitasi rawat inap, sedangkan untuk kondisi lainnya harus memulai program rehabilitasi rawat jalan sampai mobilitasi pasien tercapai.

- Fraktur radius distal
Program rehabilitasi umumnya dimulai setelah pengangkatan *cast*. Terdiri dari latihan untuk meningkatkan mobilitas dan kekuatan otot, dan terapi okupasi.
- Fraktur vertebrae
Rehabilitasi dapat dimulai segera setelah operasi. Hasil yang diharapkan adalah meningkatkan kekuatan otot, mobilitas tulang belakang, dan meningkatkan keseimbangan selama perubahan postur tubuh dan saat berjalan. Latihan pernapasan dengan ekstensor belakang dan latihan penguatan juga harus dilakukan. Pasien harus diinstruksikan tentang cara bagaimana mengangkat suatu benda dengan benar. *Tai Chi* dan hidroterapi juga direkomendasikan.
Perawatan untuk fraktur vertebra akut: penggunaan analgesik, *bracing* (selama 2 sampai 6 minggu), dan tirah baring parsial (4 hari atau kurang). Jika tirah baring direkomendasikan, luangkan waktu 30 hingga 60 menit setiap hari untuk duduk tegak dan berjalan berkeliling bermanfaat untuk menghindari kekakuan dan mencegah penyusutan jaringan tulang dan otot.

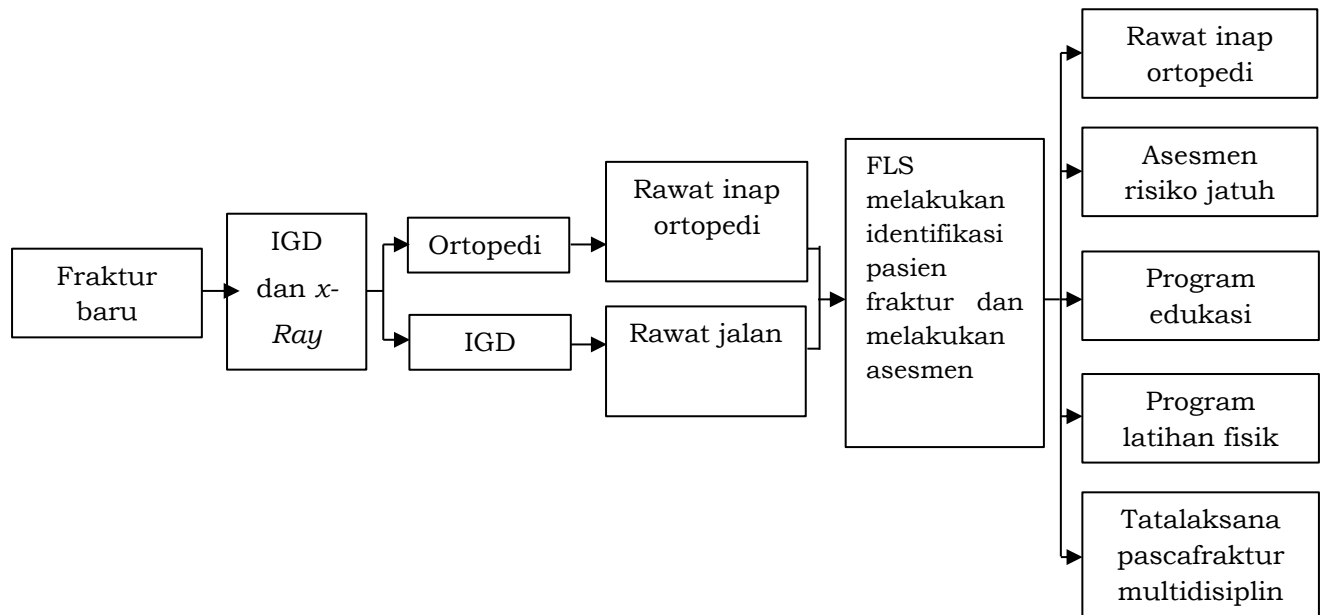
Ketidakaktifan yang berkepanjangan harus dihindari.

- Fraktur proximal humerus
Program rehabilitasi biasanya dimulai setelah pengangkatan *cast* atau setelah operasi. Bertujuan untuk mengurangi nyeri dan pemulihan kembali aktivitas sehari-hari.
- Fraktur pergelangan kaki
Rehabilitasi dilakukan setelah pengangkatan *cast* atau setelah pembedahan. Bertujuan mengurangi nyeri, meningkatkan mobilitas, dan keseimbangan pergelangan kaki. Latihan proprioseptif sangat dianjurkan dan diperlukan untuk pasien agar kembali bisa berjalan.

10. Perawatan Pascafraktur dan *Fracture Liaison Service* (FLS)

Pada perawatan pascafraktur, diperlukan tim multidisiplin, yang melibatkan spesialisasi Geriatri, Bedah Ortopedi, Ilmu Penyakit Dalam, Ilmu Gizi Klinik, Kedokteran Olahraga, Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi, spesialisasi lain, dan dokter umum, serta tenaga non-medis terkait.

Fracture Liaison Service (FLS) adalah program pencegahan fraktur yang sistematis yang meliputi identifikasi, asesmen dan tatalaksana pada pasien dengan risiko fraktur Osteoporosis. Program FLS diharapkan dapat meningkatkan angka skrining Osteoporosis, mendeteksi dini Osteoporosis, mengurangi risiko fraktur sekunder Osteoporosis, dan meningkatkan angka tatalaksana Osteoporosis.



Gambar 3.15 Alur *Fracture Liaison Service*

FLS terdiri dari koordinator pelayanan, biasanya dari tenaga medis (*clinical nurse specialist*) yang melakukan identifikasi pasien dengan fraktur berdasarkan protokol yang telah disepakati. FLS dapat diterapkan di layanan kesehatan primer atau sekunder yang ditunjang oleh dokter yang memiliki kemampuan dalam pencegahan fraktur Osteoporosis. FLS akan memfasilitasi skrining Osteoporosis dengan merujuk pemeriksaan BMD, edukasi Osteoporosis, melakukan pengawasan tatalaksana Osteoporosis, serta merujuk pada dokter spesialis sesuai dengan tatalaksana yang dibutuhkan (Gambar 3.15).

11. Osteoporosis akibat steroid

Penggunaan jangka panjang glukokortikoid memiliki efek samping yang cukup banyak. Osteoporosis sekunder dan fraktur adalah efek samping penggunaan glukokortikoid yang paling sering dijumpai namun sebenarnya dapat dicegah. Risiko fraktur meningkat dengan umur dan dengan dosis serta durasi penggunaan glukokortikoid, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.18 Faktor risiko untuk fraktur pada pasien-pasien yang mengkonsumsi glukokortikoid

Kategori risiko	Faktor risiko
Terkait penggunaan glukokortikoid	Glukokortikoid harian dosis tinggi (misalnya >7,5mg ekuivalen prednison per hari) dosis kumulatif glukokortikoid >5gram,

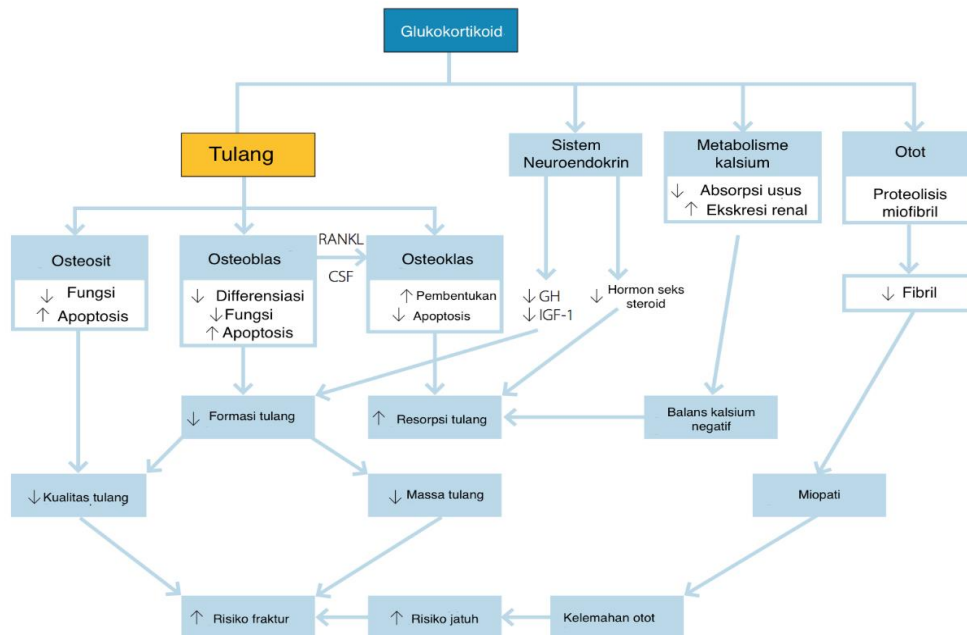
	penggunaan baru glukokortikoid (<3 bulan), myopati terkait glukokortikoid yang meningkatkan risiko jatuh, hipogonadisme akibat glukokortikoid
Terkait penyakit dasar	Arthritis reumatoid, spondilitis ankilosa, <i>inflammatory bowel disease</i> , sirosis bilier
Terkait risiko Osteoporosis	Umur >55 tahun; ras kulit putih; jenis kelamin wanita; menopause; merokok; penggunaan alkohol yang berlebihan (>2 unit per hari); nilai T score di bawah -1,5; peningkatan risiko jatuh; kelainan endokrin: hipogonadisme, hiperparatiroid atau hipoparatiroid; malabsorpsi; IMT <18,5; riwayat fraktur

Keterangan: Berdasarkan *UK National Health Service*

Fraktur vertebra adalah fraktur yang paling sering dijumpai akibat penggunaan glukokortikoid, dikatakan risiko fraktur vertebra meningkat dalam tiga bulan setelah mulai penggunaan obat dan puncak risiko dialami setelah 12 bulan. Terjadi peningkatan risiko relatif fraktur vertebra sebanyak dua kali lipat dan peningkatan risiko fraktur panggul pada pasien yang mengkonsumsi prednisolon dengan dosis 2,5mg-7,5mg per hari. Pada pasien yang mengkonsumsi dosis glukokortikoid yang tinggi dengan dosis kumulatif di atas 5 gram memiliki peningkatan risiko fraktur vertebra sebanyak 14 kali lipat.

Kortikosteroid memiliki efek inhibisi langsung terhadap differensiasi dan maturasi osteoblas. Kortikosteroid juga dapat menyebabkan apoptosis sel prekursor osteoblas dan osteosit. Selain itu, kortikosteroid dapat meningkatkan resorpsi tulang dengan cara meningkatkan RANKL dan menurunkan kadar OPG, yang menyebabkan berkurangnya apoptosis osteoklas. Kortikosteroid juga dapat menurunkan absorpsi kalsium di usus dan meningkatkan ekskresi kalsium dan fosfat di urin, sehingga dapat mempengaruhi

metabolisme tulang dan menyebabkan hiperparatiroidisme sekunder. Efek kortikosteroid yang lain adalah berkurangnya massa dan kekuatan otot, sehingga menyebabkan penurunan aktivitas fisik yang berpengaruh pada turunnya formasi tulang.



Gambar 3.16 Efek kortikosteroid terhadap metabolisme tulang.

Perjalanan alamiah kehilangan massa tulang yang diakibatkan oleh penggunaan glukokortikoid berbeda dengan akibat menopause dan penuaan. Penggunaan glukokortikoid adalah faktor risiko yang dipengaruhi waktu, karena laju kehilangan massa tulang berbeda-beda tergantung durasi terapi glukokortikoid. Walaupun terdapat perbedaan patofisiologi, namun pasien yang mengonsumsi glukokortikoid biasanya menerima rejimen obat anti Osteoporosis yang sama dengan wanita post menopause.

a. Diagnosis dan Monitoring Osteoporosis Akibat Steroid

Perlu dilakukan evaluasi risiko fraktur pada setiap pasien yang menggunakan steroid dengan dosis setara prednisone dosis $\geq 2,5$ mg/hari selama 3 bulan atau lebih. Dalam 6 bulan pertama terapi steroid harus dilakukan evaluasi sebagai berikut:

- 1) Dosis dan durasi penggunaan glukokortikoid
- 2) Risiko jatuh atau kerentanan (*frailty*)
- 3) Evaluasi risiko fraktur: malnutrisi, berat badan rendah, hipogonadisme, hiperparatiroid, gangguan tiroid, riwayat keluarga fraktur panggul, riwayat penggunaan alkohol
- 4) Pemeriksaan fisik:

- a) Tinggi dan berat badan
 - b) Kekuatan otot
 - c) Gambaran klinis fraktur: nyeri tekan vertebra, deformitas dan berkurangnya jarak iga bawah dengan pelvis
- 5) Pada pasien berusia kurang dari 40 tahun diperlukan evaluasi BMD pada 6 bulan pertama terapi steroid bila pasien memiliki risiko tinggi fraktur yaitu bila ada riwayat fraktur Osteoporosis sebelumnya atau pasien memiliki faktor risiko lain seperti malnutrisi, penurunan berat badan, hipogonadisme, hiperparatiroidisme, gangguan tiroid, riwayat keluarga fraktur panggul, merokok dan konsumsi alkohol.
 - 6) Pada pasien berusia ≥ 40 tahun perlu dilakukan penilaian risiko fraktur dengan menggunakan FRAX yang disesuaikan dengan dosis steroid dan BMD bila ada.
 - 7) Penilaian ulang risiko fraktur diulang setiap 12 bulan
 - 8) Berdasarkan penilaian klinis dan pemeriksaan penunjang, dilakukan klasifikasi pasien menurut risiko frakturnya sebagai berikut:

Tabel 3.19 Klasifikasi pasien menurut risiko fraktur

	Usia ≥ 40 tahun	Usia < 40 tahun
Risiko fraktur tinggi	<ul style="list-style-type: none"> ● Riwayat fraktur <i>osteoporotic</i> ● T-score BMD panggul dan vertebra ≤ -2.5 pada laki-laki berusia ≥ 50 tahun dan wanita pasca menopause ● Risiko fraktur osteoporotik mayor dalam 10 tahun menurut FRAX* (d disesuaikan dengan glukokortikoid⁺) $\geq 20\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> ● Riwayat fraktur osteoporotik

	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko fraktur panggul dalam 10 tahun menurut FRAX (d disesuaikan dengan glukokortikoid+) $\geq 3\%$ 	
Risiko fraktur sedang	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko fraktur osteoporotik mayor dalam 10 tahun menurut FRAX* (d disesuaikan dengan glukokortikoid+) 10-19% • Risiko fraktur panggul dalam 10 tahun menurut FRAX (d disesuaikan dengan glukokortikoid+) $>1\%$ dan $<3\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Z-score BMD panggul atau vertebra <-3, ATAU kehilangan tulang yang cepat (penurunan kepadatan tulang pada panggul atau vertebra $\geq 10\%$), DAN • Meneruskan terapi glukokortikoid dengan dosis $\geq 7,5$ mg selama ≥ 6 bulan
Risiko fraktur rendah	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko fraktur osteoporotik mayor dalam 10 tahun menurut FRAX* (d disesuaikan dengan glukokortikoid+) $<10\%$ • Risiko fraktur panggul dalam 10 tahun menurut FRAX (d disesuaikan dengan glukokortikoid+) $\leq 1\%$ 	Tidak ada faktor risiko lain selain terapi steroid

*) Fraktur Osteoporosis mayor adalah fraktur vertebra yang bermanifestasi klinis, fraktur pergelangan tangan, humerus, panggul.

†) Pada pengguna steroid dengan dosis >7,5 mg/hari setara prednisone, hasil risiko fraktur berdasarkan FRAX dikali 1,15 untuk risiko fraktur Osteoporosis mayor dalam 10 tahun dan dikali 1,2 untuk risiko fraktur panggul 10 tahun (sebagai contoh bila hasil FRAX risiko fraktur panggul dalam 10 tahun adalah 2%, maka setelah disesuaikan dengan penggunaan steroid risikonya menjadi 2,4%).

b. Penilaian ulang risiko fraktur

Untuk seluruh pasien yang meneruskan terapi glukokortikoid perlu dilakukan reevaluasi risiko fraktur secara klinis setiap 12 bulan.

Untuk pasien berusia 40 tahun atau lebih:

- 1) Pasien yang meneruskan terapi glukokortikoid dan tidak mendapat obat Osteoporosis, penilaian ulang dengan FRAX dan BMD (bila ada) harus dilakukan setiap 1-3 tahun.
- 2) Evaluasi dilakukan lebih cepat dari 1 tahun pada pasien yang mendapat dosis steroid tinggi (setara prednison 30 mg/hari atau lebih atau dosis kumulatif steroid setara prednisone \geq 500 mg dalam 1 tahun terakhir) atau pada pasien dengan riwayat fraktur osteoporotic.
- 3) Penilaian ulang risiko fraktur dapat dilakukan lebih jarang pada pasien dengan dosis steroid lebih rendah serta tanpa factor risiko Osteoporosis lain. Pada pasien yang sudah mengonsumsi obat anti osteoporosis evaluasi ulang BMD dilakukan setelah 2-3 tahun terutama pada pasien yang mendapat steroid dosis tinggi, riwayat fraktur Osteoporosis, risiko kepatuhan yang buruk terhadap pengobatan, atau terdapat risiko Osteoporosis lain.
- 4) Pada pasien yang sebelumnya pernah mendapat obat Osteoporosis akan tetapi saat ini tidak lagi, BMD dilakukan setiap 2-3 tahun dan dilakukan lebih dini pada pasien dengan dosis steroid tinggi, riwayat fraktur, atau riwayat BMD rendah.

Sedangkan, untuk pasien berusia <40 tahun:

Pasien yang meneruskan glukokortikoid dan memiliki risiko fraktur sedang-berat, dosis steroid tinggi, risiko kaptuhan yang buruk terhadap pengobatan, atau factor risiko fraktur Osteoporosis multiple, perlu dilakukan pemeriksaan BMD setiap 2-3 tahun.

c. Tata Laksana Non Farmakologis

Intervensi yang paling utama adalah meminimalkan dan jika memungkinkan menghentikan penggunaan glukokortikoid jangka panjang. Untuk pasien yang tidak dapat menghentikan glukokortikoid, rekomendasi modifikasi gaya hidup mencakup latihan *weight-bearing*, menghentikan merokok, membatasi konsumsi alkohol, dan penilaian serta tatalaksana risiko jatuh. Setiap pasien yang mendapat dosis steroid setara prednison $\geq 2,5$ mg selama 3 bulan atau lebih perlu mendapat suplementasi kalsium 1000 mg/hari serta vitamin D 600-800 IU/hari. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suplementasi kalsium dan vitamin D mencegah penurunan kepadatan massa tulang pada pasien-pasien yang mendapatkan prednison dosis rendah (5 mg per hari) jangka panjang.

Intervensi lain yang dapat dilakukan berupa:

- 1) Edukasi: berhenti merokok, berhenti alkohol modifikasi diet
- 2) *Bicycle ergometer*
- 3) Modalitas listrik (TENS, ES *biofeedback*)
- 4) *Micro Wave Diathermy* (MWD), *Short Wave Diathermy* (SWD), *Infra Red* (IR)
- 5) *Laser therapy*
- 6) Ortosis (Korset & *Brace*)
- 7) *Cold pack / cryotherapy hot pack*
- 8) Hidroterapi
- 9) Latihan Terapeutik (*Therapeutic Exercise*) sesuai kasus: aerobik,
- 10) Latihan keseimbangan dan *weight bearing*
- 11) Konseling
- 12) Latihan Sensorik Proprioseptif
- 13) *ADL exercise*
- 14) *Robotic & Assisstive devices*
- 15) *Home program*: posisi ergonomis, ekstensi dan relaksasi

d. Tata Laksana Farmakologis

Beberapa organisasi dunia telah mengeluarkan rekomendasi untuk penatalaksanaan GIOP, seperti yang terlihat pada Tabel 3.20.

Tabel 3.20 Rekomendasi beberapa organisasi dunia tentang pencegahan dan penatalaksanaan GIOP

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
Pasien yang membutuhkan intervensi berdasarkan dosis dan durasi konsumsi glukokortikoid	Semua pasien dewasa yang mengkonsumsi glukokortikoid ekuivalen prednison ≥ 2.5 mg per hari selama >3 bulan	Semua pasien dewasa yang mengkonsumsi glukokortikoid setiap hari berapa pun dosisnya	Pasien dewasa dengan riwayat fraktur, umur ≥ 70 tahun, atau mengkonsumsi glukokortikoid ekuivalen prednison ≥ 2.5 mg per hari selama >3 bulan	Semua pasien dewasa yang mengkonsumsi glukokortikoid setiap hari berapa pun dosisnya
Pasien yang perlu dilakukan pemeriksaan dan	Semua pasien dewasa ≥ 40 tahun dan pasien dewasa <40 tahun dengan riwayat fraktur fragilitas atau	Wanita premenopause atau laki-laki <70 tahun; tidak direkomendasikan untuk wanita post	Pasien tanpa riwayat fraktur, usia <70 tahun, mengkonsumsi glukokortikoid ekuivalen	Tidak disebutkan secara spesifik

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
pemantauan BMD	faktor risiko lain; diperiksa dalam waktu 6 bulan setelah memulai glukokortikoid; pemeriksaan diulang setiap 2-3 tahun dan setiap 1-3 tahun pada pasien dewasa ≥ 40 tahun yang mengkonsumsi glukokortikoid tanpa mendapatkan pengobatan untuk Osteoporosis	menopause dan laki-laki yang lebih tua karena mereka dapat diberikan pengobatan untuk Osteoporosis tanpa memandang BMD	prednison < 7.5 mg per hari; setelah itu pantau BMD pasien yang mengkonsumsi glukokortikoid secara berkala (jangka waktu pemantauan tidak disebutkan secara spesifik)	
Suplementasi kalsium dan vitamin D	800-1000mg kalsium per hari dan 600-800 IU vitamin D per hari	Diberikan suplementasi jika mengkonsumsi glukokortikoid ekuivalen prednison ≥ 7.5 mg per hari;	Diberikan suplementasi jika mengkonsumsi glukokortikoid selama > 3 bulan; tidak	Diberikan suplementasi jika asupan kalsium dan vitamin D dari diet tidak adekuat

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
		tidak ada rekomendasi dosis kalsium dan vitamin D	ada rekomendasi dosis kalsium dan vitamin D	
Ambang batas untuk terapi farmakologis	<p>Pasien dengan risiko fraktur tinggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semua pasien dewasa dengan riwayat fraktur fragilitas • Pasien dewasa ≥ 40 tahun dengan T-score $-2,5$ atau kurang atau risiko FRAX $\geq 20\%$ untuk fraktur osteoporotik mayor atau $\geq 3\%$ untuk fraktur panggul; 	<p>Pasien dewasa dengan riwayat fraktur atau mengkonsumsi >15mg ekivalen prednison per hari; wanita postmenopause dan laki-laki >70 tahun yang mengkonsumsi $>7,5$ sampai 15 mg ekivalen prednison per hari; wanita premenopause dan laki-laki <70 tahun yang mengkonsumsi $>7,5$mg sampai 15 mg ekivalen prednison per hari dengan T score risiko</p>	<p>Pasien dewasa dengan riwayat fraktur atau usia ≥ 70 tahun atau mengkonsumsi $\geq 7,5$mg prednison per hari; pasien dewasa tanpa riwayat fraktur, umur <70 tahun, atau mengkonsumsi $<7,5$mg prednison per hari dengan FRAX atau T-score di atas ambang batas nilai untuk terapi</p>	<p>Pasien dewasa dengan riwayat fraktur fragilitas atau mengkonsumsi $\geq 7,5$mg prednison per hari; wanita dan laki-laki usia ≥ 70 tahun</p>

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
	<p>Pasien dengan risiko fraktur sedang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pasien dewasa usia ≥ 40 tahun dengan risiko FRAX fraktur osteoporotik mayor 10-19% atau risiko fraktur panggul > 1 sampai 2,9% ● Pasien dewasa usia < 40 tahun dengan T-score kurang dari -3 dan menggunakan glukokortikoid ekuivalen prednison ≥ 7.5 mg per hari ● Pasien dewasa dengan 	<p>tinggi (tidak diberikan nilai yang spesifik); pasien dewasa yang mengkonsumsi $< 7,5$mg ekuivalen prednison per hari dengan faktor risiko dan T score risiko tinggi (tidak diberikan nilai yang spesifik)</p>	<p>(ambang batas berbeda-beda tergantung negara)</p>	

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
	<p>kehilangan massa tulang >10%/tahun pada panggul atau vertebra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien dewasa usia ≥30 tahun yang mengkonsumsi glukokortikoid dosis sangat tinggi (≥30 mg ekivalen prednison per hari) atau dosis kumulatif yang tinggi (>5gram dalam 1 tahun) 			
Intervensi farmakologis	Terapi lini pertama: bisfosfonat oral; terapi lini kedua (sesuai urutan):	Bisfosfonat sesuai dengan ambang batas dan faktor risiko (penurunan	Terapi lini pertama: bisfosfonat atau teriparatide	Terapi lini pertama: bisfosfonat oral; terapi lini kedua: bisfosfonat

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
	bisfosfonat intravena, teriparatide, denosumab, raloxifene (hanya pada wanita postmenopause jika terapi lini kedua yang lain tidak dapat diberikan)	BMD, jenis kelamin wanita, usia ≥ 70 tahun, status postmenopause, IMT di bawah normal, riwayat fraktur)		intravena atau teriparatide
Durasi intervensi farmakologis	Jika terus mengonsumsi glukokortikoid >5 tahun, lanjutkan terapi jika memiliki risiko sedang atau tinggi; jika glukokortikoid dihentikan sebelum 5 tahun, lanjutkan terapi Osteoporosis	Tidak dijelaskan secara rinci	Sepanjang durasi penggunaan glukokortikoid	Sepanjang durasi penggunaan glukokortikoid

Variabel	American College of Rheumatology (ACR) 2017	European League Against Rheumatism (EULAR) 2007	International Osteoporosis Foundation and European Calcified Tissue Society 2012	National Osteoporosis Guideline Group 2017
	sampai 5 tahun jika memiliki risiko sedang atau tinggi; hentikan terapi Osteoporosis saat glukokortikoid dihentikan jika pasien memiliki risiko rendah			

B. Osteoporosis pada Anak

1. Definisi

Kejadian Osteoporosis pada anak dan remaja muda tidak banyak, akan tetapi dapat menyebabkan gangguan yang signifikan. Menurut *World Health Organization* (WHO) Osteoporosis didefinisikan sebagai penyakit skeletal sistemik yang ditandai dengan massa tulang yang rendah dan kerusakan mikroarsitektur jaringan tulang sehingga menyebabkan peningkatan kerapuhan dan kerentanan fraktur tulang. Hal itu terjadi karena penyerapan tulang melebihi dari pembentukannya sehingga terjadi penurunan massa tulang. Untuk mendapatkan bukti klinis massa tulang yang rendah dan meningkatnya kerentanan tulang akan fraktur umumnya digunakan BMD. Hanya saja berbeda dengan orang dewasa hubungan antara hasil BMD dan risiko fraktur pada anak belum jelas. Sebagian besar anak dengan Osteoporosis didiagnosis setelah timbul gejala klinis. Hal itu disebabkan antara lain karena pertumbuhan anak yang cepat pada masa anak dan pubertas serta ukuran tulang yang sangat bervariasi.

Penegakkan diagnosis Osteoporosis pada anak tidak hanya berdasarkan hasil BMD saja, riwayat fraktur dan pemeriksaan fisis penting untuk diperhatikan. Hasil Z-Score > -2 SD tidak menyingkirkan kemungkinan kerapuhan dan risiko fraktur tulang.

Diagnosis Osteoporosis pada anak menurut *International Society for Clinical Densitometry* (ICSD) yang direvisi pada tahun 2019 adalah apabila terdapat:

- a. Satu atau lebih fraktur kompresi vertebra yang tidak diakibatkan oleh trauma yang bermakna atau penyakit lokal (tanpa mempertimbangkan hasil BMD) atau
 - b. Bila tidak didapatkan fraktur kompresi vertebra: Kombinasi hasil Z-Score BMD yang rendah (<-2 SD rerata usianya) dan riwayat fraktur karena trauma ringan:
 - 1) ≥ 2 fraktur tulang panjang pada anak hingga usia 10 tahun,
 - 2) ≥ 3 fraktur tulang panjang pada anak hingga usia 19
2. Patofisiologi dan Faktor Risiko

Berbagai kondisi yang dapat menjadi faktor risiko Osteoporosis pada anak dan remaja, yaitu:

- a. Diabetes Melitus (DM)

Beberapa penelitian menyatakan DM tipe 1 berhubungan erat dengan kejadian fraktur tulang dan Osteoporosis baik pada anak maupun dewasa. Hal tersebut berkaitan dengan penurunan sirkulasi darah dalam tulang pasien DM akibat penumpukan lemak dalam sumsum tulang dan terjadi ekspansi kavitas sumsum tulang. *Bone marrow-derived endothelial progenitor cells* (EPCs) dipercaya turut membantu dalam pemulihan tulang. Penurunan EPCs secara signifikan terjadi pada pasien DM.

- b. Malabsorpsi

Penyakit seperti *Celiac disease* (CD) dan *inflammatory bowel disease* (IBD) berkaitan dengan kejadian Osteoporosis, osteopenia, dan osteomalasia. Hal tersebut berkaitan dengan malabsorpsi kalsium dan vitamin D serta penggunaan glukokortikoid jangka panjang pada terapi penyakit tersebut.

- c. Nutrisi

Pertumbuhan dan perkembangan tulang sangat bergantung pada asupan nutrisi yang baik. Beberapa faktor risiko seperti kurang asupan vitamin D, protein, kalsium, defisiensi atau resistensi

hormon seks dan hormon pertumbuhan, serta gizi buruk berperan penting dalam merangsang terjadinya Osteoporosis. Selain itu vitamin C dan mikronutrien lain seperti zink, magnesium, tembaga (*copper*), sangat penting dalam pembentukan jaringan tulang rawan.

Metabolit asam lemak esensial seperti *γ-linolenic acid* (GLA), *eicosapentaenoic acid* (EPA), dan *docosahexaenoic acid* pada asupan lemak ikan telah dibuktikan dapat mencegah Osteoporosis. Hal tersebut mungkin berkaitan dengan asam lemak esensial, yang dianggap dapat merangsang aktivitas enzim antioksidan, sehingga ekspresi *receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand* (RANKL) menurun dan ekspresi *osteoprotegerin* (OPG) meningkat.

d. Sitokin peradangan

Beberapa sitokin peradangan seperti IL-1A, IL-6, IL-7, TNF- α , dan TNF- β meningkat pada anak dengan Osteoporosis. Peningkatan dari sitokin peradangan tersebut meningkatkan ketidakseimbangan dalam metabolisme (*turnover*) tulang dan mengakibatkan Osteoporosis.

e. Glukokortikoid

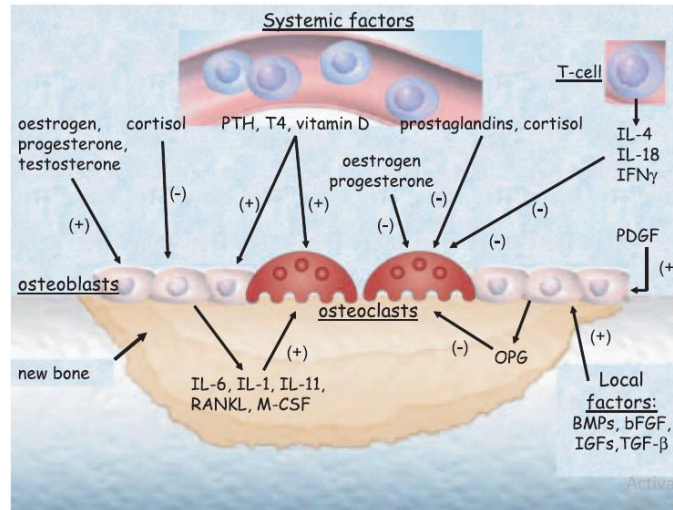
Fraktur tulang merupakan efek samping paling berbahaya akibat penggunaan glukokortikoid jangka panjang. Berbagai terapi penyakit kronis pada anak masih sangat bergantung pada glukokortikoid, namun glukokortikoid berdampak langsung pada metabolisme kalsium dan tulang. Glukokortikoid mengganggu kerja osteoblas dan menghambat osteoprotegerin (OPG) yang menyebabkan peningkatan resorpsi tulang dengan merangsang pembentukan osteoklast. Glukokortikoid juga terbukti menurunkan absorpsi kalsium pada usus dan meningkatkan ekskresi kalsium pada ginjal. Dampak pada osteoblast mungkin diakibatkan oleh glukokortikoid berikatan pada daerah promotor osteoblast, sehingga menyebabkan perubahan sintesis dan regulasi protein. Selain itu glukokortikoid menyebabkan perubahan ekspresi *gamma receptor 2* (PPAR γ 2), menghambat jalur Wnt/ β catenin serta meningkatkan produksi RANKL, sehingga resorpsi tulang meningkat.

f. Radikal bebas

Radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) juga berperan penting dalam metabolisme tulang. Dalam kondisi fisiologis ROS membantu dalam mempercepat destruksi jaringan yang mengalami kalsifikasi dan meningkatkan remodeling tulang. Jalur tersebut berkaitan dengan aktivasi *nuclear factor- κ B* (NF- κ B), namun radikal bebas berlebihan dalam tubuh juga meningkatkan risiko fraktur, oleh karena itu keseimbangan antara radikal bebas dan anti-oksidan seperti asupan vitamin E dan C juga diperlukan dalam menjaga integritas tulang-

g. Hormon dan faktor sistemik lainnya

Faktor sistemik dapat meningkatkan proliferasi dan diferensiasi osteoblas. Faktor-faktor tersebut antara lain, hormon paratiroid (PTH), estrogen, progesteron, prostaglandin, dan sitokin serta faktor pertumbuhan, seperti PDGF (*platelet derived growth hormone*). Selain itu faktor pertumbuhan yang diproduksi secara lokal juga dapat meningkatkan proliferasi dan fungsi osteoblas, seperti *bone morphogenetic proteins* (BMP), *insulin-like growth factors* (IGFs), *fibroblast growth factors* (FGFs), dan *transforming growth factor-beta* (TGF- β). Baik faktor sistemik dan faktor pertumbuhan merangsang pembentukan dan aktivitas osteoklas. Pembentukan osteoklas memerlukan kontak antara prekursor osteoklas dan sel stroma atau osteoblas. Hormon sistemik, seperti PTH, 1,25-dihidroksi vitamin D3 dan tiroksin (T4) merangsang pembentukan osteoklas dengan mengatur ekspresi RANKL pada permukaan sel stroma sumsum tulang dan osteoblas immatur. RANKL kemudian mengikat reseptornya, (RANK) pada permukaan prekursor osteoklas untuk merangsang pembentukan osteoklas dan menjamin kelangsungan hidup osteoklas. Selain RANK osteoprotegerin (OPG) menghambat pengikatan RANKL ke RANK. Rasio RANKL terhadap OPG menentukan pembentukan osteoklas. Osteoblas juga menghasilkan IL-6, IL-1, prostaglandin, dan M-CSF, yang merangsang pembentukan osteoklas. Selain itu beberapa sitokin lainnya juga dapat menghambat pembentukan osteoklas, seperti IL-4, IL-18, dan IFN- γ (Gambar 3.17).



Gambar 3.17 Dampak faktor sistemik terhadap remodelling tulang

3. Etiologi dan Klasifikasi

Secara umum Osteoporosis terbagi menjadi Osteoporosis primer dan Osteoporosis sekunder.

a. Osteoporosis Primer

Osteoporosis primer pada dewasa pada umumnya terjadi pada usia lanjut. Di masa itu kerapuhan tulang berhubungan dengan usia dan penurunan kadar hormon seks. Berbeda dengan dewasa, Osteoporosis primer pada anak terutama disebabkan oleh faktor genetik. Faktor genetik juga diperkirakan berpengaruh sampai 80% dari variasi PMT (puncak massa tulang).

Sebagian besar Osteoporosis primer disebabkan oleh *Osteogenesis Imperfecta* (OI). Penyebab genetik lain juga didapatkan, namun lebih jarang terjadi. Mutasi pada gen LRP5 dan WNT1 diketahui menyebabkan Osteoporosis yang diturunkan secara autosomal dominan. Dewasa ini, skrining genetik pada kasus Osteoporosis masih terbatas dalam lingkup penelitian, dan penyebab genetik pada sebagian besar kasus masih belum teridentifikasi. Kasus-kasus tersebut digolongkan dalam Osteoporosis idiopatik.

Tabel 3.21 Kelainan Genetik Penyebab Penurunan Densitas Tulang

Gangguan	Cara Penurunan	Gejala
Osteogenesis Imperfecta	AD/AR	Sklera biru, dentinogenesis imperfecta, gangguan pendengaran, gangguan pertumbuhan
Bruck Syndrome 1-2	AR	Seperti OI disertai pterygia
Mutasi LRP5	AD/AR	Penurunan densitas tulang, <i>Osteoporosis pseudoglioma syndrome</i>
Mutasi WNT 1	AD/AR	Penurunan densitas tulang, seperti OI
Singleton-Merten dysplasia	AD	Pelebaran medula tulang, kalsifikasi aorta, pertumbuhan gigi abnormal, kelemahan otot
Geroderma ostoedysplasticum	AR	Osteoporosis disertai kulit keriput
Calvarial doughnut lesi	AD	Fraktur patologis, benjolan di kepala, peningkatan alkaline fosfatase

		serum, karies dentis
Idiopathic juvenile Osteoporosis	Tidak diketahui	Osteoporosis disertai nyeri tulang tanpa sebab yang jelas
Cole-Carpenter dysplasia	Tidak diketahui	Kraniosinostosis, proptosis okular, hidrosefalus, deformitas wajar
Spondylo-ocular syndrome	AR	Osteoporosis dengan platyspondyly, <i>advanced bone age</i> , katarak, wajah dismorfik, badan pendek, <i>spine imobile</i> , kifosis
Cleidocranial dysplasia	AD	Fontanel persisten, hipolasia/aplasia klavikula, simpisis pubis melebar, anomali gigi dan jari, scoliosis
Gnathodiaphyseal dysplasia	AD	Fraktur yang berulang pada remaja, purulen osteomielitis rahang
Hadju-Cheney syndrome	AD	Abnormalitas wajar, acro-

		osteolysis, gangguan pendengaran, kista ginjal
--	--	---

AD = autosomal dominan; AR = autosomal resesif; OI = osteogenesis imperfecta

1) *Osteogenesis Imperfecta* (OI)

Osteogenesis Imperfecta (OI) merupakan kelainan pembentukan jaringan kolagen yang berfungsi sebagai jaringan ikat dan disebabkan oleh mutasi gen yang menyebabkan gangguan pada pembentukan kolagen tipe 1. *Osteogenesis Imperfecta* diturunkan secara genetik, dengan karakteristik fragilitas tulang dan rendahnya massa tulang, mempunyai kecenderungan mengalami fraktur multipel akibat trauma ringan sampai sedang. Kelainan ini disebut juga *brittle bone disease*. Mutasi genetik yang terjadi tidak hanya bermanifestasi sebagai kerapuhan tulang, tetapi juga berupa penipisan kulit, deviasi struktur tulang, hipermobilitas sendi, gangguan pendengaran, kerapuhan gigi, dan sklera biru.

Insidens OI dilaporkan sekitar 1: 20.000 sampai 50.000 kelahiran hidup serta tidak berhubungan dengan jenis kelamin maupun ras tertentu. *Osteogenesis Imperfecta* diklasifikasikan menjadi beberapa tipe berdasarkan manifestasi klinis dan histologis yang ditemukan serta mekanisme pewarisan mutasi genetik, secara autosomal dominan atau autosomal resesif. Manifestasi klinis pada *Osteogenesis Imperfecta* (OI) tergantung pada jenis atau tipe OI. Manifestasi klinis pada OI secara umum dibagi menjadi manifestasi di tulang dan manifestasi di luar tulang. Manifestasi pada tulang antara lain fraktur berulang, perawakan pendek, skoliosis dan deformitas basilar pada tengkorak. Manifestasi diluar tulang meliputi kehilangan pendengaran, gangguan jaringan penghubung (*connective tissue*), kelainan dentin (*dentinogenesis imperfecta*),

abnormalitas kardiovaskuler, abnormalitas neurologi, hiperkalsiuria dan kelainan sklera.

Pendekatan diagnosis OI melibatkan semua aspek termasuk riwayat penyakit yang sama pada keluarga, riwayat kehamilan, dan pemeriksaan fisis. Pada umumnya, diagnosis dapat ditegakkan secara klinis. Bila setelah pemeriksaan klinis berupa anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan radiologi diagnosis OI belum dapat ditegakkan atau masih meragukan, dapat dipertimbangkan pemeriksaan khusus seperti pemeriksaan kolagen dan DNA. Dalam menghadapi kasus OI perlu dilakukan anamnesis dengan menggali beberapa hal seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.22.

Tabel 3.22 Anamnesis pada Kasus OI

Riwayat pranatal	Ditemukan patah tulang panjang pada janin saat USG
Riwayat perinatal	Adanya fraktur
Riwayat keluarga	Adanya kematian perinatal, adanya keluarga dengan patah tulang berulang, gigi rapuh (<i>dentinogenesis imperfecta</i>), sklera biru, gangguan pendengaran dini.
Riwayat penyakit	Mulai timbulnya gejala, progresivitas, riwayat pertumbuhan dan adanya patah tulang berulang

Pemeriksaan fisis untuk menentukan beratnya kondisi penyakit dan tipe OI. Fraktur merupakan gambaran khas klinis OI, selain itu sering juga didapatkan sklera biru, *dentinogenesis imperfecta*, dan gangguan pendengaran. Dewasa ini beberapa ahli membagi OI menjadi beberapa tipe menurut variasi klinis dan hasil pemeriksaan radiologis serta patologi tulang. Untuk kepentingan klinis klasifikasi OI

yang dapat digunakan adalah seperti yang tercantum pada 3.23.

Tabel 3.23 Klasifikasi Osteogenesis Imperfecta

Klasifikasi OI	Keterangan
Berdasarkan berat ringannya	Tipe A: OI ringan sedang Tipe B: deformitas progresif dan letal di masa perinatal
Menurut <i>the International Nomenclature group for Constitutional Disorders ICHG of the Skeleton (INCDS)</i> pada tahun 2010	Tipe 1: OI tanpa deformitas dengan sklera biru Tipe 4: Bentuk umum OI tanpa sklera biru Tipe 5: OI dengan kalsifikasi pada membran intraosseous Tipe 3: OI dengan deformitas progresif Tipe 2: OI letal dimasa perinatal
Berdasarkan berat ringannya OI Tipe 1,4,5 digolongkan sebagai OI Tipe A, dan Tipe 2,3 digolongkan sebagai OI Tipe B.	

Sumber: van Dijk dkk. dengan modifikasi

2) Penyebab genetik lainnya

Penyebab Osteoporosis primer yang lebih jarang antara lain *X-linked hypophosphatemic rickets (XLH)* yang disebabkan oleh mutasi pada gen PHEX1, Cleidocranial dysplasia, Sindrom Marfan, Sindrom Ehlers-Danlos, *Hadju-Cheney syndrome (HCS)*, defek enzimatik seperti hipofosfatasia dan homosistinuria, dan gangguan pada transport tembaga (Cu), yaitu sindrom Wilson dan *Menkes's kinky hair syndrome*. Meskipun etiologi sudah diketahui pada beberapa kondisi mekanisme patologis yang terjadi belum diketahui dengan baik, sehingga menyulitkan dalam penemuan tatalaksana spesifik untuk mengatasi masalah utama kondisi tersebut. Perkembangan teknologi genetik dewasa ini juga berhasil mendeteksi beberapa gen lain, yang menyebabkan Osteoporosis dini. Mutasi pada gen PSL3 yang menyandi

protein plasmin 3 dilaporkan pada 5 keluarga dan menyebabkan Osteoporosis dengan fraktur aksial dan appendikular pada anak. Jalur sinyal WNT juga dilaporkan dapat menyebabkan osteoporosis dini. Jalur WNT tersebut berperan dalam homeostasis tulang dengan memicu proliferasi dan diferensiasi osteoblas. Gangguan pada kompleks jalur sinyal itu akan mempengaruhi pembentukan tulang. Mutasi bialelik pada low density lipoprotein receptor-related protein 5 (LRP5) dapat menyebabkan Osteoporosis-pseudoglioma syndrome (OPPG). Gen LRP5 itu merupakan ko-reseptor WNT dan terletak pada membran osteoklas. Mutasi heterozigot pada LRP5 menyebabkan Osteoporosis dini. Komponen lain jalur sinyal WNT seperti LGR4 dan WNT1 juga dilaporkan berhubungan dengan Osteoporosis.

3) *Osteoporosis Juvenil Idiopatik (OJI)*

Dengan semakin berkembangnya teknologi genetika masa kini, telah diketahui berbagai penyakit genetik yang menyebabkan Osteoporosis. Hal itu menyebabkan diagnosis OJI menjadi sangat jarang, karena kondisi yang sebelumnya digolongkan dalam OJI sudah diketahui etiologinya. Osteoporosis juvenil idiopatik dapat terjadi pada lelaki dan perempuan. Kondisi tersebut biasanya bermanifestasi klinis 2 – 3 tahun sebelum pubertas berupa kesulitan berjalan, nyeri punggung, dan fraktur vertebra.

b. *Osteoporosis Sekunder*

Osteoporosis sekunder terjadi akibat penyakit kronis pada anak, baik oleh karena penyakitnya ataupun akibat terapinya. Harapan hidup dan hasil terapi jangka panjang penyakit kronis membaik dengan kemajuan ilmu kedokteran, namun komplikasi seperti Osteoporosis sekunder mengalami peningkatan. Penyebab terbanyak Osteoporosis sekunder pada anak adalah imobilitas, keganasan, penyakit inflamasi, terapi glukokortikoid, hipogonad, dan malnutrisi.

Penyakit Neuromuskular dan Imobilitas

Faktor mekanis seperti kekuatan otot mengatur massa dan bentuk tulang. Bila aktivitas fisis kurang, maka dapat terjadi

gangguan keseimbangan faktor tersebut, sehingga terjadi gangguan integritas unit otot-tulang.

Palsi Serebral (PS) merupakan penyakit neuromuskular yang bermanifestasi klinis epilepsi (kejang), keterlambatan kognitif, dan bicara, serta gangguan sensoris. Kondisi tersebut dapat menimbulkan komplikasi skeletal dengan rasa nyeri yang mengganggu, seperti skoliosis, subluksasi dan dislokasi sendi. Selain itu, fraktur juga dapat terjadi. Sekitar 5% – 30% kasus PS disertai komplikasi berupa fraktur, yang sebagian besar terjadi pada tulang femur dan daerah suprakondiler. Hal itu kemungkinan disebabkan kontraktur pada sendi besar, terutama sendi lutut dan panggul, yang menyebabkan kekakuan dan kerapuhan pada tulang panjang. Patogenesis Osteoporosis pada PS terutama berhubungan dengan faktor mekanis, yaitu gangguan integritas unit otot-tulang akibat penggunaan otot yang salah karena berkurangnya mobilitas. Selain itu, pada anak dengan PS massa tulang dan kadar vitamin D juga diketahui rendah. Penggunaan obat anti konvulsan juga dianggap berkontribusi terhadap peningkatan *turnover* tulang pada anak PS.

Risiko fraktur tulang panjang pada anak dengan *Duchenne Muscular Dystrophy* (DMD) diperkirakan sebesar 20–44%. Sebuah penelitian yang melibatkan 378 pasien DMD (usia 1–25 tahun, median 12 tahun) mendapatkan 20,9% pasien tersebut mengalami fraktur. Empat puluh satu persen fraktur terjadi pada usia antara 8–11 tahun dan 48% terjadi pada pasien yang masih bergerak secara independen. Hal penting yang perlu diperhatikan bahwa 20% dari mereka yang masih dapat bergerak bebas dan 27% dari yang sudah menggunakan alat bantu kehilangan mobilitasnya setelah mengalami fraktur. Banyak faktor dianggap sebagai penyebab Osteoporosis pada DMD, namun tidak jelas apakah keadaan distrofi otot itu sendiri atau ada faktor lain yang ikut berperan pada proses kerapuhan tulang tersebut. Kelemahan otot secara signifikan menurunkan aktivitas yang menyangga tubuh (*weight bearing activities*) pada masa pertumbuhan. Hal itu dapat sangat berpengaruh pada perkembangan dan densitas tulang. Faktor lain yang juga

dianggap dapat berperan pada berkurangnya densitas tulang pada DMD adalah pengobatan dengan glukokortikoid dan nutrisi. Suplementasi kalsium dan vitamin D dilaporkan dapat mengendalikan *turnover* tulang, mengatasi defisiensi vitamin D, dan meningkatkan BMC (*bone mineral content*) dan BMD (*bone mineral density*) pasien DMD.

1) Keganasan

Leukemia Limfoblastik Akut (LLA) merupakan penyakit keganasan tersering pada anak. Pada anak dengan LLA dilaporkan terdapat nyeri muskuloskeletal, gangguan berjalan, penurunan massa tulang, dan fraktur pada saat diagnosis atau selama pengobatan. Gambaran radiologis pada daerah yang nyeri memperlihatkan lesi radio-opak pada metafisis, lesi sklerotik, dan reaksi periosteal. Beberapa mekanisme yang dianggap bertanggung jawab untuk kerapuhan tulang pada LLA antara lain, infiltrasi sel leukemia pada tulang, faktor paraneoplastik, dan gangguan metabolisme mineral.

Fraktur kompresi merupakan komplikasi serius LLA pada anak. Komplikasi itu dianggap sering terlewatkan saat diagnosis awal LLA. Sebuah studi prospektif melaporkan bahwa 29 dari 186 anak (16%) dengan LLA (usia 1 bulan–17 tahun, median 5,3 tahun) mengalami 75 kali fraktur kompresi vertebra saat dievaluasi dalam 30 hari setelah diagnosis. Fraktur kompresi vertebra tersebut sebagian besar terjadi pada daerah mid-torakal dan torakolumbal. Nilai Z (*Z-score*) BMD lumbosakral dan nyeri punggung berhubungan dengan meningkatnya risiko fraktur. Setiap penurunan 1 SD pada BMD lumbosakral dapat meningkatkan risiko fraktur sebanyak 80%.

2) Penyakit Endokrin

Beberapa penyakit endokrin yang berkaitan dengan Osteoporosis antara lain, diabetes mellitus (DM), hiper/hipotiroid, pubertas terlambat (*hypogonadism*), sindrom Turner, hiperprolaktinemia, defisiensi *growth hormone* (GH). Sebagian besar studi mengenai *hypogonadism* dilakukan pada pasien dewasa, dan sedikit data yang ada untuk pasien

anak. Pada umumnya didapatkan penurunan BMD, yang hanya memberikan respons parsial dengan pemberian terapi sulih hormon. Fintini dkk. melaporkan hasil DXA pada 25 anak lelaki dengan *hypogonadism* dan mendapatkan BMC, aBMD (*areal BMD*), dan vBMD (*volumetric BMD*) lumbosakral yang rendah, serta BMC dan BMD seluruh tubuh yang rendah dibandingkan dengan kontrol normal. Hal yang serupa juga dilaporkan pada 70 remaja perempuan dengan *hypogonadism* dan belum diterapi. Dibandingkan dengan BMD kelompok kontrol, kelompok dengan hipogonadisme, BMD pada lumbosakral dan panggul mereka sudah didapatkan lebih rendah pada usia sekitar 18 – 20 tahun, dan penurunan BMD itu terus terjadi dengan cepat sampai usia 25 tahun. Hal itu menandakan bahwa *hypogonadism* merupakan penyebab dari rendahnya puncak massa tulang (= *peak bone mass*).

Densitas mineral tulang dilaporkan rendah pada semua umur perempuan dengan sindrom Turner (ST). Setelah dilakukan penyesuaian terhadap ukuran tubuh aBMD lumbosakral, leher femur, dan lengan, bahkan juga vBMD dilaporkan rendah pada individu dewasa ST. Baena dkk. melaporkan peningkatan signifikan risiko relatif (RR) Osteoporosis (RR = 10,1) dan fraktur (RR = 2,16) pada perempuan ST.

3) Penyakit Inflamasi Kronis

Penyakit inflamasi kronis seperti artritis juvenil idiopatik (AJI), SLE juvenil, dermatomiositis juvenil menyebabkan gangguan tulang melalui efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung yang terpenting adalah melalui sitokin inflamasi, sedangkan untuk faktor yang berperan secara tidak langsung adalah bahan iatrogenik seperti, glukokortikoid (GK), *methotrexate* (MTX), atau siklosporin A, kurangnya aktivitas fisis, nutrisi, gangguan pertumbuhan, dan pubertas terlambat.

4) Iatrogenik

Glukokortikoid memegang peran penting dalam berbagai terapi penyakit kronis dan berat, seperti penyakit

autoimun/inflamasi, asma, leukemia, transplantasi organ, dan lain-lain. Hanya saja penggunaan jangka panjang GK mempunyai efek pada tulang. Glukokortikoid mempengaruhi metabolisme tulang dan keseimbangan kalsium dengan berbagai mekanisme. Golongan obat tersebut mempengaruhi tulang dan aktivitas sel di lempeng pertumbuhan, menghambat absorpsi kalsium di usus, menghambat metabolisme kalsium di ginjal, dan menekan sekresi hormon seks dan GH.

Sebuah penelitian melaporkan massa tulang yang secara persisten rendah dengan peningkatan risiko fraktur di kemudian hari pada penggunaan GK kronis pada anak. Pada 82 anak (usia 4–9 tahun) dengan sindrom nefrotik (n = 56) atau *systemic lupus erythematosus* (SLE, n = 26) diikuti selama 3 – 14 tahun (rerata $7,9 \pm 6$ tahun). Dengan pengukuran DXA BMD vertebra diketahui GK mempengaruhi massa tulang dan berhubungan dengan usia saat mulai terapi GK dan karakteristik penyakit dasarnya. Pada sindrom nefrotik yang pulih total dan bila GK dihentikan sebelum pubertas, massa tulang dapat kembali normal. Sebaliknya pada pasien SLE yang massa tulangnya normal saat diagnosis, pemberian GK selama usia pubertas dapat menyebabkan hilangnya massa tulang.

Efek GK dalam menyebabkan tulang keropos tampaknya tergantung dosis yang digunakan, namun beberapa penelitian menunjukkan pemberian GK dosis rendah pun dapat meningkatkan risiko fraktur vertebra dan fraktur non-vertebra. Pada anak biasanya vertebra mulai rapuh setelah dosis kumulatif setidaknya setara dengan dosis prednison 5 gram. Sama dengan dewasa fraktur vertebra pada anak seringkali tanpa gejala.

Sebuah studi di Inggris memperkirakan risiko fraktur pada > 37.000 anak (usia 4–17 tahun), yang mengonsumsi GK oral. Meskipun sulit membedakan efek terapi GK dan penyakit dasarnya, risiko fraktur meningkat pada anak yang mendapatkan GK oral ≥ 4 dosis (OR 1,32), terutama risiko fraktur pada humerus (OR 2,17). Risiko fraktur juga tinggi

pada anak yang mendapatkan prednisolon ≥ 30 mg setiap hari (OR 1,24). Bila GK dihentikan tampaknya risiko fraktur menurun, sehingga menyerupai kontrol.

Pada beberapa penyakit kronis fraktur vertebra dapat terjadi sebelum pemberian GK. Hal itu penting untuk diperhatikan, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan teliti untuk mendeteksi fraktur sebelum memulai terapi GK. Dengan demikian dapat dihindari peningkatan risiko fraktur akibat pemberian GK.

Beberapa obat lain, seperti *MTX*, siklosporin, dan obat anti konvulsan, juga mempunyai efek negatif pada sel tulang dan *turnover* tulang. Penggunaan obat-obat tersebut berhubungan dengan penurunan BMD dan peningkatan jumlah fraktur. Pada Tabel 3.24 diperlihatkan penyebab Osteoporosis primer dan sekunder pada anak dan remaja.

Tabel 3.24 Penyebab Osteoporosis pada Anak dan Remaja

Osteoporosis Primer
Gangguan Jaringan Ikat
Sindrom Ehlers-Danlos
Homosistinuria
Sindrom Marfan's
Osteogenesis imperfecta
Osteoporosis Juvenil Idiopatik
Gangguan genetik dan herediter yang langka
Osteoporosis Sekunder
Penyakit Inflamasi
Arthritis Juvenil Idiopatik
Sistemik Lupus Eritematosus
<i>Inflammatory bowel disease</i>
Imobilisasi kronis
Palsi serebral
Meningomyelocele
Penyakit miopati (Duchenne, <i>spinal muscular atrophy</i>)
Gangguan absorpsi nutrisi dan usus halus

Coeliac disease
Schwachman-Diamond disease
Cystic Fibrosis
Malnutrisi, defisiensi vitamin dan mineral
Gangguan hematologi
Leukemia
Thalasemia
Gangguan endokrin
Defisiensi hormon pertumbuhan
Defisiensi hormon seks (hipogonadism, sindrom Turner)
Sindrom Cushing
Anorexia nervosa
Efek sekunder dari terapi
Kemoterapi
Transplantasi sumsum tulang atau organ
Glukokortikoid
Antikonvulsan
Heparin
Inhibitor calcineurin
Gagal ginjal kronis
Penyakit Kolestatik Hepar

4. Manifestasi Klinis

Manifestasi klinis pada Osteoporosis anak umumnya terjadi sesuai dengan jenis Osteoporosis yang terjadi apakah Osteoporosis primer atau Osteoporosis sekunder. Pada umumnya Osteoporosis dideteksi dengan adanya fraktur berulang dan nyeri tulang belakang derajat sedang-berat, nyeri saat berjalan, malformasi bentuk fisik seperti kelengkungan tubuh yang abnormal, berkurangnya tinggi badan dan dada tampak cekung atau ditemukan pincang. Pada Osteoporosis sekunder seringkali manifestasi klinis membaik setelah penyakit utama teratasi.

Manifestasi klinis yang sangat penting pada Osteoporosis adalah fraktur vertebra. Akan tetapi, fraktur vertebra ini sering tidak teridentifikasi karena dapat bersifat asimptomatik. Pada pasien dengan Osteoporosis primer manifestasi klinis fraktur multipel sudah

dapat muncul sejak awal. Berbeda halnya pada pasien Osteoporosis sekunder, penurunan densitas tulang biasanya bersifat asimtomatik, meskipun sudah terdapat fraktur vertebra. Pada fraktur kompresi vertebra tanpa adanya trauma harus dipikirkan adanya kondisi patologis.

Osteoporosis sekunder dapat disebabkan oleh leukemia, terapi glukokortikoid jangka panjang, hipogonadism, dan nutrisi yang buruk. Manifestasi klinis yang sering dijumpai antara lain fraktur vertebra sebanyak 16% pada kasus ALL dan bertambah 16% setahun setelah terapi ALL. Pada terapi glukokortikoid jangka panjang dijumpai 8% anak dengan penyempitan vertebra anterior, dan setelah 12 bulan terapi glukokortikoid maka 6% pasien akan mengalami fraktur vertebra yang sebagian besar asimtomatis dan berbentuk deformitas vertebra ringan. Anak dengan anoreksia nervosa berisiko mengalami kemungkinan fraktur sebesar 31%. Pasien epilepsi yang mendapatkan terapi obat anti epilepsi (OAE) berisiko dua kali lipat mengalami fraktur.

Manifestasi Osteoporosis lainnya adalah fraktur non-vertebra. Fraktur non-vertebra akibat trauma ringan pada anak-anak paling sering terjadi pada femur, tibia, lengan bawah, humerus, pedis, dan pergelangan kaki. Fraktur tulang panjang merupakan fraktur non vertebra yang paling sering terjadi dan mengakibatkan kecacatan. Fraktur *coxae* jarang terjadi dan apabila didapatkan perlu dicurigai adanya penyakit serius yang mendasarinya seperti leukemia. Tabel 3.25 menunjukkan berbagai manifestasi klinis yang dapat dijumpai pada Osteoporosis anak dan remaja menurut masing-masing etiologinya.

Tabel 3.25 Etiologi dan Manifestasi Klinis Osteoporosis pada Anak

Etiologi	Manifestasi Klinis
Primer Osteogenesis imperfecta	Variasi berdasarkan tipe. Kerapuhan tulang, deformitas tulang, sklera biru, dentinogenesis imperfecta, gangguan pendengaran, letal.

<p>Osteoporosis juvenil idiopatik</p> <p>Sindrom Osteoporosis-pseudoglioma</p>	<p>Terdapat gejala nyeri tulang pada ekstremitas bawah, kesulitan berjalan, dan fraktur multipel, disertai fraktur vertebra kompresi.</p> <p>Osteoporosis pada anak berat disertai kebutaan</p>
<p>Sekunder</p> <p>Penurunan mobilitas, misal: palsy serebral (PS), cedera korda, DMD</p> <p>Penggunaan glukokortikoid</p> <p>Malnutrisi</p> <p>Inflamasi kronis</p> <p>Gangguan endokrin</p> <p>Pubertas terlambat</p>	<p>Fungsi dan status nutrisi yang buruk berkorelasi dengan BMD yang rendah Z- ScoreBMD pada femur distal berkorelasi dengan risiko fraktur. Anak dengan PS yang immobile memiliki prevalens fraktur sebesar 6-12%, terutama pada ekstremitas bawah</p> <p>Risiko fraktur meningkat seiring dengan peningkatan dosis dan durasi penggunaan glukokortikoid</p> <p>Pada atlet wanita ditemukan anoreksia nervosa, asupan energi tidak cukup, gangguan menstruasi, dan penurunan densitas mineral tulang.</p> <p>Proses inflamasi mengakibatkan malabsorpsi seperti pada penyakit inflamasi saluran cerna. Tata laksana pada penyakit ini tidak menghentikan proses inflamasi yang berlangsung</p> <p>Penampakan cushingoid dan pertumbuhan yang buruk berhubungan dengan kelebihan glukokortikoid</p> <p>Pubertas terlambat konstitusional pada laki-laki akan meningkatkan fraktur dan tulang lebih kecil pada pQCT. Pada remaja perempuan dengan pubertas terlambat dapat meningkatkan risiko fraktur.</p>

Onkologi	Pada sindrom Turner didapatkan BMD yang rendah pada prepubertas yang akan meningkat pada onset pubertas Iradiasi kranial memiliki dampak negatif pada BMD. Pasien anak dengan keganasan yang tidak mendapat iradiasi kranial memiliki BMD yang normal.
Thalasemia	Deposisi besi dapat mengakibatkan hipogonadisme, hipotiroidisme, diabetes, dan atau hipopituitarisme. Fe memiliki efek toksisitas langsung pada osteoblast.
Neurofibromatpsis tipe 1	Fraktur sulit untuk ditangani. Displasia tibia kongenital dengan pseudoarthrosis merupakan bagian dari kriteria diagnosis.
Post transplantasi	Imunosupresan (glukokortikoid dan inhibitor calcineurin) dan imobilitas menyebabkan kehilangan massa tulang
Prematuritas	Peningkatan alkali fosfatase, hipofosfatemia dan peningkatan hormone paratiroid sering ditemukan

BMD: *Bone Mineral Density*; DMD: *Duchenne Muscular Dystrophy*

Pada anamnesis perlu ditanyakan usia terjadinya fraktur, mekanisme fraktur, riwayat penyembuhan fraktur, riwayat keluarga, nyeri pada tungkai atau tulang punggung, masalah sosial, riwayat perkembangan, hipermobilitas, riwayat hematom, status nutrisi, komorbiditas, dan riwayat pengobatan. Pemeriksaan fisis yang teliti meliputi pemeriksaan gambaran dismorfik, gangguan pendengaran, warna sklera, kondisi gigi, dan kulit hiperelastis. Pemeriksaan pertumbuhan, status pubertas, scoliosis, nyeri pada tulang belakang, deformitas dan bukti adanya kekerasan seperti memar, bekas gigitan, dan luka bakar.

5. Pemeriksaan Penunjang

Pemeriksaan penunjang Osteoporosis pada anak dan remaja umumnya menggunakan pemeriksaan pencitraan dan laboratorium.

a. Pemeriksaan pencitraan untuk mendeteksi fraktur vertebra

Sampai saat ini, metode pencitraan yang paling sering digunakan untuk mendeteksi fraktur vertebra pada anak adalah foto polos torakolumbar lateral. Pemeriksaan BMD tidak digunakan untuk mendeteksi adanya fraktur vertebra. Fraktur vertebra asimtomatik dapat terjadi pada Z- Score BMD $> -2,0$ SD sehingga diperlukan survailens pencitraan untuk deteksi fraktur vertebra.

Pemeriksaan foto polos vertebra perlu dilakukan saat awal sebelum terapi glukokortikoid pada pasien yang akan mendapatkan glukokortikoid ≥ 3 bulan. Insidens paling awal terjadinya fraktur vertebra pada anak adalah 4 bulan setelah mulai terapi glukokortikoid. Foto polos vertebra perlu diulang pada 12 bulan setelah terapi, karena merupakan insidens tertinggi terjadinya fraktur vertebra pada anak mendapat terapi glukokortikoid. Pemeriksaan pencitraan untuk mendeteksi fraktur vertebra direkomendasikan untuk dikerjakan setiap tahun atau setiap dua tahun pada anak yang mendapat glukokortikoid. Hal itu juga berlaku untuk anak yang memiliki faktor risiko mengalami kerapuhan tulang selain paparan terhadap glukokortikoid. Populasi ini perlu dievaluasi kemungkinan fraktur vertebra maupun non vertebra. Pada anak dengan palsy serebral atau miopati kongenital, foto polos tulang punggung direkomendasikan untuk dikerjakan paling lambat pada usia 6-8 tahun dan pada interval tertentu setelahnya sampai tulang berhenti tumbuh atau segera jika ditemukan nyeri punggung. Pemantauan foto polos vertebra juga direkomendasikan dilakukan saat pasien mendapat terapi.

Metode yang paling sering digunakan untuk menilai fraktur vertebra pada anak dan dewasa adalah Metode semikuantitatif Genant. Berdasarkan metode Genant, dikatakan terdapat fraktur vertebra jika terdapat penurunan rasio tinggi vertebra ≥ 20 % tanpa memandang morfologi fraktur vertebra. Rasio tinggi vertebra di dapat dengan membandingkan tinggi anterior vertebra dengan tinggi posterior vertebra (untuk fraktur wedge anterior), tinggi bagian tengah dengan tinggi posterior (fraktur bikonkaf), dan tinggi posterior terhadap tinggi posterior korpus vertebra

sebelahnya (fraktur crush/remuk). Klasifikasi berdasarkan metode Genant, meliputi:

- 1) derajat 0 (normal),
- 2) < 20%: fraktur derajat 1 (ringan)
- 3) ≥ 20 sampai 25 %; fraktur derajat 2 (sedang)
- 4) 25-40%: fraktur derajat 3 (berat),
- 5) > 40%: *crushed* (fraktur remuk)

Penggunaan metode Genant untuk menilai fraktur vertebra didukung oleh banyak data yang valid. Penelitian yang ada menunjukkan bahwa distribusi fraktur vertebra berdasarkan Genant pada anak menunjukkan distribusi bimodal dari T4 sampai L4, sama seperti yang ditemukan pada dewasa, dengan predileksi pada daerah torasik tengah (T5 sampai T8). Selain itu, ditemukannya fraktur vertebra berdasarkan metode Genant saat diagnosis merupakan faktor prediksi kuat untuk terjadinya fraktur vertebra baru dalam 3 tahun ke depan.

Meskipun foto polos vertebra merupakan modalitas tersering yang digunakan untuk mendeteksi fraktur vertebra, namun karena radiasi yang besar maka dikembangkan suatu metode pencitraan non radiografik untuk menilai fraktur vertebra, antara lain dengan menggunakan DXA. Penilaian fraktur vertebra dengan DXA disebut dengan *vertebral fracture assessment/VFA* dengan gambaran yang didapat pada lateral spinal. Metode ini hanya dapat dilakukan dengan menggunakan mesin DXA baru yang memiliki "c-arm" rotating sehingga pasien tidak perlu berubah dari posisi supinasi ke lateral. Penilaian fraktur vertebra berdasarkan metode ini masih dalam penelitian.

b. *Dual energy X-ray absorptiometry (DXA)*

DXA merupakan metode yang paling umum dan merupakan metode pilihan utama untuk mengukur masa tulang dan densitas tulang pada anak, karena radiasi yang rendah, tidak mahal dan mudah diulang. Z- Score BMD daerah vertebra lumbar dan total tubuh tanpa kepala merupakan metode yang direkomendasikan. Nilai Z- Score BMD ini spesifik berdasarkan usia dan jenis kelamin dan memerlukan data tambahan tambahan yang meliputi ukuran tubuh, ras, dan status pubertas atau maturitas skeletal (*bone age*) untuk interpretasi yang tepat.

Z- Score BMD dapat lebih rendah pada anak dengan perawakan pendek familial dan anak dengan penyakit kronik yang pendek akibat efek penyakitnya atau terapi. Perlu dilakukan penyesuaian nilai Z- Score BMD terhadap Z- Score tinggi badan atau dengan menggunakan metode BMAD (*bone mineral apparent density*) atau volumetric BMD. Z- Score BMD femur distal bagian lateral dapat digunakan untuk memprediksi fraktur non vertebra pada anak dengan kelainan neuromuskuler. Banyak penelitian yang menunjukkan hubungan terbalik antara BMD dengan kejadian fraktur dan pemeriksaan serial BMD memberikan informasi tambahan tentang kesehatan tulang anak secara keseluruhan dan menjadi pedoman apakah pemantauan kesehatan tulang perlu tetap dilanjutkan.

DXA umumnya tidak dikerjakan pada anak berusia <5 tahun, dengan pertimbangan anak sulit untuk kooperatif (bergerak selama pemeriksaan), selain itu data nilai referensi berdasarkan usia tidak tersedia. Sampai saat ini nilai normal DXA berdasarkan usia dan jenis kelamin untuk anak Indonesia belum ada, sehingga nilai referensi yang digunakan masih menggunakan data yang tersedia pada perangkat lunak alat DXA yang digunakan. Umumnya perangkat lunak alat DXA yang ada di Indonesia memakai data anak Amerika Serikat.

Interpretasi DXA untuk diagnosis Osteoporosis pada anak dilakukan pada vertebra posterior-anterior dan total body less head (TBLH). Lokasi lain dapat digunakan sesuai kebutuhan klinis. DXA Femur proksimal dapat digunakan bila data referensi tersedia, untuk menilai anak dengan pembebanan yang berkurang pada ekstremitas inferior, atau pada anak yang membutuhkan kontinuitas pemeriksaan menuju masa dewasa. DXA pada 1/3 distal radius dapat digunakan pada anak yang masih bisa ambulasi namun tidak dapat dilakukan DXA pada lokasi lain asalkan terdapat data referensi. DXA distal femur lateral dapat digunakan pada anak yang non-ambulasi bila data referensi tersedia. DXA distal femur lateral dapat dikerjakan pada anak yang mempunyai artefak yang tidak bisa dihindarkan (protesis/intrumen ortopedi atau terpasang tube), pasien yang sulit diposisikan, kelainan morfometri skeletal, atau scoliosis

berat. Pada pasien dengan short-stature atau gangguan pertumbuhan, BMD vertebra dan TBLH perlu disesuaikan. Pada BMD vertebra, penyesuaian dilakukan dengan BMAD atau height Z-score sedangkan pada TBLH penyesuaian dilakukan dengan height Z-score. Evaluasi ulang DXA dilakukan minimal 6-12 bulan dari DXA terakhir. Pada laporan pemeriksaan DXA awal informasi yang perlu dicantumkan adalah mesin DXA yang digunakan (termasuk merk pembuat, model, dan perangkat lunak yang digunakan), dokter yang mengirim, data dasar pasien (usia, gender, ras/etnis, berat badan dan tinggi badan), riwayat medis relevan termasuk riwayat fraktur, indikasi BMD, derajat perkembangan seksual menurut Tanner (bila ada), kualitas teknis, BMC dan areal BMD, BMC dan atau areal BMD Z-score, data referensi untuk kalkulasi Z-score, penyesuaian untuk pertumbuhan dan interpretasi, rekomendasi untuk kepentingan dan waktu DXA berikutnya (bila perlu).

c. Peripheral Quantitative Computed Tomography (pQCT)

pQCT pada radius dan tibia memberikan informasi yang tidak dapat diperoleh pada pemeriksaan DXA. pQCT memberikan informasi tentang geometri muskuloskeletal, serta BMD tulang kortikal dan trabekular yang sebenarnya. pQCT terutama berguna untuk kasus-kasus dimana DXA tidak bisa dikerjakan, misalnya pada pasien dengan deformitas tulang belakang, kontraktur panggul dan lutut atau terdapat alat metalik di badan. Saat ini metode pQCT dan *high resolution* pQCT hanya digunakan dalam konteks penelitian.

d. Pemeriksaan laboratorium dan petanda *turnover* tulang

Pada anak dengan faktor risiko Osteoporosis dianjurkan pemeriksaan kalsium, fosfat, 25(OH)-vitamin D, magnesium, alkali fosfatase dan iPTH serum (jika memungkinkan). Pemeriksaan hormon pubertas (LH, FSH, estradiol/testosteron), dan penanda inflamasi atau pemeriksaan laboratorium lain sesuai dengan penyakit yang mendasarinya dapat ditambahkan bila diperlukan.

Dua petanda turnover tulang yang direkomendasikan oleh *International Osteoporosis Foundation* dan *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* adalah

procollagen type I N terminal propeptide serum (PINP, merupakan petanda formasi tulang) dan *collagen type I cross-linked C-telopeptide* (CTx, suatu petanda resorpsi tulang). Kedua analit ini dipilih karena spesifik untuk tulang, stabilitas, dan kemudahan analisisnya. Kedua pemeriksaan ini belum tersedia luas di Indonesia.

Pada anak, ditemukan kadar NTx urin tersupresi pada saat terapi bisfosfonat untuk OI, dan tetap rendah dalam 2 tahun setelah terapi dihentikan. Efek terapi bisfosfonat oral pada petanda resorpsi tidak konsisten. Sampai saat ini tidak ada penelitian pada anak yang menilai penurunan risiko atau frekuensi fraktur. Bila penyebab sekunder Osteoporosis pada anak tidak didapatkan, maka pemeriksaan genetik menjadi pilihan selanjutnya. Dewasa ini pemeriksaan dengan teknik *targeted*, *whole exome*, dan *RNA sequencing* dapat dipertimbangkan untuk mencari penyebab genetik Osteoporosis, namun sayangnya pemeriksaan tersebut harus dilakukan di luar negeri, karena belum tersedia di Indonesia.

Tabel 3.26 Pemeriksaan Laboratorium pada Anak dengan Osteoporosis

Pemeriksaan dasar metabolisme tulang
Kalsium
Fosfat
PTH
Magnesium
Kreatinin
ALP
GGT
25-OH vitamin D
Darah tepi lengkap
Rasio kalsium: kreatinin urin (urin pagi hari)
Pemeriksaan untuk Osteoporosis sekunder
LED/CRP
Prolaktin

<p>Fungsi tiroid (Hipertiroid)</p> <p>LH, FSH, Testosteron atau estradiol (pubertas terlambat/hipogonad)</p> <p>IGF-1 (defisiensi GH)</p>
<p>Pemeriksaan tambahan</p> <p>Simpan DNA</p> <p>Kortisol urin 24 jam/ uji supresi deksametason (sindrom Cushing)</p>
<p>ALP: alkaline phosphatase; GGT: gamma glutamyl transferase; PTH: parathyroid hormone; LH: luteinizing hormone; FSH: follicle stimulating hormone; IGF-1: insulin-like growth factor-1</p>

6. Diagnosis

Definisi dan diagnosis Osteoporosis pada anak masih kontroversial. Tersedianya pemeriksaan BMD dengan DXA menyebabkan penggunaan pemeriksaan ini makin banyak pada populasi anak. Pada tahun 1990, diagnosis Osteoporosis pada anak mengikuti diagnosis Osteoporosis pada dewasa yaitu Z- Score BMD < -2 SD. Namun, definisi menyebabkan Z- Score BMD anak pendek atau anak dengan maturasi skeletal terlambat banyak yang rendah, sehingga banyak anak pendek yang didiagnosis dengan Osteoporosis “palsu”. Meskipun Z- Score BMD sudah dikoreksi berdasarkan ukuran tubuh anak namun masih banyak terjadi *overdiagnosis* Osteoporosis pada anak. Pada tahun 2007, *Internasional Society for Clinical Densitometry* (ISCD) merekomendasikan definisi Osteoporosis anak jika terdapat fraktur yang bermakna dengan Z- Score aBMD ≤ -2 SD.¹⁰⁹ Definisi ini menggantikan definisi lama yang hanya berdasarkan nilai Z- Score aBMD. Namun, pada populasi anak dapat ditemukan fraktur bermakna meskipun Z- Score aBMD > -2 SD, dan hal ini tidak tercakup dalam definisi Osteoporosis pada anak oleh ISCD 2007. Data penelitian yang ada menunjukkan hubungan terbalik antara Z- Score BMD dengan fraktur terkait trauma ringan. *Canadian STOPP Consortium* melaporkan adanya perbedaan nilai normal Z- Score BMD di vertebra lumbar sebesar 2,0 SD tergantung dari data yang

digunakan untuk membuat Z- Score. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa 48% anak dengan fraktur vertebra saat diagnosis leukemia memiliki skor BMD $>-2,0$ SD. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria Osteoporosis anak oleh ISCD 2007 tidak valid.¹⁶¹ ISCD pada tahun 2013 merevisi definisi Osteoporosis pada anak, dimana batas Z- Score BMD < -2 SD tidak lagi dibutuhkan untuk mendiagnosis Osteoporosis pada anak dengan fraktur vertebra dan tidak dibutuhkan data Z- Score BMD pada semua fraktur vertebra terkait trauma ringan. Pada tahun 2013, ISCD merekomendasikan menggunakan Z- Score BMD $< -2,0$ SD hanya untuk pasien dengan fraktur tulang panjang. Pasien dengan fraktur tulang panjang dianggap memiliki fraktur bermakna jika terdapat riwayat ≥ 2 fraktur tulang panjang pada usia 10 tahun dan ≥ 3 fraktur tulang panjang pada usia 18 tahun. ISCD 2013 dan 2019 juga menyatakan bahwa Z- Score aBMD (atau *bone mineral content*) > -2.0 tidak menghilangkan risiko terjadinya fraktur tulang panjang. Hal ini sesuai dengan penelitian Henderson dkk. yang mendapatkan hasil bahwa sekitar 15% anak dengan kelainan neuromuskuler dan fraktur ekstremitas memiliki Z- Score skor BMD femur distal lateral > -2.0 SD.

Penelitian Ma dkk. menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup konsisten antara Z- Score BMD vertebra lumbal dengan fraktur vertebra pada anak dengan leukemia limfositik akut. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Z- Score BMD sebagai salah satu variabel faktor risiko fraktur vertebra tetap valid. Pada anak yang memiliki faktor risiko Osteoporosis dengan riwayat fraktur terkait trauma ringan yang jelas maka tidak boleh ragu dalam menegakkan diagnosis pada kasus tersebut meskipun Z- Score BMD koreksinya $> -2,0$ SD. Sebaliknya, jika ditemukan fraktur berulang pada anak sehat yang tidak memiliki faktor risiko atau stigmata OI atau riwayat keluarga yang secara genetik terkonfirmasi mengalami Osteoporosis maka perlu dicari gambaran klinis lain untuk mendukung diagnosis Osteoporosis. Fraktur vertebra tanpa riwayat trauma menunjukkan adanya fragilitas tulang, dan makin rendah nilai Z- Score BMD maka makin besar kemungkinan Osteoporosis (meskipun BMD yang normal tidak mengeksklusi Osteoporosis). Pemeriksaan genetik diindikasikan pada anak sehat tanpa faktor risiko yang mengalami fraktur bermakna karena anak dengan mutasi kolagen tipe 1 dapat tidak memiliki

stigmata yang jelas. Secara keseluruhan, sekitar 7% pasien dengan mutasi kolagen tipe 1 tidak memiliki sklera biru ataupun dentinogenesis imperfekta.

7. Tata Laksana

Osteoporosis dan fraktur pada anak dapat menyebabkan morbiditas yang signifikan dan mengurangi kualitas hidup seseorang anak. Tujuan utama pelaksanaan Osteoporosis adalah pencegahan fraktur termasuk fraktur vertebra, skoliosis, dan perbaikan dalam fungsi, mobilitas dan rasa sakit serta meningkatkan kualitas hidup seorang anak. Tata Laksana terbagi atas pencegahan primer, sekunder, dan terapi Osteoporosis.

a. Pencegahan primer

Seorang dokter anak harus senantiasa menerapkan prinsip pencegahan primer, seperti pemberian vitamin D pada bayi, latihan menahan beban secara teratur dan diet sehat. Pedoman tentang kebiasaan gaya hidup sehat, termasuk penghindaran merokok dan penggunaan alkohol, harus menjadi komponen penting pengawasan kesehatan anak secara rutin.

Defisiensi atau insufisiensi vitamin D harus diidentifikasi lebih awal dan semua anak yang dicurigai menderita Osteoporosis wajib diberikan suplementasi vitamin D. Konsentrasi serum 25-(OH)D₃ yang optimal jarang dijumpai pada anak. Tingkat serum 25-(OH)D₃ > 50 nmol/L (\geq 20 ng/ml) umumnya disepakati untuk menunjukkan kecukupan vitamin D.

Anjuran asupan vitamin D harian pada anak dan kelompok yang berisiko Osteoporosis adalah sebagai berikut:

1) Asupan harian vitamin D:

Bayi sejak lahir-12 bulan: 400 IU > 12 bulan-18 tahun: 600 IU

2) Dosis vitamin D pada bayi dan anak dengan risiko:

a) Bayi usia 0-1 tahun diberikan 400 IU/hari

b) Anak berusia lebih dari 1 tahun diberikan vitamin D 600 IU/hari untuk mengoptimalkan kesehatan tulang dan fungsi otot, sedangkan untuk menaikkan kadar 25(OH)D menjadi \geq 30 ng/ml diperlukan vitamin D₃ 1000 IU/hari.

- c) Pada anak dengan obesitas, sindrom malabsorpsi, atau pada anak dengan pengobatan yang mengganggu metabolisme vitamin D seperti antikonvulsan, glukokortikoid, anti-jamur (ketokonazol), pengobatan HIV maka pemberian dosis vitamin D dinaikkan dua sampai tiga kali lebih tinggi sesuai usianya.
- 3) Pada anak dengan defisiensi vitamin D dan rickets diberi terapi vitamin D dengan dosis 2000 IU per hari selama minimal 12 minggu. Selain itu kalsium 500 mg/hari sebagai suplementasi atau asupan diet juga diberikan bersamaan dengan vitamin D, tanpa memperhatikan usia dan berat anak.
- b. Pencegahan sekunder
Pencegahan sekunder melibatkan pengenalan dini gangguan terkait dengan peningkatan risiko Osteoporosis dan pencegahan perkembangannya. Biasanya, manajemen gangguan ini optimal bersama dengan pemberian nutrisi yang memuaskan dan memadai penggantian mineral dan vitamin dapat mencegah Osteoporosis dan bahkan meningkatkan BMD.
 - c. Terapi Osteoporosis
Beberapa pilihan terapi telah dikembangkan untuk perawatan Osteoporosis primer dan Osteoporosis sekunder pada orang dewasa seperti terapi penggantian estrogen, *selective oestrogen receptor modulators*, bifosfonat, kalsitonin, testosteron dan hormon pertumbuhan. Sayangnya, sebagian besar obat tersebut dikontraindikasikan pada anak karena sifat biologis, efek samping dalam studi praklinis, atau kurangnya penelitian dalam penggunaan pada anak. Namun, bifosfonat merupakan satu-satunya obat yang banyak penggunaannya dan tersedia untuk anak, walaupun obat ini tidak secara resmi disetujui untuk penggunaan anak. Terapi intravena dengan bifosfonat secara siklik terutama pamidronat, telah menjadi modalitas terapi utama anak dengan osteogenesis imperfecta tipe sedang-berat. Hasil terapi bisfosfonat pada OI berupa perbaikan BMD telah dilaporkan dalam beberapa penelitian. Terapi bifosfonat telah digunakan pada beberapa penyakit pada anak, seperti *idiopathic juvenile Osteoporosis*, *Osteogenesis Imperfecta*, Osteoporosis

sekunder akibat imobilisasi, pengobatan steroid pada *juvenile rheumatoid arthritis*, leukemia, dan setelah transplantasi sumsum tulang dan hati.

1) Bisfosfonat

Bisfosfonat merupakan suatu analog sintetik pirofosfat dan banyak digunakan pada penanganan Osteoporosis primer maupun sekunder. Bisfosfonat menghambat kerja osteoklas. Dengan cara itu bisfosfonat menghambat resorpsi tulang pembentukan dan pertumbuhan diharapkan dapat berlanjut dan menghasilkan penebalan tulang kortikal dan trabekular yang lebih lebar dan kuat. Sediaan obat tersebut ada per oral dan intravena. Pada anak dan remaja pamidronat intravena merupakan obat yang paling sering digunakan, walaupun sampai saat ini penelitian RCT masih kurang. Dosis asam pamidronat yang direkomendasikan adalah 0,5–1 mg/kg per hari selama 3 hari setiap 3–4 bulan. Beberapa penelitian lain merekomendasikan penggunaan bifosfonat lainnya seperti asam neridronat atau asam zoledronat, yang memiliki efek lebih poten dan frekuensi yang lebih sedikit. Dosis zoledronat intravena 0,025–0,05 mg/kg/kali (drip dalam 30 menit), yang diberikan setiap 6 bulan dilaporkan memberi efek perbaikan BMD dan mengurangi risiko fraktur secara signifikan. Demikian pula penggunaan neridronat intravena 2 mg/kg/kali (drip dalam 30 menit) setiap 6 bulan juga memberikan hasil yang memuaskan. Protokol pemberian pamidronat dan zoledronat dapat dilihat pada Tabel 3.27 dan Tabel 3.28.

Tabel 3.27 Protokol Terapi Pamidronat Intravena pada Anak OI (Protokol Montreal dengan modifikasi)

Pemeriksaan awal	
Serum	Kalsium, fosfat, alkali fosfatase, kreatinin, DPL
Urin	Kalsium, kreatinin

Radiologis	Kepala (AP/Lateral), vertebra (AP tegak, thoraks lateral, segmen lumbar), ekstremitas atas dan bawah (AP/ lateral), usia tulang	
BMD	DXA	
Dosis (maksimal 60 mg/ hari)		
Usia	Dosis	Frekuensi
< 2 tahun	0,5 mg/kg/hari untuk 3 hari	2 bulan
2-3 tahun	0,75 mg/kg/ hari untuk 3 hari	3 bulan
>3 tahun	1,0 mg/kg/hari untuk 3 hari	4 bulan
Pengenceran		
Obat (mg)	Volume NaCl 0,9% (ml)	Kecepatan infus (ml/ jam)
0-5,0	50	15
5,1-10	100	30
10,1-15,0	150	45
15,1-25,0	250	75
25,1-50,0	500	150
50,1-60,0	600	180
Konsentrasi maksimal 0,1 mg/ml		
Pemantauan		
BMD setiap 2 siklus terapi atau minimal 2 kali dalam setahun		
Setiap siklus terapi		

Evaluasi klinis	Antropometri: tinggi badan, berat badan, lingkar kepala Asupan kalsium dan vitamin D Aktivitas Nyeri Jumlah fraktur, operasi Obat-obatan lainnya yang diminum Efek samping obat: demam tinggi (reaksi fase akut); pada bayi bisa disertai bronkospasme (jarang)*
Evaluasi laboratorium	Kreatinin serum sebelum terapi Kalsium ion sebelum infus pertama dan sebelum pulang DPL
Fisioterapi dan terapi okupasi dievaluasi setiap siklus terapi	

*untuk menghindari reaksi fase akut pamidronat diberikan setengah dosis di hari pertama siklus

Tabel 3.28 Protokol pemberian Asam Zoledronat (AZ) pada Bayi dan Anak

Usia	Dosis AZ dalam infus berdasarkan BB	Volume NaCl 0,9% yang diperlukan	Lama Pemberian Infus	Interval Siklus
Neonatus	0,0125 mg/kg/dosis	50 ml NaCl 0,9%	45 menit	-
Bayi	0,025 mg/kg/dosis	50 ml NaCl 0,9%	45 menit	3 bulan
>12 bulan	0,05 mg/kg/dosis	100 ml NaCl 0,9%	30 menit	6 bulan

Bisfosfonat oral lebih jarang digunakan pada anak, karena keterbatasan dalam efek samping gastrointestinal yang menonjol dan belum ada bukti klinis efek terapinya yang

signifikan. Pada umumnya bisfosfonat oral dapat dipertimbangkan pemberiannya sebagai terapi alternatif pada anak yang dapat menelan tablet (karena tablet bifosfonat tidak boleh dihancurkan atau diberikan dalam bentuk puyer), dan duduk tegak selama sekitar 30 menit setelah minum obat.

Efek samping yang sering timbul dalam terapi bifosfonat adalah peningkatan reaksi inflamasi biasanya pasca pemberian dosis pertama pada 85% anak dengan manifestasi klinis seperti demam, malaise, diare, nausea dan mialgia yang biasanya bisa muncul dalam 72 jam setelah pemberian. Hipokalsemia dan hipofosfatemia serta peningkatan *C-reactive protein* dapat terjadi, namun umumnya tanpa manifestasi klinis yang berat. Pemeriksaan elektrolit, suplementasi vitamin D, dan kalsium direkomendasikan sebelum terapi bifosfonat. Selain manfaat terapi bifosfonat perlu diwaspadai dampak anti-resorptif bifosfonat. Bifosfonat menurunkan kemampuan remodeling tulang, sehingga perbaikan tulang dapat terganggu. Hal itu meningkatkan kekakuan tulang, mikrolesi, dan penyembuhan pada anak pasca osteotomi dapat tertunda.

d. Rehabilitasi

Selain dengan terapi medikamentosa tujuan terapi Osteoporosis pada anak dapat dicapai dengan melibatkan rehabilitasi medik dan terapi pembedahan. Untuk kepentingan rehabilitasi medik pasien dengan Osteoporosis riwayat penyakit, risiko jatuh, serta risiko fraktur pada pasien penting untuk diketahui. Risiko fraktur dapat dinilai dengan *WHO Fracture Risk Algorithm (FRAX)*. Algoritma itu dikembangkan untuk memprediksi kemungkinan fraktur dalam 10 tahun mendatang.

Fraktur berulang pada anak dengan OI dan penyakit kronis dapat mengurangi mobilitas, kekuatan otot, serta kekuatan tulang. Studi pada orang dewasa menunjukkan bahwa *Whole Body Vibration (WBV)* dengan frekuensi tinggi dan amplitudo rendah sedang dikembangkan sebagai terapi non medikamentosa untuk meningkatkan kekuatan otot dan mobilitas pada anak. Studi randomisasi pada tikus dengan OI menunjukkan adanya

perbaikan tulang kortikal dan trabekular dengan WBV. Hal tersebut juga mendukung studi observasi pada anak dengan OI yang menunjukkan perbaikan kekuatan, keseimbangan, dan mobilitas. Pasien dengan Osteoporosis sekunder seperti palsy serebral yang mendapatkan terapi WBV 9 menit setiap hari, lima kali seminggu, menunjukkan peningkatan kecepatan berjalan tanpa adanya efek pada tulang atau perbaikan pada densitas tulang tibial atau ketebalan tulang kortikal.

Program rehabilitasi medik pada OI merupakan salah satu komponen penting tatalaksana multidisiplin. Osteogenesis Imperfecta memiliki gejala klinis yang sangat kompleks, sehingga tatalaksana rehabilitasi fisik OI memerlukan panduan yang sesuai. *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* digunakan sebagai kerangka kerja untuk rehabilitasi medik pasien OI. Penggunaan kerangka kerja ICF akan membantu melihat seberapa besar manfaat terapi bagi penderita OI.

Rehabilitasi sebaiknya dilakukan segera pada usia dini, sehingga anak dapat mengatasi ketakutan akan fraktur ketika sedang belajar ketrampilan motorik baru dan beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang baru. Berikut ini adalah beberapa pernyataan yang menjadi dasar rehabilitasi fisik anak dan remaja dengan OI:

- 1) Tujuan perawatan menyeluruh untuk anak dengan OI untuk memaksimalkan mobilitas, fungsi, kegiatan, dan keterlibatan.
- 2) Ketakutan fraktur ada pada individu dengan OI, keluarga, dan para profesional kesehatan yang merawat mereka. Hal ini bisa menghambat untuk mencapai potensi mereka sepenuhnya.
- 3) Fungsi otot yang optimal dapat berkontribusi untuk meningkatkan pengembangan motorik, mobilitas dan fungsi kemandirian, serta keterlibatan dalam masyarakat.
- 4) Setelah fraktur, rentang gerak sendi aktif, kekuatan otot dan fungsi anggota tubuh yang terkena harus dievaluasi kembali. Rehabilitasi dini dimulai setelah patah tulang

sangat penting untuk mengevaluasi dampak fungsional dari fraktur, lakukan intervensi jika perlu dan hindari imobilitas.

- 5) Penguatan otot dada dan ekstremitas digunakan untuk mengurangi nyeri punggung, meningkatkan kapasitas pernapasan dan stabilitas dada untuk duduk.
- 6) Penyangga tulang belakang yang lembut digunakan untuk pasca operasi menstabilkan dada namun belum ada bukti yang menunjukkan manfaatnya pada OI. Penyangga pada individu OI dengan deformitas spinal belum direkomendasikan.
- 7) Masalah ekstemitas bagian atas pada anak OI akan membatasi keterlibatan aktivitas harian mengurus diri mereka.
- 8) Alat bantu yang sesuai, akan membantu keterbatasan dalam pergerakan bagian tubuh atas serta lemahnya kekuatan otot sehingga dapat membantu kemandirian dalam kegiatan harian mengurus diri.
- 9) Rehabilitasi fisik dini pada bayi OI termasuk penilaian, terapi dan edukasi pengasuh. Terapis melatih pengasuh anak bagaimana posisi optimal dan aman dan memegang sehingga mendukung pengasuhan dan perkembangan sambil meminimalkan risiko fraktur dan deformitas.
- 10) Meskipun telah memegang dengan sangat hati-hati bayi dan anak dengan OI masih bisa mengalami fraktur selama masa bayi. Terapis dan pengasuh harus menggunakan dukungan tangan yang lebar, perlahan dan gerakan lembut sehingga tangan tidak terpeluntir.
- 11) Posisi bergantian (terlentang, tengkurap, dan berbaring satu sisi) dapat meminimalkan deformitas pada kepala dan tungkai. Sangat penting memulai posisi duduk tegak pada bayi saat control kepala dan dada sudah kuat.
- 12) Beberapa bayi dengan OI akan mengikuti pola perkembangan secara umum namun bayi lainnya akan secara individu mengembangkan pola gerakannya sendiri.

Pada anak usia sampai dengan 2 tahun sangat disarankan untuk memegang bayi dalam posisi supinasi terutama bagi bayi dengan OI yang berat. Memegang dengan posisi supinasi akan

menurunkan risiko fraktur remuk, *kyphosis*, dan skoliosis menurut Marr C, dkk. Komplikasi akibat posisi supinasi jangka panjang berupa *brachycephaly* dan *plagiocephaly* dapat diminimalkan dengan mengingatkan orangtua atau pengasuh merubah posisi kepala miring kiri miring kanan secara perlahan dan jika memungkinkan dengan membaringkan dengan posisi tengkurap.

Penelitian Hoyer-Kuhn dkk tahun 2014 menunjukkan jika latihan berupa *whole body vibration* selama satu tahun pada anak OI (rerata usia 9 tahun) dapat memperbaiki pergerakan anak. Hal itu akan meningkatkan *bone mineral content* dan *bone mineral density*, dan pada akhirnya membantu anak untuk mandiri.

Tabel 3.29 Konsep ICF (*International Classification of Functioning, Disability and Health*) yang digunakan pada anak dan remaja dengan OI

Penilaian OI berdasarkan kategorisasi Model ICF			
Struktur atau Fungsi Tubuh		Aktivitas	
Antropometri	Tinggi/Berat Tinggi duduk	Gait/Berjalan/Mobilitas	<i>Timed "Up and Go"</i> (TUG)
	Panjang kaki		Skala ambulasi Bleck atau Hoffer – skala 4 poin
			Skor Bleck Modifikasi
Ketahanan	Tes berjalan 6 menit		Skala Berjalan Gillette
	Tes latihan maksimal		Skala Fungsional Mobilitas

			Skor Gait dan Keseimbangan Tinetti
Nyeri	<i>Visual analog scale/ Visual numeric scale</i>		Tes berjalan 1 menit Tes 10 m
	Skala nyeri Wong Baker		Tes 2 menit duduk dan berdiri
			** 10 m <i>shuttle ride test</i>
Postur/ Keseimbangan	Keseimbangan Berg	Motorik Kasar	** <i>Brief Assessment of Motor Function (BAMF)</i> skala ekstremitas atas dan bawah
	Tes Keseimbangan Pediatrik		<i>Alberta Infant Motor Scale (AIMS)</i>
			** GMFM 88 (<i>Gross Motor Function Measure</i>)
Hiperabilitas	Skala Hiperabilitas Beighton		
	Skala Bulbena	Motorik Halus	DASH (<i>Disability of arm, shoulder, and hand</i>)
		Perkembangan	Skala Bayley Perkembangan Bayi

<i>Range of Motion (ROM)</i>	Goniometri		Skala Denver
			Skala Barthel
Kekuatan	Tes Manual Otot		
	Pengukuran Dinamometer	Multidomain	<i>Bruininks – Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT)</i>
	Kekuatan Genggam (<i>Grip strength</i>)		Skala Bayley Perkembangan Bayi
			Wee-FIM
<i>Fatigue</i>	<i>Checklist Individual Strength-20 (CIS-20)</i>		<i>PEDI (Pediatric Evaluation of Disability Inventory)</i>
			<i>Movement ABC-2</i>
			Skala Perkembangan Motorik Peabody
		Tambahan	
		Multidomain	<i>Children’s Assessment of Participation and Enjoyment (CAPE)</i>
	Kualitas Hidup	** OI- QoL	

		<i>Pediatric Outcomes Data Collection Instrument (PODCI)</i>
	Status Kesehatan	<i>Child Health Assessment Questionnaire (CHAQ)</i>

Pada anak dengan Osteoporosis penting juga menghindari aktivitas yang memacu adrenalin seperti berkuda, *roller coaster*, olahraga kontak fisik (seperti sepak bola, bela diri dan olah raga sejenis lainnya), mengangkat beban berat di punggung (seperti membawa buku sekolah yang berat di punggung), atau aktivitas olahraga yang mensyaratkan untuk melengkungkan vertebra ke belakang.

Aktivitas fisik angkat beban pada terapi fisik dengan jumlah beban terukur juga dapat membantu meningkatkan massa tulang selain itu aktivitas berenang dan terapi air (*hydrotherapy*) dikatakan dapat memberikan manfaat pada anak-anak dengan tulang yang sangat rapuh.

e. Pembedahan pada anak

Terapi pembedahan pada anak diindikasikan apabila terjadi patah tulang, pilihan terapi pembedahan pada umumnya sama dengan pada orang dewasa.

BAB IV

RANGKUMAN PERINGKAT BUKTI DERAJAT REKOMENDASI

A. Osteoporosis pada Dewasa

1. Anamnesis dilakukan untuk menggali riwayat dan risiko Osteoporosis (peringkat bukti III; derajat rekomendasi C)
 - a. Keluhan utama
 - b. Faktor risiko Osteoporosis atau penyebab Osteoporosis sekunder
 - c. *One minute Osteoporosis test*
 - d. Riwayat fraktur
 - e. Faktor risiko fraktur
 - f. Faktor risiko jatuh
2. Pemeriksaan fisik dilakukan untuk mengetahui adanya kondisi klinis yang mungkin berkaitan dengan Osteoporosis (peringkat bukti III; derajat rekomendasi C)
 - a. Keadaan umum, tinggi dan berat badan, IMT, gaya berjalan, uji keseimbangan.
 - b. Evaluasi deformitas tulang
 - c. Evaluasi gigi geligi
 - d. Evaluasi tanda-tanda goiter
 - e. Protuberansia abdomen
 - f. Kifosis dorsal, spasme otot paravertebral
 - g. Nyeri tulang atau deformitas karena fraktur
 - h. Kelainan kulit
3. Pemeriksaan penunjang meliputi pemeriksaan laboratorium, pemeriksaan radiologi dan BMD dengan indikasi sebagai berikut:
 - a. Pemeriksaan laboratorium (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi B)
 - 1) Pemeriksaan laboratorium rutin meliputi darah perifer, reaktan fase akut (laju endap darah), kalsium darah, albumin, kreatinin, fosfat, transaminase hati, fosfatase alkali
 - 2) Pemeriksaan laboratorium lain sesuai indikasi (mencari penyebab Osteoporosis sekunder
 - 3) Petanda biokimia darah meliputi CTX dan P1NP
 - b. Pemeriksaan radiologi

Foto polos lateral vertebra torakal dan lumbal untuk menilai fraktur vertebra. Penilaian fraktur vertebra harus dipertimbangkan pada wanita pascamenopause bila terdapat riwayat penurunan tinggi badan sebanyak 4 cm atau lebih, kifosis, penggunaan kortikosteroid saat ini atau riwayat penggunaan kortikosteroid sebelumnya, nilai BMD T-score <-2,5, dan pada pasien dengan riwayat fraktur nonvertebra pada usia 50 tahun atau lebih. (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi B)

- c. Pemeriksaan BMD. Pemeriksaan BMD dengan metode DXA dilakukan untuk memastikan diagnosis Osteoporosis (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A). Vertebra adalah lokasi yang kurang tepat untuk diagnosis Osteoporosis mengingat tingginya frekuensi perubahan degeneratif yang dapat menimbulkan artefak nilai BMD meningkat. Vertebra adalah lokasi yang lebih dipilih untuk evaluasi respon terapi.

Indikasi pemeriksaan BMD DXA adalah:

- a) Perempuan berusia 65 tahun atau lebih
- b) Perempuan pascamenopause dengan:
- c) Riwayat fraktur tanpa trauma mayor, atau
- d) Gambaran osteopenia pada foto polos, atau
- e) Memulai atau menggunakan glukokortikoid jangka panjang (3 bulan atau lebih)
- f) Perempuan perimenopause atau pascamenopause dengan risiko Osteoporosis seperti IMT <20 kg/m², pengguna glukokortikoid jangka panjang (3 bulan atau lebih), riwayat fraktur Osteoporosis pada keluarga, menopause dini (usia 40 tahun atau kurang), merokok, dan mengonsumsi alkohol
- g) Laki-laki berusia 70 tahun atau lebih
Laki-laki berusia kurang dari 70 tahun dengan satu atau lebih factor risiko Osteoporosis, seperti IMT rendah, riwayat fraktur karena trauma ringan, mengonsumsi obat atau memiliki kondisi lain yang berhubungan dengan Osteoporosis
- h) Mengalami penyakit atau kondisi yang berisiko mengalami Osteoporosis, misalnya:
 - (1) Arthritis rheumatoid atau spondilitas ankilosa

- (2) Pengobatan kortikosteroid
- (3) Menggunakan terapi antikonvulsan selama lebih dari 5 tahun.
- (4) Kreatinin klirens <50 mL/menit atau penyakit tubular ginjal
- (5) Osteomalasia
- (6) Hiperparatiroidisme
- (7) Penggunaan terapi pengganti tiroid lebih dari 10 tahun
- (8) Imobilisasi lama (lebih dari 1 bulan)
- (9) Evaluasi terapi Osteoporosis

4. Diagnosis Osteoporosis

Diagnosis Osteoporosis menurut WHO pada wanita postmenopause dan laki-laki ≥ 50 tahun tanpa adanya fraktur patologis menggunakan T-score (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A) :

- a. Nilai T-score ≥ -1 dikatakan normal
- b. Nilai T-score -1 sampai dengan $-2,5$ dikatakan osteopenia
- c. Nilai T-score $\leq -2,5$ dikatakan Osteoporosis

5. Tata Laksana Osteoporosis

a. Tata Laksana Farmakologis

1) Indikasi

Indikasi tata laksana farmakologis dengan obat antiOsteoporosis:

- a) Pasien dengan fraktur Osteoporosis
- b) Pasien dengan hasil BMD masuk dalam kategori Osteoporosis
- c) Pasien dengan osteopenia DAN probabilitas fraktur Osteoporosis mayor dalam 10 tahun $>20\%$, ATAU probabilitas fraktur panggul dalam 10 tahun $>3\%$ menurut perhitungan dengan FRAX.
- d) Pasien dengan risiko fraktur menurut perhitungan FRAX memiliki probabilitas fraktur Osteoporosis mayor dalam 10 tahun $>20\%$ atau probabilitas fraktur panggul dalam 10 tahun $>3\%$.

2) Pilihan terapi

Bisfosfonat, disertai dengan suplementasi kalsium dan vitamin D yang cukup, merupakan terapi lini pertama untuk

pengecahan dan terapi Osteoporosis pada wanita postmenopause, pada pria, dan pada pasien yang mendapat glukokortikoid jangka panjang (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A). Terapi sulih hormon, REMS, hormon paratiroid dan inhibitor RANKL (denosumab) dapat diberikan apabila kontraindikasi atau tidak respon terhadap bifosfonat (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A).

3) Durasi

Durasi tatalaksana Osteoporosis dengan bisfosfonat adalah 3-5 tahun. Pengobatan Osteoporosis dengan bisfosfonat lebih dari 3-5 tahun (lebih dari 3 tahun dengan asam zoledronat atau lebih dari 5 tahun dengan alendronate, ibandronate dan risedronate) dapat dipertimbangkan untuk keadaan berikut:

- a) Usia 75 tahun atau lebih
- b) Riwayat fraktur panggul atau vertebra sebelumnya
- c) Timbulnya satu atau lebih fraktur dengan trauma minimal selama pengobatan setelah non-adheren terapi (kurang dari 80% terapi) atau Osteoporosis sekunder
- d) Mengonsumsi kortikosteroid oral dengan dosis ≥ 7.5 mg prednisolone/hari atau ekuivalen.

b. Tata Laksana Nonfarmakologis

1) Tata Laksana Nutrisi

- a) Mempertahankan berat badan ideal dan mencegah malnutrisi. (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A).
- b) Direkomendasikan untuk memenuhi asupan kalsium sejumlah 700-1200 mg/hari. Apabila tidak dapat dipenuhi dari asupan makanan, maka dapat ditambahkan suplementasi. (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A)
- c) Perempuan pascamenopause dan laki-laki berusia ≥ 50 tahun dengan risiko fraktur, disarankan untuk diberikan vitamin D kolekalsiferol 800 IU/hari (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A)
- d) Perempuan pascamenopause dan laki-laki berusia ≥ 50 tahun yang mendapat terapi pencegahan Osteoporosis, perlu diberikan suplementasi kalsium apabila

asupannya kurang dari 700 mg/hari dan suplementasi D kolekalsiferol 800 IU/hari, baik pada pasien yang berisiko ataupun ditemukan bukti insufisiensi vitamin D (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A)

- e) Membatasi asupan alkohol ≤ 2 unit/hari. (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).
 - f) Membatasi asupan kafein $< 1-2$ saji atau 250–375 mL/hari. (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).
- 2) Latihan fisik (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).
- a) Tahap pertama
Tahapan latihan yang bertujuan untuk mempertahankan dan memperkuat tulang serta mengurangi resiko fraktur di masa depan, dimana latihan ini ditujukan untuk orang-orang yang memiliki resiko fraktur yang rendah.
 - b) Tahap kedua
Tahap kedua adalah latihan yang bertujuan untuk mengurangi resiko fraktur di masa depan dan sifat latihan yang aman dan efektif bertujuan untuk menjaga kebugaran. Latihan ini ditujukan untuk orang-orang yang memiliki resiko tinggi fraktur yang kemungkinan telah terdapat riwayat fraktur di masa lalu.
 - c) Tahap ketiga
Tahap ketiga adalah latihan yang bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan keseimbangan sehingga mengurangi resiko jatuh, latihan ini ditujukan pada orang tua dan orang yang rentan terkena fraktur.
- 3) Rehabilitasi medik (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).

Penanganan Rehabilitasi Medik pada Osteoporosis:

- a) Evaluasi dan pertimbangkan keselamatan fisik dan fungsional pasien, status psikologis dan sosial, status medis, status gizi, dan status mental serta penggunaan obat sebelum meresepkan program rehabilitasi.
- b) Berikan latihan rehabilitasi medik yang aman, seperti latihan *posture*, *transfers*, *lifting*, dan *ambulation* pada pasien dengan Osteoporosis. Jika perlu, gunakan alat

bantu untuk meningkatkan keseimbangan saat melakukan aktivitas sehari-hari.

- c) Melakukan latihan dengan tujuan memperbaiki postur dan keseimbangan, memperkuat otot quadriceps depan untuk dapat bangkit tanpa bantuan dari kursi; menganjurkan penggunaan alat bantu prostesa.
- d) Evaluasi lingkungan rumah untuk faktor risiko jatuh dan peran sosial, terutama keluarga.
- e) Berdasarkan kondisi awal pasien, berikan rekomendasi latihan fisik yang mencakup aktivitas aerobik, latihan postur, latihan ketahanan otot dan kekuatan otot dan tulang, latihan peregangan untuk jaringan lunak dan sendi, dan latihan keseimbangan.
- f) Jika pada pasien tidak ada kendala dan penyulit, latihan aerobik yang dapat dilakukan adalah berjalan dan mandiri melakukan kegiatan sehari-hari, seperti pekerjaan rumah tangga dan berkebun, adalah cara-cara praktis untuk pemeliharaan kebugaran dan menjaga massa otot dan tulang. Olahraga yang tepat dapat meningkatkan fungsi fisik, massa tulang, kekuatan otot, dan keseimbangan, serta mengurangi risiko jatuh.
- g) Hindari imobilisasi jangka panjang dan sarankan istirahat di tempat tidur (dengan duduk dan ambulasi periodik) hanya jika diperlukan dan untuk periode sesingkat mungkin.
- h) Pada pasien Osteoporosis dengan komplikasi fraktur vertebral dengan nyeri akut atau nyeri kronis perlu disarankan penggunaan orthoses (misalnya, vertebral brace, korset, dan orthosis lainnya sebagai pendukung saat melakukan latihan postur) dapat mengurangi nyeri dengan mengurangi beban pada lokasi fraktur dan menjaga kesegaran vertebra mendekati sudut semula.
- i) Manajemen nyeri yang efektif adalah landasan dalam proses rehabilitasi fraktur vertebral. Pereda nyeri dapat diperoleh dengan menggunakan berbagai teknik fisik, farmakologis, dan perilaku dengan memperhatikan efek

samping seperti disorientasi atau sedasi yang dapat menyebabkan jatuh.

- j) Apabila pemasangan orthosis tidak dapat dilakukan, maka perlu dilakukan tindakan operatif seperti *kyphoplasty* atau *vertebroplasty* oleh dokter bedah orthopedi.
- c. Tatalaksana nyeri. Pilihan dan strategi untuk tata laksana nyeri pada fraktur Osteoporosis meliputi:
- 1) Acetaminophen: 650 mg secara oral setiap 4-6 jam; dosis maksimum 4000 mg/hari untuk pengobatan nyeri ringan sampai sedang (peringkat bukti IA ; derajat rekomendasi A).
 - 2) Antidepresan (Amitriptyline, Duloxetine): Terapi lini pertama untuk nyeri neuropatik. Amitriptyline (antidepresan trisiklik) 25-100 mg oral sekali sehari atau dalam 2 dosis terbagi. Dosis tunggal maksimal 75 mg, dosis > 75/hari harus digunakan dengan hati-hati pada orang dewasa > 65 tahun. Duloxetine, *serotonin-norepinephrine reuptake inhibitor* (SNRI) 60-120mg per oral sekali sehari atau dalam 2 dosis terbagi.
 - 3) Anti-inflamatorik (NSAIDs): Dosis tergantung obat, bermanfaat untuk menekan nyeri terkait peradangan ringan hingga sedang (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A).
 - 4) Antiepileptik (Gabapentin, Pregabalin): Terapi lini pertama untuk nyeri neuropatik. Gabapentin 900–3600 mg per oral dalam 3 dosis terbagi. Pregabalin 300–600 mg/hari secara oral dalam 2 dosis terbagi.
 - 5) Aspirin: 350–650 mg per oral setiap 4 jam; dosis maksimum 3600 mg/hari. Bermanfaat untuk nyeri ringan (penggunaan sementara).
 - 6) *Bracing* dan Orthosis Spinal: Berbagai macam *bracing* lunak, semi kaku, kaku, dan dinamis tersedia untuk digunakan setelah patah tulang belakang untuk mengontrol rasa sakit, meningkatkan konsolidasi fraktur, mendukung postur tubuh, dan meningkatkan keseimbangan, fungsi fisik, dan kualitas hidup (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).

- 7) CBT (*Cognitive Behavioral Therapy*) dapat meningkatkan fungsi dan kualitas hidup pasien yang menderita nyeri kronis.
 - 8) Terapi Komplimenter: Pernapasan dalam, relaksasi otot progresif, meditasi, dan teknik relaksasi lainnya dapat membantu melepaskan ketegangan otot dan mengalihkan perhatian pasien dari rasa sakit dan kecemasan terkait. Terapi *biofeedback* dapat membantu untuk mengatasi nyeri akut dan/atau kronis akibat patah tulang.
 - 9) E-Stim/TENS: E-Stim, juga disebut stimulasi saraf listrik transdermal (TENS) yang efektif untuk nyeri kronis, menggunakan transmisi arus listrik ringan yang diterapkan ke kulit pasien di lokasi cedera atau nyeri.
 - 10) Terapi panas/dingin: Pemberian es dan/atau panas, bergantian atau sendiri-sendiri, dapat meningkatkan penyembuhan dan efektif dalam mengurangi pembengkakan, meningkatkan aliran darah, dan meredakan nyeri akibat kejang otot.
 - 11) Opioid: Opioid adalah analgesia yang sangat efektif untuk nyeri akut. Direkomendasikan hanya untuk penggunaan jangka pendek dengan fraktur akut.
- d. Tata Laksana Bedah
- 1) Tata laksana bedah diperlukan pada kasus-kasus Osteoporosis yang disertai dengan fraktur. Pasien dengan Osteoporosis umumnya mengalami fraktur akibat cedera dengan energi rendah, misalnya jatuh terduduk atau jatuh dengan bertumpu pada ekstremitas. Fraktur yang sering terjadi akibat Osteoporosis adalah fraktur tulang belakang, fraktur vertebra, dan fraktur humerus distal (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A).
 - 2) Perawatan Pascafraktur dan Fracture Liason Service (FLS) Pada perawatan pascafraktur, diperlukan tim multidisiplin, yang melibatkan spesialisasi geriatri, bedah ortopedi, penyakit dalam, ilmu gizi klinik, kedokteran olahraga, kedokteran fisik dan rehabilitasi medik, spesialisasi lain, dan dokter umum, serta tenaga non-medis terkait (peringkat bukti IC; derajat rekomendasi B).

6. Osteoporosis akibat steroid

- 1) Perlu dilakukan evaluasi dan klasifikasi risiko fraktur pada setiap pasien yang menggunakan steroid dengan dosis setara prednison $\geq 2,5$ mg/hari selama 3 bulan atau lebih
- 2) Evaluasi risiko fraktur dilakukan pada enam bulan pertama terapi steroid secara klinis, menggunakan instrument FRAX atau BMD
- 3) Evaluasi ulang risiko fraktur dilakukan minimal setelah 12 bulan
- 4) Pada pasien yang menggunakan steroid dengan dosis setara prednison $\geq 2,5$ mg/hari selama 3 bulan atau lebih perlu diberikan suplementasi kalsium 1000-1200 mg/hari dan vitamin D 600-800 IU/hari
- 5) Tatalaksana Osteoporosis akibat steroid dengan bisfosfonat diberikan pada individu dengan risiko fraktur sedang-tinggi.

Tabel 4.1. Rangkuman rekomendasi Osteoporosis pada Dewasa

No	Pernyataan Rekomendasi	Peringkat Bukti	Derajat Rekomendasi
1	Anamnesia, pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan radiologi foto polos dilakukan untuk diagnosis Osteoporosis.	III	C
2	Pemeriksaan kepadatan tulang (<i>bone mineral density</i> atau BMD) dilakukan untuk memastikan diagnosis Osteoporosis.	IA	A
3	Penghitungan risiko fraktur dengan FRAX dilakukan pada pasien dengan faktor risiko Osteoporosis.	IB	A
4	Terapi Osteoporosis dapat dimulai berdasarkan kriteria terdapat fraktur Osteoporosis, nilai BMD memenuhi kriteria, atau risiko fraktur (FRAX) tinggi.	IA	A

5	Terapi non-farmakologis meliputi menjaga berat badan ideal, membatasi kafein dan alkohol, asupan kalsium dan vitamin D yang adekuat, latihan fisik, dan rehabilitasi medik direkomendasikan untuk pencegahan dan terapi Osteoporosis.	IC	B
6	Suplementasi kalsium dan vitamin D yang adekuat direkomendasikan untuk pencegahan dan terapi Osteoporosis.	IB	A
7	Obat bisfosfonat (alendronate, risedronate, ibandronate, zoledronate) merupakan terapi lini pertama untuk pencegahan dan terapi Osteoporosis pada wanita postmenopause, pada pria, dan pada pasien Osteoporosis akibat glukokortikoid.	IA	A
8	Terapi sulih hormon, <i>selective estrogen receptor modulator</i> (SERM), hormon paratiroid dan <i>receptor activator of nuclear factor kappa-beta ligand</i> (RANKL) <i>inhibitor</i> (seperti <i>denosumab</i>) dapat diberikan apabila kontraindikasi atau tidak respon terhadap bifosfonat	IA	A
9	Terapi farmakologik terhadap nyeri meliputi obat anti-nyeri (analgetik dan NSAID) diberikan sesuai indikasi.	IB	A
10	Terapi non-farmakologik (seperti pemakaian <i>bracing, orthosis, CBT, TENS</i> , terapi panas atau dingin dan lain-lain) diberikan sesuai indikasi.	IC	B
11	Tatalaksana bedah dilakukan pada pasien yang mengalami fraktur sesuai dengan indikasi dan kondisi pasien.	IB	A
12	Perawatan pasca fraktur (<i>fracture liaison service</i>) dilakukan untuk mencegah fraktur	IB	A

	berikutnya dengan melibatkan tim multi-disiplin sesuai dengan bidang keahliannya.		
13	Pemantauan terapi Osteoporosis dilakukan secara periodik dengan pemantuan klinis, penghitungan risiko fraktur (FRAX), pemeriksaan BMD, pemeriksaan radiologi, dan pemeriksaan laboratorium (kadar kalsium, vitamin D, <i>bone marker</i>) sesuai indikasi.	IB	A

B. Osteoporosis pada Anak

1) Diagnosis

Diagnosis Osteoporosis pada anak dan remaja ditegakkan dengan kriteria sebagai berikut (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A):

- a) Didapatkan adanya satu atau lebih fraktur kompresi vertebra tanpa adanya trauma bermakna atau tanpa penyakit/kelainan yang mendasarinya (tanpa memperhatikan hasil BMD) Atau
- b) Jika tidak didapatkan fraktur kompresi vertebra:
 - (1) Nilai Z- Score BMD $\leq -2,0$ SD, dan
 - (2) Adanya riwayat fraktur yang bermakna, yaitu
 - (a) dua atau lebih fraktur tulang panjang pada usia 10 tahun, atau
 - (b) tiga atau lebih fraktur tulang panjang pada usia berapapun sampai usia 19 tahun.
- 2) Pemeriksaan foto polos tulang. Digunakan untuk mendeteksi adanya fraktur di vertebra maupun tulang panjang. (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A). Pemeriksaan tersebut dilakukan berkala minimal setiap 2 tahun pada anak berisiko Osteoporosis atau dalam terapi glukokortikoid jangka panjang.
- 3) Pemeriksaan *Bone Age*. Indikasi pemeriksaan *Bone Age* adalah gangguan pertumbuhan atau pubertas (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A). Pemeriksaan tersebut untuk menentukan maturasi skeletal

yang berguna untuk menentukan apakah anak tumbuh sesuai potensi genetiknya.

- 4) Pemeriksaan laboratorium biokimia. Pemeriksaan kalsium, fosfat, 25(OH)-vitamin D, magnesium, alkali fosfatase dan iPTH serum. Tergantung penyakit yang mendasarinya maka dapat dikerjakan pemeriksaan hormon pubertas (LH, FSH, estradiol/testosteron), dan penanda inflamasi atau pemeriksaan laboratorium lain. (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A). Pemeriksaan *bone turnover* (formasi tulang maupun resorpsi tulang) tidak diperlukan untuk menegakkan diagnosis Osteoporosis. (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A).
- 5) Pemeriksaan DXA (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A).
 - a) Pemeriksaan DXA merupakan metode yang direkomendasikan untuk menilai BMC dan areal BMD (aBMD).
 - b) Lokasi pemeriksaan yang direkomendasikan adalah vertebra dengan posisi postero-anterior (PA) dan seluruh tubuh tanpa kepala (*total body less head*).
 - c) Hasil BMC dan aBMD dinyatakan dalam Z- Score. Hasil pemeriksaan DXA tidak menyimpulkan osteopenia ataupun Osteoporosis.
 - d) Hasil pemeriksaan DXA pada anak dinyatakan sebagai *low bone mass* atau *low bone mineral density* jika hasil Z- Score BMC dan aBMD ≤ -2 SD.
 - e) Pada anak dengan perawakan pendek atau gangguan pertumbuhan maka hasil pemeriksaan BMC dan aBMD perlu disesuaikan dengan Z- Score tinggi badan.
- 6) *Peripheral Quantitative Computed Tomography* (pQCT). (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A).

Pemeriksaan tersebut tidak direkomendasikan untuk digunakan dalam menilai kepadatan tulang pada anak dan remaja dalam praktik sehari-hari.
- 7) Pada anak dengan risiko Osteoporosis direkomendasikan untuk menjamin kecukupan nutrisi harian, terutama

vitamin D dan kalsium (peringkat bukti IA; derajat rekomendasi A).

- 8) Pada Osteoporosis sekunder tatalaksana juga ditunjukkan pada penyakit primer (peringkat bukti IB; derajat rekomendasi A).

Tabel 4.2. Rangkuman rekomendasi Osteoporosis pada Anak

No	Pernyataan Rekomendasi	Peringkat Bukti	Derajat Rekomendasi
1	Diagnosis Osteoporosis pada anak dan remaja ditegakkan berdasarkan kriteria satu atau lebih fraktur kompresi vertebra tanpa ada trauma atau penyakit lain.	IA	A
2	Apabila tidak terdapat fraktur, maka nilai Z-score dari pemeriksaan BMD dipakai untuk diagnosis Osteoporosis pada anak dan remaja.	IA	A
3	Pemeriksaan foto polos tulang digunakan untuk deteksi fraktur tulang.	IB	A
4	Pemeriksaan <i>bone age</i> dilakukan untuk menentukan maturasi skeletal yang berguna untuk menentukan apakah anak tumbuh sesuai potensi genetiknya.	IB	A
5	Pemeriksaan laboratorium seperti pemeriksaan kalsium, fosfat, 25(OH)-vitamin D, magnesium, alkali fosfatase, iPTH serum, dan hormon pubertass dapat dilakukan tergantung penyakit yang mendasarinya.	IB	A
6	Pemeriksaan BMD DXA dilakukan untuk menilai BMC dan areal BMD (aBMD).	IA	A

7	Pemeriksaan <i>Peripheral Quantitative Computed Tomography</i> (pQCT) dilakukan apabila pemeriksaan BMD DXA tidak dapat dikerjakan.	IB	A
8	Anak dengan risiko Osteoporosis direkomendasikan untuk menjamin kecukupan nutrisi harian, terutama vitamin D dan kalsium.	IA	A
9	Tatalaksana terhadap penyakit primer juga diberikan pada anak dengan Osteoporosis sekunder.	IB	A

BAB V. KESIMPULAN

1. Osteoporosis merupakan masalah kesehatan yang sangat penting karena dapat menyebabkan patah tulang. Patah tulang memerlukan biaya perawatan yang mahal, selain itu patah tulang akan memberikan problem yang serius pada penderitanya seperti kecacatan, masalah nyeri, gangguan produktivitas, gangguan kualitas hidup dan bahkan dapat meningkatkan kematian. Osteoporosis paling banyak menyerang wanita paska menopause dan usia lanjut, akan tetapi juga dapat menyerang anak-anak, usia lebih muda, laki-laki, dan pasien yang mengkonsumsi kortikosteroid. Jumlah penderita Osteoporosis di Indonesia akan semakin meningkat sejalan dengan usia harapan hidup yang meningkat, jumlah populasi usia lanjut bertambah banyak, dan perubahan pola makan dan gaya hidup.
2. Pencegahan Osteoporosis perlu dilakukan secara dini mulai dari anak-anak sampai dewasa, meliputi pola hidup dan pola makan yang sehat, mencukupi asupan kalsium dan vitamin D, serta latihan fisik yang teratur. Deteksi dini Osteoporosis dilakukan dengan identifikasi faktor risiko Osteoporosis secara rutin pada pasien, pemeriksaan kepadatan tulang dan menghitung risiko patah tulang.
3. Terapi Osteoporosis memerlukan pendekatan yang komprehensif melibatkan dokter umum dan dokter spesialis yang sesuai dengan keahliannya. Terapi Osteoporosis meliputi mencukupi asupan dan suplementasi kalsium dan vitamin D, latihan fisik yang sesuai keadaan pasien, dan terapi obat anti-Osteoporosis seperti bisfosfonat, terapi sulih hormon, *selective estrogen receptor modulators* (SERMs), RANKL *inhibitor* (seperti denosumab), dan hormon paratiroid (PTH). Pemakaian alat bantu, fisioterapi maupun tindakan operasi sesuai indikasi diberikan pada pasien Osteoporosis yang mengalami patah tulang.

4. PNPk Tata Laksana Osteoporosis ini dapat menjadi pedoman dan acuan untuk dokter umum dan dokter spesialis dalam menangani Osteoporosis sesuai dengan kompetensi, kondisi, sarana dan fasilitas masing-masing. PNPk ini juga dapat menjadi pedoman dan acuan bagi instansi pelayanan kesehatan dan pendidikan di Indonesia menetapkan kebijakan dalam tatalaksana Osteoporosis secara komprehensif.

MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

BUDI G. SADIKIN

Salinan sesuai dengan aslinya

Kepala Biro Hukum

Sekretariat Jenderal Kementerian Kesehatan,



Indah Febrianti, S.H., M.H.

NIP 197802122003122003