

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Knee Osteoarthritis

1. Definisi

Knee osteoarthritis (KOA) merupakan suatu gangguan degeneratif pada sendi yang bersifat non-inflamasi dan dapat mengenai satu maupun beberapa sendi sekaligus. Kondisi ini umumnya terjadi pada sendi yang memiliki mobilitas tinggi serta berfungsi sebagai penopang berat badan, seperti vertebra, panggul, pergelangan kaki, dan lutut. Karakteristik utama KOA adalah terjadinya kerusakan progresif pada tulang rawan artikular yang disertai pembentukan tulang baru di tepi sendi (osteofit), sebagai akibat dari perubahan biokimia, metabolik, fisiologis, dan patologis. Kelainan ini melibatkan struktur sendi, terutama tulang rawan dan tulang subkondral, yang mengalami kerusakan secara bertahap. KOA termasuk penyakit kronis yang ditandai dengan proses degenerasi berupa pelemahan dan disintegrasi tulang rawan sendi yang berlangsung perlahan serta cenderung tidak simetris, khususnya pada bagian perifer sendi. Selain itu, terjadi pembentukan jaringan tulang dan kartilago baru yang berkontribusi terhadap timbulnya nyeri saat pergerakan, yang umumnya berkurang atau menghilang saat istirahat (Septiana et al., 2022).

Menurut *Center for Disease Control and Prevention*, KOA merupakan penyakit degeneratif sendi yang melibatkan berbagai struktur, seperti

kartilago, membran sinovial, ligamen, serta tulang, yang pada akhirnya dapat menyebabkan nyeri dan kekakuan sendi. Prevalensi KOA dilaporkan meningkat seiring bertambahnya usia, dengan sekitar 70% kasus terjadi pada individu berusia di atas 50 tahun, yang ditandai oleh adanya kerusakan struktur sendi secara progresif (Rachmita & Taufik, 2022).

KOA juga ditandai oleh kerusakan kartilago yang disertai keluhan nyeri dan kekakuan. Beberapa faktor risiko yang berperan dalam terjadinya KOA meliputi usia, jenis kelamin, obesitas, faktor genetik, ras, aktivitas olahraga, riwayat cedera sendi, serta penyakit metabolik seperti diabetes yang dapat memperburuk kondisi. Perubahan yang terjadi pada sendi lutut akibat KOA dapat memengaruhi postur tubuh, alignment, serta pola berjalan, yang berkaitan dengan perubahan biomekanik sendi. Kondisi ini berdampak pada penurunan fungsi dan kualitas hidup penderita, terutama dalam melakukan aktivitas sehari-hari yang melibatkan penopangan berat badan, seperti fleksi lutut, duduk dan berdiri dari kursi atau toilet, naik turun tangga, serta posisi jongkok (Widada et al., 2023).

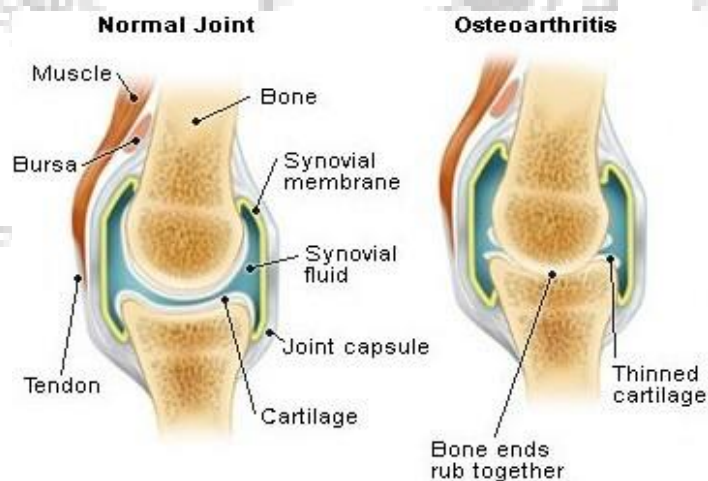
2. Klasifikasi

KOA secara umum dibedakan menjadi dua jenis, yaitu KOA primer dan KOA sekunder. KOA primer, yang juga dikenal sebagai KOA idiopatik, merupakan kondisi yang penyebabnya tidak diketahui secara pasti serta tidak berkaitan dengan penyakit sistemik, proses inflamasi, maupun perubahan lokal pada sendi. Sementara itu, KOA sekunder terjadi akibat adanya faktor penyebab yang jelas. Faktor-faktor tersebut meliputi penggunaan sendi

secara berlebihan dalam aktivitas kerja maupun olahraga berat, riwayat cedera sendi, penyakit sistemik, proses inflamasi, trauma, kelainan kongenital, gaya hidup, serta respons imun tubuh. Berbagai faktor tersebut dapat berkontribusi dalam memicu terjadinya KOA sekunder (Pratama, 2019).

3. Anatomi dan Fisiologi

Sendi lutut disusun oleh tiga tulang utama yaitu tulang femur, tulang tibia, dan tulang patella yang berartikulasi dan membentuk gerakan utama pada sendi lutut. Tulang femur, tibia, dan patella diinervasi oleh beberapa saraf utama yang berasal dari pleksus lumbalis dan sakralis yaitu nervus femoralis, nervus ischiadicus, dan nervus obturatorius. Tibiofemoral joint bertikulasi antara condylus femur dan condylus tibia, patellofemoral joint bertikulasi antara permukaan posterior patella dan permukaan anterior femur yang kemudian membentuk gerakan fleksi-ekstensi (Pratama, 2019).



Gambar 2.1 Anatomi *Knee*
(Sobotta, 2013)

4. Osteokinematik dan Artokinematik

a. Osteokinematik

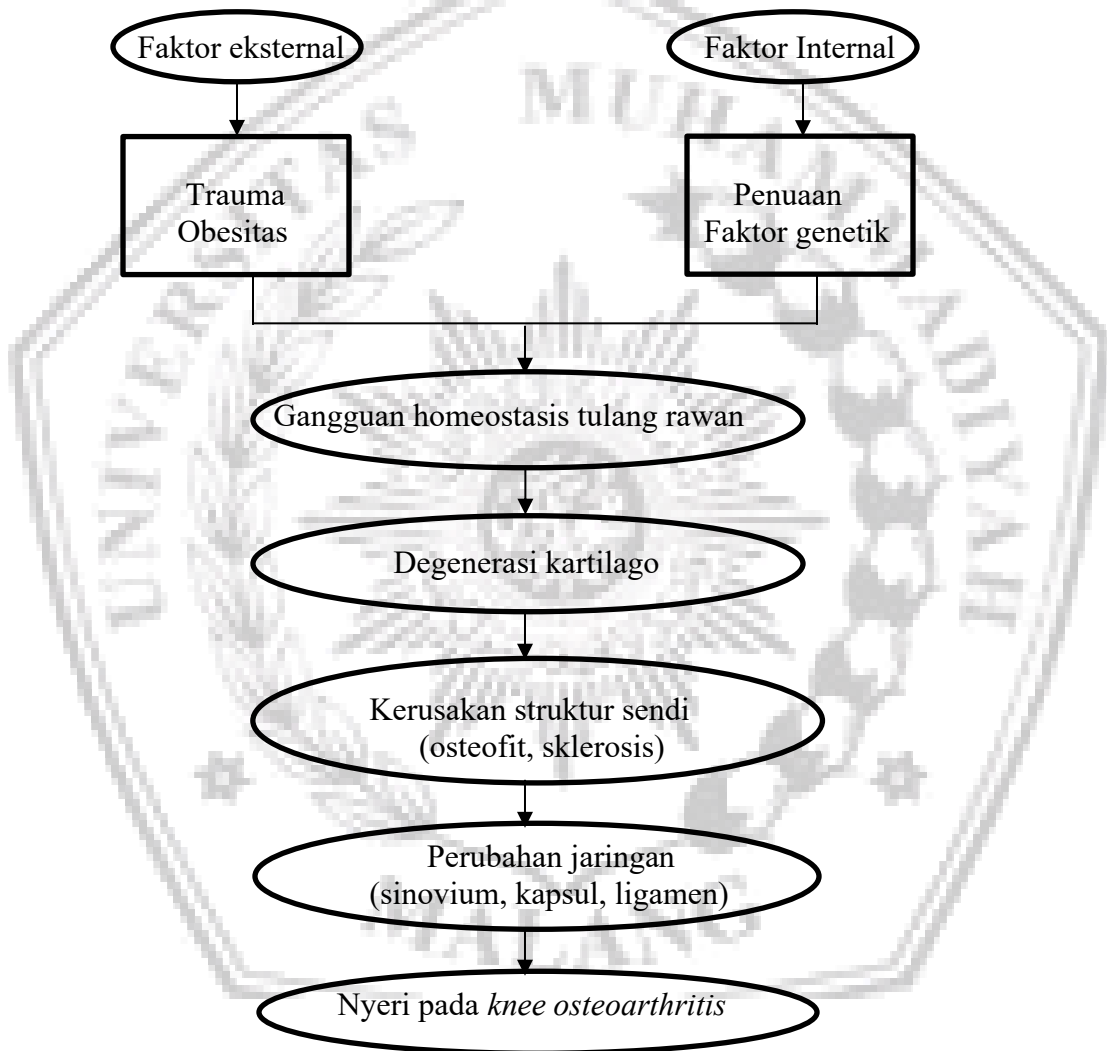
Osteokinematik merupakan kajian mengenai gerakan yang terjadi antar tulang dalam suatu sendi. Secara mekanika, gerakan osteokinematik dapat diklasifikasikan menjadi dua bentuk utama, yaitu *swing* dan *spin*. *Swing* adalah gerakan ayunan yang menyebabkan perubahan sudut antara sumbu panjang tulang-tulang penyusun sendi. Sementara itu, *spin* merupakan gerakan rotasi pada tulang di mana sumbu mekanik sendi tetap berada pada posisi yang sama. Pada sendi genu, gerakan yang dapat terjadi meliputi fleksi dengan rentang sekitar 10° hingga 140°, hiperekstensi sekitar 5° hingga 10°, serta gerakan rotasi berupa eksorotasi dan endorotasi yang umumnya terjadi saat lutut dalam posisi fleksi 90° (Pratama, 2019).

b. Arthrokinematik

Arthrokinematik pada sendi lutut menjelaskan gerakan yang terjadi pada permukaan sendi, khususnya antara femur dan tibia. Pada kondisi femur bergerak di atas tibia (permukaan femur bersifat cembung), gerakan yang terjadi berupa kombinasi *rolling* dan *sliding* dengan arah yang berlawanan. Saat terjadi fleksi, femur mengalami *rolling* ke arah posterior dan *sliding* ke arah anterior. Sebaliknya, pada gerakan ekstensi, femur melakukan *rolling* ke arah anterior dan *sliding* ke arah posterior. Apabila tibia yang bergerak terhadap femur, baik pada gerakan fleksi maupun ekstensi, maka *rolling* dan *sliding* berlangsung searah. Pada

fleksi, gerakan mengarah ke posterior, sedangkan pada ekstensi bergerak ke arah anterior. Secara umum, sendi genu memungkinkan terjadinya gerakan fleksi, ekstensi, serta rotasi dalam jumlah terbatas (Hamzah et al., 2020).

5. Patofisiologi



Bagan 2.1 Patofisiologi *knee osteoarthritis*
(Irfan & Gahara, 2015).

Skema tersebut menggambarkan proses terjadinya nyeri pada KOA, dimulai dari faktor risiko seperti usia, obesitas, dan trauma yang

menyebabkan gangguan keseimbangan metabolisme kartilago. Hal ini memicu kerusakan dan penipisan tulang rawan, diikuti perubahan struktur sendi seperti pembentukan osteofit dan sklerosis tulang subkondral. Selanjutnya, terjadi iritasi pada jaringan sekitar sendi (sinovium, kapsul, ligamen), yang akhirnya mengaktifkan reseptor nyeri dan menimbulkan keluhan nyeri pada KOA (Irfan & Gahara, 2015).

B. Nyeri

1. Definisi

Nyeri merupakan pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang berhubungan dengan kerusakan jaringan aktual maupun potensial. Nyeri bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi fisik, psikologis, dan lingkungan. Sedangkan menurut definisi keperawatan nyeri sebagai suatu keadaan yang tidak menyenangkan akibat terjadinya rangsangan fisik maupun dari serabut saraf dalam tubuh ke otak yang diikuti oleh reaksi fisik (fisiologis) maupun emosional (Hannan et al., 2019). Nyeri adalah rasa tidak nyaman yang dirasakan oleh individu yang sifatnya sangat subyektif, yang dapat mempengaruhi pikiran dan mengubah kehidupan (Setyaningsih et al., 2022). Nyeri akan sangat mempengaruhi aktifitas fungsional lutut, pada KOA didiskripsikan sebagai nyeri tumpul dan nyeri cubitan. Nyeri yang terjadi pada sendi lutut dapat bertambah buruk oleh gerakan, awalnya nyeri berkurang saat istirahat pun nyeri bertambah hebat dan akhirnya mengganggu fungsional (Ismaningsih & Selviani, 2018).

International Association for the Study of Pain (IASP) nyeri merupakan pengalaman emosional dan sensori yang tidak menyenangkan, yang seringkali timbul akibat kerusakan jaringan nyata atau potensial, serta menjadi gejala umum pada hampir semua penyakit, termasuk KOA (Milenia & Rahman, 2021).

Nyeri pada KOA secara tradisional dipandang sebagai nyeri nosiseptif. Namun, bukti ilmiah kini menunjukkan bahwa nyeri neuropatik juga dapat berperan pada sebagian pasien. Nyeri nosiseptif, sesuai definisi IASP, adalah sensasi yang timbul akibat kerusakan jaringan non-saraf aktual atau potensial yang dipicu oleh aktivasi nosiseptor. Kerusakan atau rangsangan jaringan berpotensi merusak menjadi penyebab nyeri nosiseptik. Nyeri neuropatik adalah kondisi klinis yang ditandai dengan adanya kerusakan sistem saraf itu sendiri, yang dapat dibuktikan melalui lesi atau penyakit sesuai kriteria neurologis (Milenia & Rahman, 2021).

2. Klasifikasi Nyeri

Klasifikasi nyeri pada pasien KOA dapat dilihat dari beberapa aspek, terutama klasifikasi nyeri yang dialami (Afina et al., 2019).

a. Nyeri Nosiseptif

Nyeri ini berasal dari stimulasi reseptor nyeri (nosiseptor) di jaringan sendi yang mengalami kerusakan, seperti tulang rawan yang menipis, membran sinovial yang meradang, tulang subkondral, kapsul sendi, ligamen, dan otot sekitar sendi. Proses inflamasi dan pembentukan osteofit (taji tulang) dapat menekan saraf dan

menyebabkan nyeri (Yudiantara et al., 2022).

b. Nyeri Mekanik

Disebabkan oleh kerusakan struktur sendi yang menyebabkan gesekan antar tulang, sehingga menimbulkan rasa sakit saat bergerak atau menahan beban (Bahrudin, 2017).

c. Nyeri Inflamasi

Pada beberapa kasus KOA terjadi inflamasi sinovial (sinovitis) yang menyebabkan nyeri disertai pembengkakan, kemerahan, dan rasa hangat pada sendi (Tanderi et al., 2017).

d. Nyeri Neuropatik

Meski tidak dominan, beberapa pasien KOA dapat mengalami nyeri neuropatik akibat iritasi atau kompresi saraf oleh osteofit atau jaringan lunak yang membengkak (Jan S. Purba, 2022).

3. Mekanisme Nyeri

KOA adalah kondisi yang disebabkan oleh kerusakan tulang rawan, perubahan tulang, dan peradangan. Selama fase nyeri, aktivitas fibrinolitik meningkat sementara aktivitas fibriogenik menurun. Akumulasi trombus dan kompleks lipid pada pembuluh darah subkondral memicu iskemik serta nekrosis jaringan. Pelepasan mediator kimia, seperti prostaglandin dan interleukin, sebagai respons terhadap kondisi ini, kemudian mengantarkan sensasi nyeri. Pelepasan mediator kimia termasuk kinin bersama dengan prostaglandin dan interleukin, turut adil dalam sensasi nyeri, yang kemudian mengakibatkan tertariknya tendo dan ligamen serta kejang otot. Penekanan

periosteum dan akar saraf medula spinalis oleh osteofit, ditambah statis vena yang meningkatkan tekanan vena intramedular saat remodelling trabekula dan subkondrial, juga memicu nyeri (Arif et al., 2021). Mekanisme nyeri meliputi:

1. Kerusakan Tulang Rawan dan Sendi

KOA diawali dengan kerusakan pada tulang rawan yang berfungsi sebagai bantalan pelindung sendi. Kerusakan ini menyebabkan permukaan tulang rawan menipis dan aus, sehingga terjadi gesekan antar tulang pada sendi lutut (Wijaya, 2018).

2. Proses Inflamasi

Kerusakan tulang rawan memicu proses inflamasi di sendi, di mana kondrosit dan sel sinovial menghasilkan sitokin inflamasi seperti IL-6, IL-8, TNF- α , prostaglandin E2, dan nitric oxide. Zat-zat ini menurunkan sintesis kolagen dan meningkatkan mediator katabolik yang memperparah kerusakan jaringan serta menyebabkan peradangan sinovial (Wijaya, 2018).

3. Aktivasi Serabut Saraf Nosiseptif

Nyeri muncul karena aktivasi serabut saraf nosiseptif (A-delta dan serabut C) yang terdapat di sinovium, tulang subkondral, kapsul sendi, tendon, dan ligamen. Kerusakan dan inflamasi menyebabkan pelepasan mediator kimiawi seperti prostaglandin, kinin, dan zat inflamasi lain yang merangsang ujung saraf (Wijaya, 2018).

4. Transduksi dan Transmisi Sinyal Nyeri

Stimulus nyeri dari ujung saraf aferen diterjemahkan menjadi impuls listrik (transduksi) yang kemudian disalurkan melalui saraf sensori ke medulla spinalis dan otak (transmisi). Impuls ini melewati jalur saraf seperti tractus spinotalamikus dan spinoretikularis ke thalamus dan korteks serebri (Wijaya, 2018).

5. Modulasi Nyeri

Medulla spinalis dan otak, impuls nyeri mengalami modulasi, yaitu proses penguatan atau penghambatan sinyal nyeri. Sistem saraf pusat dapat melepaskan zat analgesik endogen seperti enkefalin dan endorfin yang menghambat transmisi sinyal nyeri, namun pada OA lutut, proses modulasi ini sering tidak cukup untuk menghilangkan rasa nyeri (Wijaya, 2018).

6. Persepsi Nyeri

Impuls nyeri yang sudah dimodulasi diteruskan ke korteks serebri, di mana otak menginterpretasikan sensasi tersebut sebagai nyeri. Persepsi ini melibatkan area sensorik dan emosional sehingga pasien menyadari lokasi, intensitas, dan kualitas nyeri pada lututnya (Wijaya, 2018).

C. Frekuensi Intervensi Fisioterapi

1. Definisi

Frekuensi intervensi fisioterapi pada pasien KOA merujuk pada seberapa sering pasien datang atau melakukan kunjungan ke fasilitas kesehatan untuk pemeriksaan, terapi, atau penanganan kondisi KOA.

Frekuensi intervensi biasanya diukur dalam jumlah kunjungan per minggu, misalnya 2 kali atau 3 kali per minggu, untuk mendapatkan efek optimal pada peningkatan kekuatan otot dan fungsi sendi lutut (Afina et al., 2019). Latihan yang dilakukan dengan frekuensi latihan ≥ 4 kali perminggu selama minimal 9 minggu memberikan efek yang lebih signifikan dalam mengurangi nyeri pada pasien KOA dibandingkan dengan latihan yang dilakukan dengan frekuensi lebih rendah (Azizan & Rosyida, 2025).

2. Efek Frekuensi Intervensi

Frekuensi intervensi pada pasien KOA memiliki pengaruh signifikan terhadap respon fisiologis dan klinis tubuh, terutama dalam konteks pengurangan nyeri. Efek fisiologis komponen ini antara lain dapat memperlancar peredaran darah, mengurangi persepsi nyeri pada pasien KOA melalui mekanisme penghambatan rangsang nyeri (Pitayanti, 2023). Latihan yang dilakukan secara teratur dengan frekuensi ≥ 4 kali perminggu memberikan efek yang lebih signifikan dalam mengurangi nyeri pada pasien KOA dibandingkan dengan latihan yang dilakukan dengan frekuensi lebih rendah (Arif et al., 2021).

Penurunan nyeri dapat dijelaskan dengan teori gate kontrol yaitu intensitas nyeri diturunkan dengan memblok transmisi nyeri pada gerbang (*gate*) dan teori endorphen yaitu menurunnya intensitas nyeri dipengaruhi oleh meningkatnya kadar endorphen dalam tubuh. Latihan gerak sendi lutut mampu merangsang serabut A beta yang banyak terdapat di kulit, sehingga dapat menghantarkan impuls lebih cepat. Pemberian stimulasi latihan secara

kontinu ini membuat masukan impuls menjadi dominan berasal dari serabut A beta sehingga pintu gerbang menutup dan impuls nyeri tidak dapat diteruskan ke korteks serebral untuk diinterpretasikan sebagai nyeri (Pitayanti, 2023).

