

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks massa tubuh (IMT) adalah suatu ukuran statistik yang menggunakan berat dan tinggi badan seseorang untuk memberikan perkiraan tentang jumlah lemak tubuh, baik untuk pria maupun wanita dari segala rentang usia. Pengukuran IMT dilakukan dengan membagi berat badan seseorang (dalam kilogram) dengan tinggi badan mereka yang telah dikuadratkan (dalam meter persegi) (Weir dan Jan, 2019).

National Institute of Health (NIH) menggunakan IMT sebagai cara untuk menilai apakah seseorang memiliki berat badan kurang, normal, berlebih, atau obesitas, dibandingkan dengan menggunakan pendekatan tradisional grafik tinggi vs berat badan. Klasifikasi IMT ini diterapkan oleh NIH dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada individu dari berbagai kelompok etnis, termasuk kulit putih, Hispanik, dan Hitam. Namun, pada kelompok tertentu seperti atlet elit dan binaragawan, peningkatan skor IMT tidak selalu mencerminkan status kesehatan mereka karena peningkatan massa otot dan berat badan mereka yang meningkat dapat mempengaruhi IMT mereka, sehingga hasilnya menjadi kurang valid. Selain itu, pada populasi anak-anak, IMT memungkinkan untuk membandingkan anak-anak dari jenis kelamin dan usia yang sama, di mana anak-anak dengan IMT di

bawah persentil kelima dianggap mengalami kekurangan berat badan, sementara yang di atas persentil ke-95 dianggap mengalami obesitas (Weir dan Jan, 2019).

Tabel 2. 1 Klasifikasi IMT (Indeks Masa Tubuh) (Weir CB, et al 2023)

BMI Categories	
Severely underweight	< 16,5 kg/ m ²
Underweight	16,5-18,4 kg/m ²
Normal	18,5-24,9 kg/m ²
Overweight	25-29,9 kg/m ²
Obesitas I	30-34,9 kg/m ²
Obesitas II	35-39,9 kg/m ²
Obesitas III	≥40 kg/m ²

2.2 Skor WOMAC

Skoring dengan skor WOMAC (*Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index*) adalah instrumen yang dirancang khusus untuk pasien dengan osteoarthritis pinggul atau lutut (Bilbao *et al.*, 2020). Kuesioner WOMAC terbagi menjadi tiga kelompok pertanyaan yang mencakup nyeri, kekakuan, dan fungsi fisik. Terdapat total 24 pertanyaan dalam kuesioner ini: 5 tentang nyeri, 2 tentang kekakuan sendi, dan 17 tentang aktivitas fisik untuk menilai fungsi fisik.

Peningkatan kemampuan fungsional tubuh setelah terapi tercermin dari semakin rendahnya skor total WOMAC pasien (Isna dan Abdullah, 2020).

Skor WOMAC OA awalnya dikembangkan oleh Bellamy dan rekan-rekannya pada tahun 1982. Alat ini adalah yang paling umum digunakan untuk menilai pasien dengan osteoarthritis lutut. WOMAC berbentuk kuesioner yang dibagi menjadi tiga subskala: nyeri (5 pertanyaan), kekakuan (2 pertanyaan), dan fungsi fisik (17 pertanyaan). Setiap pertanyaan dinilai dengan skala ordinal 5 poin: 0 (tidak ada), 1 (ringan), 2 (sedang), 3 (parah), dan 4 (sangat parah).

Kuesioner WOMAC dapat diisi oleh pasien sendiri atau melalui wawancara, kemudian divalidasi untuk penggunaan langsung atau secara elektronik menggunakan komputer atau ponsel. Skor total diperoleh dengan menjumlahkan skor dari tiga subskala, dengan skor maksimal 96. Interpretasi skor total WOMAC adalah sebagai berikut: tingkat keparahan ringan dengan skor total < 60, tingkat keparahan sedang dengan skor total 60-80, dan tingkat keparahan berat dengan skor total ≥ 81 . Pengisian kuesioner WOMAC memerlukan waktu sekitar 5-10 menit baik secara langsung maupun melalui alat elektronik (Thanaya, Agatha, dan Sundari, 2021).

Pain	1. Walking	0	1	2	3	4
	2. Stair Climbing	0	1	2	3	4
	3. Nocturnal	0	1	2	3	4
	4. Rest	0	1	2	3	4
	5. Weight bearing	0	1	2	3	4
Stiffness	1. Morning stiffness	0	1	2	3	4
	2. Stiffness occurring later in the day	0	1	2	3	4
Physical Function	1. Descending stairs	0	1	2	3	4
	2. Ascending stairs	0	1	2	3	4
	3. Rising from sitting	0	1	2	3	4
	4. Standing	0	1	2	3	4
	5. Bending to floor	0	1	2	3	4
	6. Walking on flat surface	0	1	2	3	4
	7. Getting in / out of car	0	1	2	3	4
	8. Going shopping	0	1	2	3	4
	9. Putting on socks	0	1	2	3	4
	10. Lying in bed	0	1	2	3	4
	11. Taking off socks	0	1	2	3	4
	12. Rising from bed	0	1	2	3	4
	13. Getting in/out of bath	0	1	2	3	4
	14. Sitting	0	1	2	3	4
	15. Getting on/off toilet	0	1	2	3	4
	16. Heavy domestic duties	0	1	2	3	4
	17. Light domestic duties	0	1	2	3	4

Gambar 2. 1 Kuesioner WOMAC (Seifeldin, et al 2019)

2.3 Osteoarthritis

2.3.1 Definisi

Osteoarthritis (OA) merupakan kondisi patologis pada sendi yang bersifat kronis dan progresif, umumnya terjadi pada rentang usia pertengahan hingga lanjut. Gejalanya meliputi kerusakan kartilago yang terletak di antara permukaan tulang persendian. Faktor yang memicu kerusakan kartilago tersebut dapat berasal dari stres mekanik atau perubahan biokimia dalam tubuh (American College of Rheumatology, 2015).

Osteoarthritis (OA) adalah salah satu jenis artritis yang paling umum, terutama di kalangan orang tua. Kondisi ini sering disebut sebagai degenerasi sendi yang mempengaruhi kartilago, yaitu lapisan jaringan keras yang melindungi ujung tulang di persendian dari gesekan. Pada OA, kartilago dapat rusak hingga terkelupas, menyebabkan tulang di bawahnya bergesekan, yang mengakibatkan nyeri, pembengkakan, dan kekakuan sendi. Progresivitas OA dapat menyebabkan perubahan abnormal pada struktur sendi, termasuk pertumbuhan tulang baru yang disebut osteofit, yang meningkatkan gesekan dan memperparah nyeri (National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases, 2015).

2.3.2 Anatomi Sendi Lutut

Sendi lutut adalah sendi engsel yang memiliki gerakan kompleks dengan rentang gerakan terbesar, mencakup rotasi varus dan valgus pada bidang frontal, serta fleksi dan ekstensi pada bidang sagital (Abulhasan dan Grey, 2017). Sendi lutut terdiri dari dua artikulasi utama: artikulasi antara patella dan femur, yang

mencegah gesekan pada lutut akibat kontraksi *musculus quadriceps femoris*, dan artikulasi antara tulang femur dan tibia, yang menopang sebagian besar tubuh (Abulhasan dan Grey, 2017).

Lutut memiliki dua sendi utama: sendi femorotibial dan sendi patellofemoral, yang memungkinkan pergerakan lutut dalam tiga bidang (sagittal, transversal, dan frontal). Posisi lutut antara dua lengan pengungkit terpanjang pada tubuh, yaitu femur dan tibia, membuatnya rentan terhadap cedera (Abulhasan dan Grey, 2017).

Meniskus adalah dua struktur fibrokartilaginosa berbentuk bulan sabit yang meningkatkan keselarasan sendi antara kondilus femoralis dan plateu tibialis, menyerap guncangan, dan berfungsi sebagai proprioceptor sendi lutut. Lutut memiliki dua meniskus, yaitu bagian medial dan lateral (Gaillard *et al.*, 2015):

1. Meniskus medial berbentuk setengah lingkaran dan berukuran sekitar 3,5 cm, dengan ujung posteriornya menempel tepat di depan PCL, dan ujung anteriornya di depan ACL.
2. Meniskus lateral berbentuk hampir melingkar, menutupi sebagian besar plateu tibialis lateral, dengan ujung posteriornya menempel tepat di depan ujung posterior meniskus medial, dan ujung anteriornya di belakang ACL.

Ligamen adalah pita jaringan berserat yang menopang bagian sendi dan menghubungkan tulang dengan tulang. Lutut didukung oleh dua ligamen kolateral pada sisi medial dan kolateral, serta dua ligamen utama lainnya (Abulhasan dan Grey, 2017):

1. Ligamentum cruciatum mencegah perpindahan tibia yang berlebihan terkait dengan tulang femur.

2. Ligamentum patella merupakan lanjutan bagian inferior dari tendon quadriceps femoris dan menempel di proksimal ke apex patella dan distal ke tuberositas tibialis.

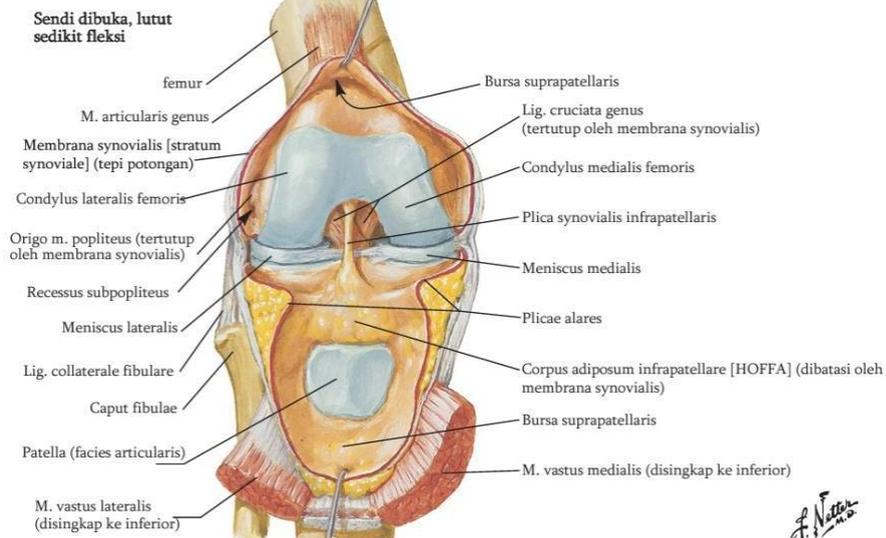
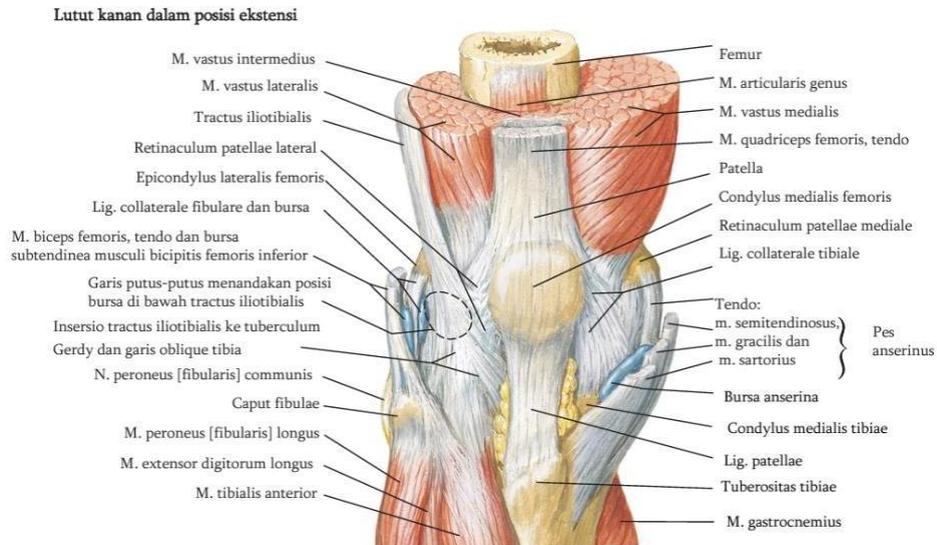
Sendi lutut juga memiliki beberapa ligamen tambahan, yaitu:

1. Anterior Cruciate Ligament (ACL) mencegah perpindahan anterior dan rotasi tibia relatif terhadap tulang femur.
2. Posterior Cruciate Ligament (PCL) mencegah perpindahan posterior.
3. Medial Collateral Ligament (MCL) mencegah tekanan valgus yang berlebihan selama rotasi eksternal lutut, berkontraksi selama ekstensi dan rotasi eksternal, berelaksasi selama fleksi dan rotasi internal, dan menstabilkan aspek medial lutut.
4. Lateral Collateral Ligament (LCL) mencegah tekanan varus yang berlebihan dan rotasi eksternal pada semua posisi fleksi lutut serta menstabilkan aspek lateral lutut.
5. Ligamentum popliteofibular membantu translasi posterior tibial dan sebagai penahan statis terhadap rotasi eksternal tibia pada femur.
6. Ligamen kecil tambahan seperti ligamen kapsuler, ligamen anterolateral, ligamen arkuata, dan ligamen oblique posterior mengelilingi lutut secara keseluruhan.

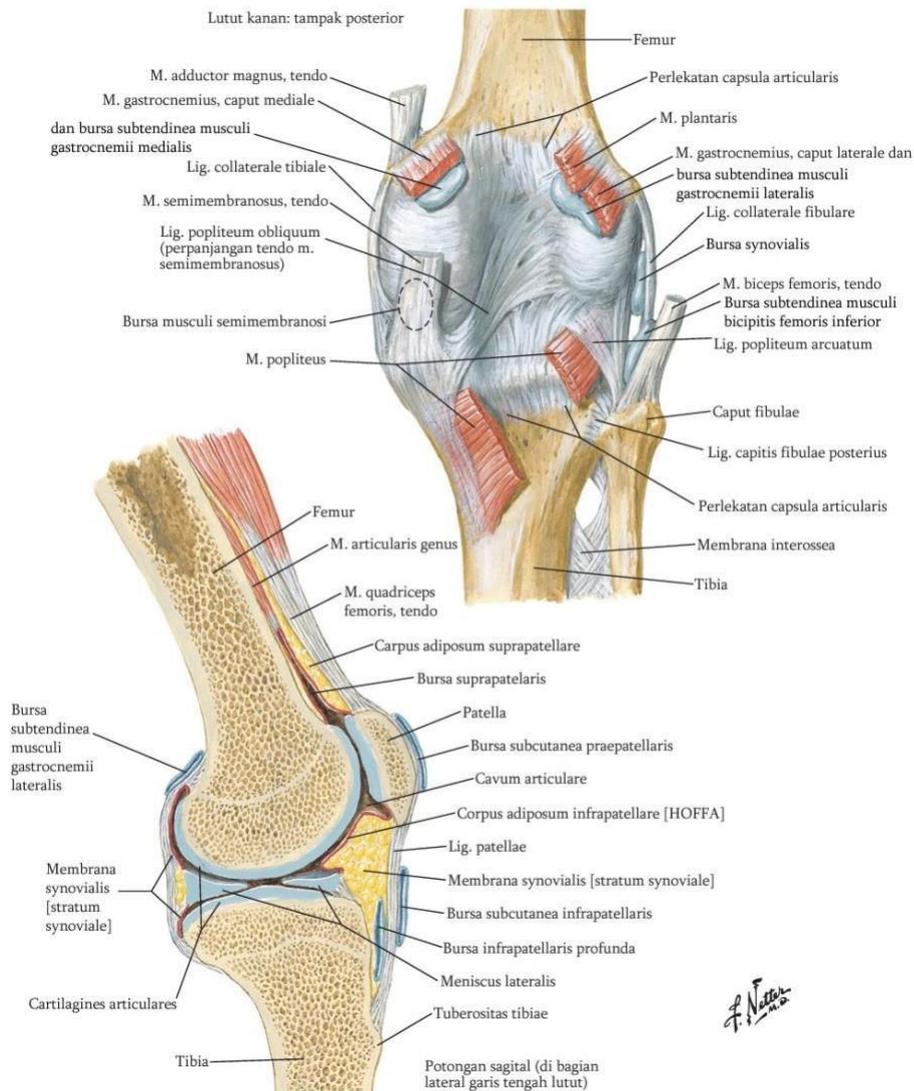
Lutut terdiri dari berbagai macam otot pada aspek anterior, posterior, medial, dan lateral. Aspek anterior terutama terdiri dari: musculus vastus lateralis (monoartikular), musculus rektus femoris (biartikular), musculus vastus intermedius, dan musculus vastus medialis, yang berfungsi untuk memperpanjang

sendi lutut. Aspek posterior terdiri dari: musculus semimembranosus (monoartikular), musculus semitendinosus (monoartikular), dan musculus biceps femoris (biartikular), yang berperan sebagai fleksor lutut dan masuk dalam kelompok otot hamstring. Otot lain yang berfungsi utama sebagai fleksor plantar dan kedua sebagai fleksor lutut adalah musculus soleus. Selain itu, musculus plantaris dan musculus gastrocnemius (caput laterale dan mediale) juga bagian dari aspek posterior. Aspek medial terdiri dari: musculus gracilis dan musculus sartorius, yang berperan sebagai fleksor lutut, serta musculus semitendinosus yang berfungsi sebagai rotator pada bagian medial lutut. Aspek lateral terdiri dari: iliotibial band dan musculus popliteus, yang berperan sebagai ekstensor pinggul dan fleksor lutut. Musculus tensor fasciae latae dan iliotibial band bertindak sebagai stabilisator lateral lutut, musculus biceps femoris sebagai rotator lateral lutut, dan musculus popliteus merotasi lutut ke arah lateral dan medial (Abulhasan dan Grey, 2017).

Cabang-cabang dari nervus obturator, femoralis, tibialis, dan fibula communis mempersarafi bagian lutut. Vaskularisasi ke lutut disuplai oleh banyak jaringan arteri, termasuk cabang recurrent dari arteri tibialis anterior, cabang genikular dari arteri femoral dan poplitea, serta arteri fibula sirkumfleksa (Abulhasan dan Grey, 2017).



Gambar 2. 2 Anatomi sendi lutut: Tampak Anterior (Netter, 2014)



Gambar 2. 3 Anatomi sendi lutut: Tampak Posterior dan Sagital (Netter, 2014)

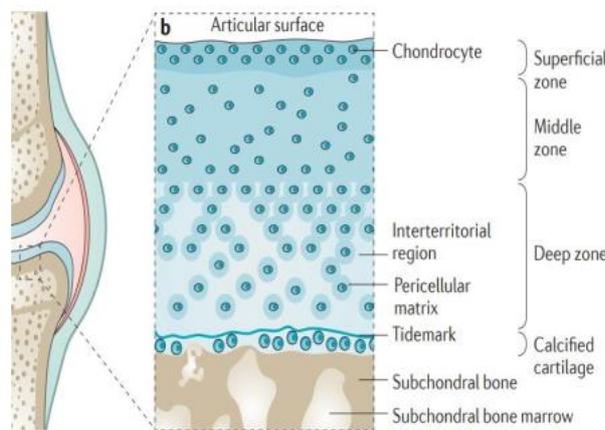
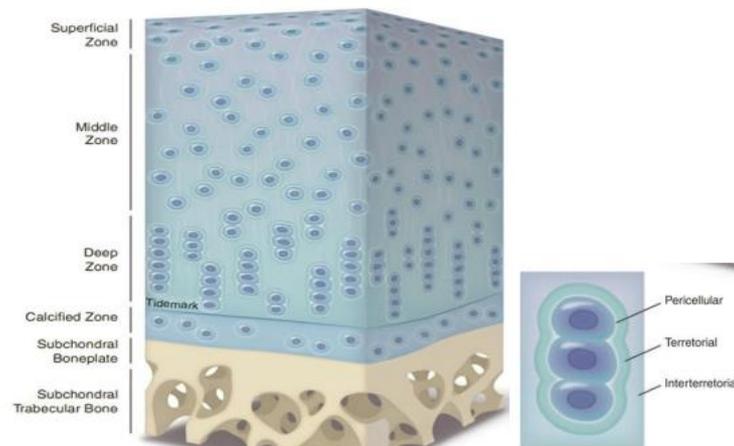
2.3.3 Tulang Kartilago

Tulang kartilago atau tulang rawan merupakan jenis jaringan ikat khusus yang memiliki sifat kuat dan elastis. Umumnya, jaringan ini ditemukan di ujung tulang panjang. Pada persendian, tulang rawan yang dominan adalah tulang rawan artikular, yang termasuk jenis tulang rawan hialin. Tulang rawan terdiri atas dua

komponen utama, yaitu sel kondrosit dan matriks ekstraseluler (ECM). Sebagai jaringan avaskular, tulang rawan tidak memiliki pembuluh darah, saraf, maupun pembuluh limfatik. Matriks ekstraseluler tersusun dari air, kolagen, proteoglikan, glikoprotein, serta protein non-kolagen. Berdasarkan kedekatannya dengan kondrosit, ECM dapat dibagi menjadi tiga lapisan: matriks periseluler, regional, dan interteritorial (Gobbi, Irlandini, & Moorhead, 2022).

Matriks periseluler adalah lapisan tipis yang terletak di sekitar membran sel kondrosit. Matriks ini mengandung proteoglikan, glikoprotein, dan protein non-kolagen lainnya, serta berfungsi sebagai mediator dalam proses interaksi sinyal antara kondrosit dan reseptor permukaan sel. Matriks regional, yang mengelilingi matriks periseluler, tersusun atas fibril kolagen mikroskopis yang membentuk jaringan pelindung di sekitar kondrosit untuk melindunginya dari tekanan mekanis.

Lapisan matriks yang paling jauh dari kondrosit adalah matriks interteritorial. Bagian ini menjadi komponen utama yang memberikan sifat biomekanik pada tulang rawan artikular. Matriks ini mengandung banyak proteoglikan serta fibril kolagen berukuran besar yang tersusun dalam pola berbeda di setiap zona: sejajar dengan permukaan di zona dangkal, miring di zona tengah, dan tegak lurus terhadap permukaan artikular di zona dalam (Gobbi, Irlandini, & Moorhead, 2022).



Gambar 2. 4 Zona Tulang Rawan (Superfisial, Middle Zone, Deep Zone, Calcified zone)

Tulang rawan artikular terbagi menjadi empat lapisan utama, yaitu zona superfisial, zona transisi, zona dalam, dan zona kalsifikasi. Zona superfisial merupakan lapisan paling tipis dari tulang rawan, terdiri atas lapisan splenial, fibril kolagen halus yang tersusun rapat dan tahan terhadap tekanan, serta lapisan kondrosit berbentuk pipih. Zona ini memiliki kadar air dan kolagen yang paling tinggi dibandingkan dengan lapisan lainnya, namun tingkat sintesis proteoglikannya lebih rendah. Fungsi utama zona superfisial adalah melindungi lapisan di bawahnya dari tekanan mekanis dan mencegah molekul besar dari cairan sinovial menembus ke dalam jaringan (Gobbi, Irlandini, & Moorhead, 2022).

Zona transisi, atau middle zone, mencakup sekitar 40-60% dari total tulang kartilago dan terletak tepat di bawah zona superfisial. Pada zona ini, fibril kolagen memiliki ukuran yang lebih tebal, kandungan proteoglikan lebih tinggi, dan kondrosit berbentuk bulat. Fungsi utama zona transisi adalah sebagai zona peralihan untuk menahan gaya tekan (Gobbi, Irlandini, & Moorhead, 2022).

Zona dalam (deep zone) terdiri atas kondrosit berbentuk bulat dan fibril kolagen yang tersusun tegak lurus terhadap permukaan sendi. Zona ini memiliki kandungan proteoglikan yang tinggi dan konsentrasi air yang rendah, sehingga berperan penting dalam memberikan ketahanan maksimal terhadap tekanan (Eschweiler et al., 2021).

Zona kalsifikasi (calcified zone) ditandai dengan adanya garis pemisah tidak beraturan yang disebut tidemark. Tidemark ini berfungsi untuk memisahkan zona dalam dengan zona kalsifikasi, sekaligus mengikat fibril kolagen dari zona dalam ke zona kalsifikasi. Zona kalsifikasi mengandung kondrosit kecil berbentuk bulat yang tersebar dalam matriks ekstraseluler yang terdiri atas kolagen, glikosaminoglikan, dan fosfatase alkali. Fungsi utama zona ini adalah melindungi tulang kartilago dari gesekan dan tekanan dengan memperkuat ikatan antara fibril kolagen zona dalam dan tulang subkondral (Gobbi, Irlandini, & Moorhead, 2022; Eschweiler et al., 2021).

2.3.4 Tulang Subkondral

Tulang subkondral terletak tepat di bawah zona kalsifikasi pada tulang kartilago dan terdiri dari dua bagian utama, yaitu lempeng tulang subkondral (subchondral bone plate/cortical bone) dan tulang trabekula subkondral (subchondral trabecular bone). Struktur ini menyerupai tulang kompak dengan osteon yang terdiri dari lamela konsentris yang mengelilingi saluran Havers, tempat pembuluh darah dan saraf berada (Oláh et al., 2021).

Tulang subkondral mengandung berbagai sel tulang yang bertanggung jawab atas produksi dan pergantian jaringan tulang, yaitu osteoblas, osteosit, dan osteoklas. Selain itu, matriks tulang subkondral terdiri dari komponen organik dan anorganik. Komponen organik meliputi kolagen tipe I, proteoglikan, protein non-kolagen, faktor pertumbuhan (growth factors), dan sitokin. Sementara itu, komponen anorganik mencakup kalsium hidroksiapatit dan osteokalsium fosfat (Vaish et al., 2022).

2.3.5 Sinovium

Sinovium, yang juga dikenal sebagai membran sinovial (synovial membrane) atau stratum sinovial, merupakan jaringan ikat yang melapisi bagian dalam kapsul sendi (articular capsule). Lapisan luar kapsul sendi, disebut lapisan fibrosa (fibrous layer), terdiri dari jaringan ikat padat tidak teratur berwarna putih yang berlanjut menjadi periosteum tulang yang melapisi ujung tulang (Bloebaum, Wilson, & Martin, 2021).

Membran sinovial memiliki dua lapisan utama: lapisan luar atau subintima dan lapisan dalam atau intima. Lapisan subintima tersusun atas jaringan fibrosa,

areolar, dan lemak yang melindungi lapisan intima. Lapisan intima terdiri atas sel tunggal sinoviosit, yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu sinoviosit tipe A dan tipe B. Sinoviosit tipe A, yang menyerupai makrofag (macrophage-like synoviocytes/MLS), berperan dalam fagositosis dan pinositosis. Sementara itu, sinoviosit tipe B, yang menyerupai fibroblas (fibroblast-like synoviocytes/FLS), bertanggung jawab atas sekresi protein (Eschweiler et al., 2021).

Kedua jenis sel ini mampu menghasilkan sitokin dengan fungsi berbeda. Sitokin yang dihasilkan dapat bersifat proinflamasi atau katabolik, seperti IL-1 β dan TNF- α , atau sebagai sitokin pengatur/modulator, seperti IL-4, IL-10, IL-6, dan IL-3. Selain itu, terdapat sitokin anabolik yang mendukung proses perbaikan, seperti IGF-1 (insulin-like growth factor) dan TGF- β (transforming growth factor) (Bloebaum, Wilson, & Martin, 2021). Sinovium juga menghasilkan cairan sinovial yang bening. Cairan ini mengandung ultrafiltrat plasma seperti glukosa, oksigen, karbon dioksida, dan protein. Selain itu, cairan sinovial mengandung asam hialuronat, pelumas, proteinase, dan kolagenase, yang berperan dalam menjaga fungsi dan kesehatan sendi (Eschweiler et al., 2021).

2.3.6 Fisiologi Sendi Lutut

Gerakan utama pada sendi lutut adalah fleksi-ekstensi, dengan gerakan fleksi disertai oleh rotasi dan translasi yang minimal (Gaillard *et al.*, 2015). Saat ekstensi, ligamen kolateral dan berkas posterolateral menegang, menyebabkan lutut terkunci dan meniskus terjepit di antara tulang femur dan tibia (Gaillard *et al.*, 2015).

Pada awal fleksi, posisi lutut terbuka: struktur lateral rileks, sedangkan ligamen kolateral medial (MCL) tetap tegang, memungkinkan terjadinya rotasi

eksternal yang berpusat pada kondilus medial. Rotasi eksternal femur pada tibia ini disebabkan oleh radius kelengkungan kondilus lateral yang lebih besar dan didorong oleh aksi musculus popliteus, yang juga mengatur translasi posterior pada meniskus lateral. Selama fleksi, meniskus bergerak ke posterior, dengan meniskus lateral bergerak lebih banyak daripada meniskus medial, mengikuti pergerakan kondilus femoralis pada tibia yang menggabungkan rotasi di sekitar sumbu transversal dan geseran posterior. Stabilitas lateral lutut selama fleksi sebagian besar didukung oleh musculus biceps femoris (Gaillard *et al.*, 2015).

2.3.7 Epidemiologi

Osteoarthritis (OA) lutut umumnya menyerang orang dewasa berusia 65 tahun ke atas, dengan prevalensi di Amerika Serikat mencapai 33,6% (12,4 juta orang). Prevalensi lebih tinggi ditemukan pada wanita (42,1%) dibandingkan pria (31,2%). Aktivitas fisik yang berat, seperti menekuk lutut, berlutut, jongkok, dan berdiri lama, serta trauma dan cedera lutut, berhubungan dengan meningkatnya kejadian OA lutut simtomatik. Kejadian OA lutut meningkat seiring bertambahnya usia, peningkatan berat badan rata-rata populasi, terutama pada wanita yang gemuk, serta harapan hidup yang lebih panjang.

OA lutut memiliki insiden lebih tinggi dibanding jenis OA lainnya (Lespasio *et al.*, 2017). Di Indonesia, prevalensi tertinggi penyakit sendi terdapat di Papua Barat (28,8%) dan terendah di Sulawesi Barat (7,5%). Berdasarkan usia, prevalensi OA lutut di Indonesia adalah 5% pada usia di bawah 40 tahun, 30% antara 40-60 tahun, dan 65% pada usia di atas 61 tahun. Berdasarkan jenis kelamin,

prevalensinya adalah 12,7% pada wanita dan 15,5% pada pria (Yovita dan Enestesia, 2015).

2.3.8 Etiologi

Osteoarthritis dapat dibagi menjadi dua kategori: primer dan sekunder. Osteoarthritis primer disebabkan oleh degenerasi kartilago tanpa penyebab yang jelas, sedangkan osteoarthritis sekunder disebabkan oleh degenerasi akibat penyakit lain yang sudah ada sebelumnya (Sen dan Hurley, 2022).

a. Osteoarthritis Primer

Osteoarthritis primer, juga dikenal sebagai osteoarthritis idiopatik, paling sering dikaitkan dengan proses penuaan. Jenis osteoarthritis ini biasanya didiagnosis tanpa adanya trauma atau penyakit yang mendasarinya. Faktor risiko lain yang terkait dengan osteoarthritis primer meliputi kelemahan otot, jenis kelamin, obesitas, dan kelainan anatomis bawaan (Sen dan Hurley, 2022).

b. Osteoarthritis Sekunder

Osteoarthritis sekunder terjadi akibat kerusakan atau cedera pada sendi yang sudah ada sebelumnya. Kondisi predisposisi yang dapat menyebabkan osteoarthritis sekunder antara lain trauma, kelainan sendi bawaan, radang sendi, nekrosis avaskular, penyakit Paget, osteopetrosis, osteochondritis dissecans, hemokromatosis, penyakit Wilson, hemoglobinopati, sindrom Ehlers-Danlos, dan sindrom Marfan (Sen dan Hurley, 2022).

2.3.9 Faktor Risiko

Faktor risiko OA lutut dibagi menjadi dua kategori: yang dapat diperbaiki atau diobati dan yang tidak dapat diperbaiki atau diobati. Faktor risiko yang dapat diperbaiki meliputi:

1. Trauma pada sendi
2. Pekerjaan yang melibatkan berdiri lama dan menekuk lutut berulang-ulang
3. Kelemahan atau ketidakseimbangan otot
4. Berat badan
5. Kesehatan, seperti sindrom metabolik (Hsu et al., 2018)

Sedangkan faktor risiko yang tidak dapat diperbaiki meliputi:

1. Jenis kelamin, lebih banyak pada wanita dibandingkan pria
2. Usia
3. Genetik
4. Ras

Obesitas merupakan salah satu faktor risiko utama OA lutut. Hubungan antara obesitas (indeks massa tubuh) dan prevalensi OA lutut telah dibuktikan secara konsisten dalam berbagai studi cross-sectional dan longitudinal. Obesitas meningkatkan risiko OA lutut melalui beberapa mekanisme: peningkatan beban pada sendi, perubahan komposisi tubuh yang terkait dengan peradangan, dan faktor perilaku seperti berkurangnya aktivitas fisik (Lespasio *et al.*, 2017).

2.3.10 Patofisiologi

Pada osteoarthritis, terdapat perubahan signifikan dalam komposisi dan struktur matriks tulang rawan. Awalnya terjadi fibrilasi, yang kemudian menyebabkan delaminasi dan paparan tulang rawan serta tulang terkalsifikasi akibat pengelupasan fragmen tulang rawan. Perubahan ini diikuti dengan perluasan zona kartilago terkalsifikasi dan penggantian kartilago artikular di atasnya, yang terkait dengan duplikasi dari tidemark, zona yang memisahkan kartilago artikular terkalsifikasi dari kartilago terkalsifikasi di bawahnya. Tulang baru terbentuk di lokasi celah di persendian osteokondral. Osteofit, pertumbuhan tulang di batas luar sendi, mungkin berfungsi untuk menstabilkan sendi. Kista tulang terbentuk akibat osifikasi endokondral, proses pembentukan tulang dari tulang rawan. Osteofit mungkin memiliki fungsi untuk menstabilkan sendi lebih daripada berkontribusi pada patologi sendi (Martel-Pelletier *et al.*, 2016).

Perubahan komposisi tulang rawan mengubah sifat material dan meningkatkan kerentanannya terhadap gangguan fisik. Produk degradasi matriks dan mediator pro-inflamasi, yang dihasilkan oleh aktivitas katabolik sel kondrosit, bekerja secara parakrin atau autokrin untuk menderegulasi fungsi sel kondrosit. Hal ini juga terjadi pada sinovium yang berdekatan, merangsang respons pro-inflamasi dan proliferaatif. Sinovitis ditandai dengan hiperplasia sinovium dan infiltrasi difus atau perivaskular dari limfosit T dan B, menjadi gambaran umum OA. Disfungsi sel kondrosit dan kerusakan tulang rawan memiliki peran utama dalam peradangan sinovial. Proteinase yang dikeluarkan oleh sel kondrosit menyebabkan pembentukan produk degradasi kartilago pro-inflamasi yang berperan sebagai

Damage-associated Molecular Pattern (DAMPs), berinteraksi dengan Toll-Like Receptors (TLR), integrin, dan Receptor for Advanced Glycation End-products (RAGE) yang diekspresikan pada kondrosit untuk meningkatkan ekspresi inflamasi dan produk katabolik. DAMP juga dilepaskan dalam cairan sinovial untuk menginduksi peradangan, menghasilkan produk pro-inflamasi dan katabolik tambahan yang menderegulasi fungsi sel kondrosit melalui mekanisme umpan balik (Martel-Pelletier *et al.*, 2016).

Gejala OA disertai dengan peningkatan volume, ketebalan, dan kontur lempeng kortikal, perubahan mineralisasi tulang, struktur tulang trabekular subkondral, massa tulang, pembentukan kista tulang, dan penampilan pada tulang. Perubahan ini disebabkan oleh perubahan aktivitas osteoklas dan osteoblas. Ciri khas berupa penebalan bertahap pada lempeng subkondral menggambarkan pengaruh perubahan beban mekanis akibat kerusakan kartilago dan perubahan sifat tulang subkondral pada OA lanjut (Martel-Pelletier *et al.*, 2016).

Lesi pada sumsum tulang tidak hanya ditandai dengan edema sumsum tulang tetapi juga nekrosis lemak, fibrosis sumsum lokal, dan fraktur mikro pada tulang trabekular, yang terkait dengan remodeling dan perbaikan tulang aktif. Lesi ini sering terjadi pada lokasi kerusakan kartilago OA, terutama pada tulang subkondral yang sudah terkikis (Martel-Pelletier *et al.*, 2016).

2.3.11 Diagnosis

Sebelum mendiagnosis OA lutut idiopatik, perlu disingkirkan adanya gangguan sekunder yang mungkin mendasari, seperti trauma, kelainan bawaan, penyakit deposisi kalsium pirofosfat dihidrat, kelainan tulang dan sendi seperti

osteonekrosis, artritis reumatoid, artritis gout, artritis septik, dan penyakit tulang Paget. Diagnosis OA didasarkan pada gejala khas, temuan pemeriksaan fisik, hasil laboratorium, dan gambaran radiografi. Semakin banyak temuan yang ada, semakin besar kemungkinan diagnosis OA (Lespasio *et al.*, 2017).

Selama diagnosis, dokter harus menanyakan riwayat kesehatan pasien, termasuk riwayat cedera atau trauma, operasi, penggunaan obat, pekerjaan, dan gejala seperti tingkat, lokasi nyeri, dan kekakuan pagi hari. Pemeriksaan fisik meliputi pengecekan adanya efusi, hilangnya rentang gerak, dan gerakan mekanis yang halus. Dokter juga harus memeriksa nyeri tekan pada sendi, krepitasi saat bergerak, nyeri saat sendi ditekan, kemampuan bergerak, serta tanda-tanda cedera pada otot, ligamen, dan tendon di sekitar sendi (Lespasio *et al.*, 2017).

Evaluasi radiologis, seperti sinar-X, digunakan untuk menilai kondisi sendi, menentukan ada atau tidaknya fraktur, penyempitan ruang sendi, dan dislokasi. Kehilangan tulang rawan dan penyempitan ruang sendi menunjukkan adanya OA (Lespasio *et al.*, 2017).

Pemeriksaan laboratorium seperti tes darah membantu menyingkirkan penyebab sekunder dan mengidentifikasi jenis radang sendi, termasuk laju sedimentasi eritrosit, hitung sel darah lengkap dengan diferensial, titer faktor rheumatoid, protein C-reaktif, dan evaluasi cairan sinovial. Abnormalitas pada hasil tes, seperti peningkatan protein C-reaktif dan laju sedimentasi eritrosit, sering ditemukan pada kelainan reumatologis (Lespasio *et al.*, 2017).

Diagnosis OA lutut dapat ditegakkan berdasarkan temuan klinis atau kombinasi dengan radiografi. Gejala klinis khas meliputi kekakuan pagi hari, nyeri

persisten, dan penurunan fungsi gerak. Tanda-tanda klinis meliputi rentang gerak terbatas, krepitus, dan pembesaran tulang. Semakin banyak gejala klinis yang ditemukan, semakin besar kemungkinan diagnosis OA menurut The European League Against Rheumatism (Lespasio *et al.*, 2017).

2.3.12 Penilaian Derajat Osteoarthritis

Penilaian radiografi pada OA lutut berdasarkan klasifikasi Kellgren dan Lawrence dibagi menjadi 4 tingkatan:

1. Grade 1: Terdapat dugaan penyempitan ruang sendi yang meragukan dan kemungkinan lipping osteofit.
2. Grade 2: Terdapat osteofit yang jelas dan kemungkinan penyempitan ruang sendi pada radiografi weight-bearing secara anteroposterior.
3. Grade 3: Terdapat multiple osteofit, sklerosis, penyempitan ruang sendi yang jelas, dan kemungkinan deformitas tulang.

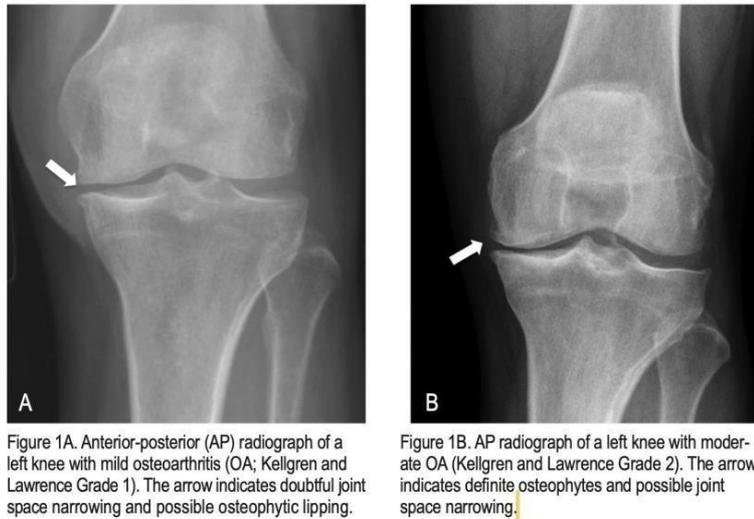
Grade 4: Terdapat osteofit besar, penyempitan ruang sendi yang ditandai dengan deformitas tulang yang pasti dan sklerosis parah (Lespasio *et al.*, 2017)



Figure 2A. Anterior-posterior (AP) radiograph of a left knee with moderate to severe osteoarthritis (OA; Kellgren and Lawrence Grade 3). The arrows indicate multiple osteophytes, definite joint space narrowing, sclerosis, and possible bony deformity.



Figure 2B. AP radiograph of a left knee with severe OA (Kellgren and Lawrence Grade 4), showing large osteophytes (downward arrow at right), marked joint space narrowing (upward arrow at left), severe bone sclerosis (asterisk), and definite bony deformity in medial tibial plateau.



Gambar 2. 5 Gambaran radiografi osteoarthritis

2.3.13 Tatalaksana lutut secara antero-posterior (AP)

Penatalaksanaan OA lutut meliputi tiga bagian utama:

1. Terapi non-farmakologi:

- Edukasi pasien
- Modifikasi gaya hidup
- Penurunan berat badan untuk mereka dengan IMT > 25 dengan target IMT antara 18,5-25
- Penguatan otot-otot pangkal paha dan peningkatan rentang gerak sendi melalui terapi
- Penggunaan alat bantu gerak dan proteksi sendi untuk aktivitas sehari-hari

2. Terapi farmakologi:

- Paracetamol dengan dosis kurang dari 4 gram per hari atau OAINS untuk pasien dengan nyeri ringan hingga sedang, jika tidak ada kontraindikasi
- Paracetamol kurang dari 4 gram per hari, OAINS topikal, atau OAINS non-selektif dengan agen pelindung gaster untuk pasien dengan gangguan

pencernaan, usia di atas 60 tahun, riwayat komorbid, ulkus peptikum, perdarahan saluran cerna, dan penggunaan antikoagulan

- H2 blocker atau proton pump inhibitor untuk pasien dengan risiko perdarahan gastrointestinal atas atau ulkus
- Pemberian OAINS (misalnya Na-Diklofenak) secara bertahap dengan dosis rendah dan meningkat sampai dosis maksimal bila dosis rendah tidak efektif

3. Tindakan lebih lanjut:

- Rawat inap jika dicurigai artritis infeksius yang merupakan kondisi darurat dengan risiko sepsis tinggi
- Rujuk ke dokter bedah ortopedi jika terdapat keluhan yang memburuk, kelainan sendi seperti robekan meniskus, deformitas struktural seperti valgus atau varus di atas 15°-20°, nyeri persisten, atau dislokasi ligamen lateral untuk tindakan bedah seperti artroskopi atau knee replacement (Perhimpunan Reumatologi Indonesia, 2014).