

**PENGARUH FAKTOR INDIVIDU, RIWAYAT PENYAKIT LAIN DAN
GAYA HIDUP TERHADAP KEJADIAN OSTEOARTRITIS LUTUT DI
RSU MUHAMMADIYAH METRO**

(TESIS)

Oleh

W. AZHAR NA'IM

NPM 2328021006



**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PENGARUH FAKTOR INDIVIDU, RIWAYAT PENYAKIT LAIN DAN
GAYA HIDUP TERHADAP KEJADIAN OSTEOARTRITIS LUTUT DI
RSU MUHAMMADIYAH METRO**

**Oleh
W. AZHAR NA'IM
NPM 2328021006**

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk mencapai Gelar
Magister Kesehatan Masyarakat**

**Pada
Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH FAKTOR INDIVIDU, RIWAYAT PENYAKIT LAIN DAN GAYA HIDUP TERHADAP KEJADIAN OSTEOARTRITIS LUTUT DI RSU MUHAMMADIYAH METRO

Oleh

W. AZHAR NA'IM

Osteoarthritis lutut merupakan penyakit sendi degeneratif yang ditandai dengan kerusakan tulang rawan, penebalan tulang subkondral, dan pembentukan osteofit yang menyebabkan nyeri, kaku, serta penurunan fungsi sendi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian osteoarthritis lutut pada pasien di RSU Muhammadiyah Metro. Desain penelitian adalah analitik observasional dengan pendekatan *case control*. Sampel terdiri dari 152 responden, masing-masing 72 kasus dan 72 kontrol, dipilih menggunakan metode *probability sampling* dengan teknik *purposive sampling*. Data dianalisis menggunakan uji *Chi-square* dan regresi logistik. Hasil analisis bivariat menunjukkan variabel usia ($p=0,017$; OR=5,021), jenis kelamin ($p=0,131$; OR=1,922), overweight ($p=0,020$; OR=2,329), riwayat diabetes mellitus ($p=0,353$; OR=1,414), riwayat cedera lutut ($p=0,000$; OR=6,089), jenis pekerjaan ($p=0,680$; 0,774), dan perilaku sedentari ($p=0,000$; OR=23,276). Analisis multivariat menunjukkan faktor yang paling dominan adalah riwayat cedera lutut ($p=0,000$; OR=5,848). Kesimpulan, riwayat cedera lutut merupakan faktor risiko utama kejadian osteoarthritis lutut. Disarankan agar masyarakat menghindari aktivitas berisiko tinggi yang dapat menyebabkan cedera lutut untuk mencegah terjadinya osteoarthritis lutut.

Kata kunci: Osteoarthritis lutut, faktor risiko, riwayat cedera lutut, degeneratif, nyeri sendi

ABSTRACT

THE EFFECT OF INDIVIDUAL FACTORS, OTHER MEDICAL HISTORY, AND LIFESTYLE ON THE INCIDENCE OF KNEE OSTEOARTHRITIS AT MUHAMMADIYAH METRO GENERAL HOSPITAL

By

W. AZHAR NA'IM

Knee osteoarthritis is a degenerative joint disease characterized by cartilage damage, subchondral bone thickening, and osteophyte formation, leading to pain, stiffness, and reduced joint function. This study aims to identify factors associated with the incidence of knee osteoarthritis among patients at Muhammadiyah Metro General Hospital. The study design is an analytical observational study using a case-control approach. The sample consisted of 152 respondents, including 72 cases and 72 controls, selected using probability sampling with purposive sampling techniques. Data were analyzed using the Chi-square test and logistic regression. Bivariate analysis results showed that the variables of age ($p=0.017$; $OR=5.021$), gender ($p=0.131$; $OR=1.922$), overweight ($p=0.020$; $OR=2.329$), history of diabetes mellitus ($p=0.353$; $OR=1.414$), history of knee injury ($p=0.000$; $OR=6.089$), type of work ($p=0.680$; $OR=0.774$), and sedentary behavior ($p=0.000$; $OR=23.276$). Multivariate analysis showed that the most dominant factor was a history of knee injury ($p=0.000$; $OR=5.848$). Conclusion: A history of knee injury is the primary risk factor for knee osteoarthritis. It is recommended that the public avoid high-risk activities that can cause knee injuries to prevent the onset of knee osteoarthritis.

Keywords: Knee osteoarthritis, risk factors, history of knee injury, degenerative, joint pain

Judul Tesis

: **PENGARUH FAKTOR INDIVIDU, RIWAYAT
PENYAKIT LAIN DAN GAYA HIDUP
TERHADAP KEJADIAN OSTEOARTRITIS
LUTUT DI RSU MUHAMMADIYAH METRO**

Nama Mahasiswa

: **W. Azhar Na'im**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2328021006

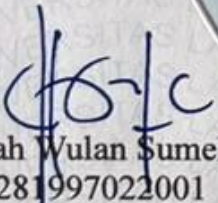
Program Studi

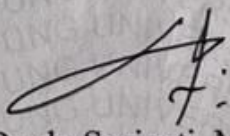
: Magister Kesehatan Masyarakat

Fakultas

: Kedokteran




Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar RW, SKM., M.Kes
NIP. 197206281997022001


Dr. dr. Susianti, M.Sc
NIP. 197808052005012003

Koordinator Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat


Dr. dr. Betta Kurniawan, S.Ked., M.Kes., Sp.Par.K
NIP. 197810092005011001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar RW,
SKM., M.Kes

Sekretaris : Dr. dr. Susianti, S.Ked., M.Sc

Anggota : Dr. dr. Fitria Saftarina, M.Sc., Sp.KKLP

Anggota : Dr. dr. Dian Isti Angraini, M.P.H, Sp.KKLP



2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



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

3. Direktur Pasca Sarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Muzhadi, M.Sc
NIP. 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: **25 September 2025**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa

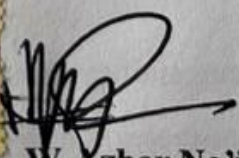
1. Tesis dengan judul **“PENGARUH FAKTOR INDIVIDU, RIWAYAT PENYAKIT LAIN DAN GAYA HIDUP TERHADAP KEJADIAN OSTEOARTRITIS LUTUT DI RSU MUHAMMADIYAH METRO”** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak Intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya

Bandar Lampung, 17 Agustus 2025

Pembuat Pernyataan,




W. Azhar Na'im
NPM. 2328021006

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul “Pengaruh Faktor Individu, Riwayat Penyakit Lain dan Gaya Hidup Terhadap Kejadian Osteoarthritis Lutut di RSUD Muhammadiyah Metro” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. dr. Evi Kurniawaty, M.Sc selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. dr. Betta Kurniawan, M.Kes., Sp.Par.K, selaku Ketua Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. Ibu Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar Rengganis Wardani, SKM., M.Kes selaku pembimbing utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
5. Ibu Dr. dr. Susianti, M.Sc selaku pembimbing kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
6. Ibu Dr. dr. Fitria Saftarina, M.Sc selaku pembahas utama atas masukan dan saran- saran pada seminar hasil tesis ini;
7. Ibu Dr. dr. Dian Isti Angraini, M.P.H, Sp. KKLP selaku pembahas kedua atas masukan dan saran-saran pada seminar hasil tesis ini;

8. Kedua orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan;
9. Istri saya tercinta dan satu-satunya, Novia Astari yang senantiasa memberikan dukungan, do'a, kasih sayang dan menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan tesis ini;
10. Seluruh responden yang telah memberikan waktu dan informasi untuk membantu penyelesaian tesis ini;
11. Seluruh staf pengajar Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan kepada saya untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk mencapai cita-cita;
12. Teman-teman Angkatan 2023 yang telah mendukung dan saling memberikan semangat;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya tesis ini.

Bandar Lampung, 17 Agustus 2025

W. Azhar Na'im

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Osteoarthritis	8
2.2 Osteoarthritis Lutut	8
2.3 Anatomi Sendi Lutut.....	9
2.4 Etiologi Osteoarthritis	16
2.5 Patofisiologi	17
2.6 Patomekanik.....	19
2.7 Klasifikasi Osteoarthritis.....	20
2.8 Gejala Osteoarthritis Lutut.....	22
2.9 Faktor Risiko pada Osteoarthritis Lutut.....	25
2.10 Penelitian Terdahulu.....	42
2.11 Kerangka Teori.....	45
2.12 Kerangka Konsep	46
2.13 Hipotesis.....	47
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	48
3.1 Jenis Penelitian.....	48
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	48
3.3 Variabel Penelitian	49
3.4 Definisi Operasional.....	49
3.5 Populasi dan Sampel	50

3.6	Pengumpulan data	54
3.7	Analisis Data	55
3.8	Etika Penelitian	56
BAB 4 HASIL PENELITIAN.....		57
4.1	Gambaran Umum	57
4.2	Analisis Univariat.....	58
4.3	Analisis Bivariat.....	62
4.4	Analisis Multivariat.....	66
BAB 5 PEMBAHASAN		70
5.1	Pembahasan Univariat.....	70
5.2	Pembahasan Bivariat	82
5.3	Keterbatasan Penelitian	94
BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN.....		95
6.1	Simpulan	95
6.2	Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA		97

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	42
Table 3. 1 Definisi Operasional.....	49
Table 4. 1 Distribusi prevalensi usia	58
Table 4. 2 Distribusi jenis kelamin.....	59
Table 4. 3 Ditribusi kategori overweight.....	59
Table 4. 4 Distribusi kategori diabetes millitus tipe 2.....	60
Table 4. 5 Distribusi kategori cedera lutut	60
Table 4. 6 Distribusi kategori perilaku sedentari	60
Table 4. 7 Distribusi kategori jenis pekerjaan.....	61
Table 4. 8 Analisis bivariat variabel usia	62
Table 4. 9 Analisis bivariat variabel jenis kelamin	63
Table 4. 10 Analisis bivariat variabel overweight.....	63
Table 4.11 Analisis Bivariat variabel DM tipe 2	64
Table 4. 12 Analisis bivariat variabel cedera lutut	64
Table 4. 13 Analisis Bivariat Faktor Gaya Hidup	65
Table 4. 14 Analisis bivariat variabel perilaku sedentari	65
Table 4.15 Analisis Multivariat Seleksi Bivariat.....	66
Table 4. 16 Uji regresi logistik.....	67

Table 4. 17 Kelayakan Model	68
Table 4. 18 Koefisiensi Determinasi	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Anatomi Sendi Lutut.	9
Gambar 2.2 Anatomi Meniskus	13
Gambar 2.3 Anatomi Ligamen.....	14
Gambar 2.4 Patofisiologi Osteoarthritis Lutut	17
Gambar 2.5 Zat Mediator inflamasi pada Osteoarthritis lutut.	19
Gambar 2.6 Klasifikasi Osteoarthritis.....	21
Gambar 2.7 Proses terjadinya inflamasi Osteoarthritis lutut	26
Gambar 2.8 Perbedaan anatomi laki-laki dengan perempuan.....	31
Gambar 2.9 Struktur Kerangka Q Angel Perempuan.....	32
Gambar 2.10 Kerangka Teori Modifikasi	45
Gambar 2.11 Kerangka Konsep	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	106
Lampiran 2	107
Lampiran 3	108
Lampiran 4	110
Lampiran 5	112
Lampiran 6	113
Lampiran 7	114
Lampiran 8	134
Lampiran 9	135

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Osteoarthritis adalah penyakit sendi degeneratif yang paling umum dan merupakan penyebab utama nyeri dan disabilitas pada orang dewasa. Namun mekanisme molekuler yang memprogresi osteoarthritis masih belum sepenuhnya dipahami, dan saat ini tidak ada intervensi yang tersedia untuk memulihkan kartilago yang terdegradasi atau memperlambat progresi penyakit (Chen *et al.*, 2017). Osteoarthritis merupakan penyakit kompleks yang melibatkan lebih dari sekedar mekanisme degeneratif yang merusak tulang kartilago. Inflamasi kronik dan multifaktorial lainnya memainkan peran penting dalam patogenesis dan progresi penyakit osteoarthritis (Robinson *et al.*, 2016). Asosiasi Internasional Reumatologi Italia menjelaskan tentang gejala dini pada osteoarthritis yaitu nyeri lutut tanpa trauma atau cedera baru-baru ini dan kekakuan sendi yang sangat singkat, berlangsung kurang dari 10 menit pada awal gerakan. Bahkan tanpa faktor risiko, atau nyeri lutut dan 1 atau 2 faktor risiko, atau tiga atau lebih faktor risiko dengan setidaknya satu gejala wajib, dengan gejala berlangsung kurang dari 6 bulan tanpa artritis inflamasi aktif, nyeri umum, derajat *Kellgren-Lawrence* >0, trauma atau cedera lutut baru-baru ini (Kanamoto *et al.*, 2020).

Osteoarthritis sangat umum terjadi dengan faktor risiko seperti *overweight* dan usia meningkatkan prevalensinya. Hal ini menyebabkan beban yang besar pada populasi secara global. Osteoarthritis menimbulkan biaya ekonomi yang signifikan, baik secara langsung maupun tidak

langsung. Biaya ini bervariasi berdasarkan karakteristik geografis, demografis, dan klinis, dan cenderung lebih tinggi diantara wanita dan orang tua. Selain itu osteoarthritis menyebabkan hilangnya produktivitas kerja, baik karena pekerjaan yang tidak efektif maupun ketidakhadiran. Osteoarthritis mengurangi kualitas hidup individu penderitanya yang berdampak pada kesejahteraan fisik dan mental bahkan dapat meningkatkan risiko mortalitas, terutama karena penyakit kardiovaskular dan demensia (Leifer *et al.*, 2022). Osteoarthritis juga ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai penyebab utama disabilitas kronis secara global pada individu yang berusia lebih dari 70 tahun dan telah ditetapkan menjadi penyakit prioritas oleh WHO. Di Amerika osteoarthritis merupakan penyebab tertinggi seseorang kehilangan pekerjaan dan telah mempengaruhi 20 juta individu dengan beban biaya lebih dari 100 miliar dolar Amerika Serikat pertahun (Mobasheri *and* Batt, 2016).

Menurut *World Health Organization* pada tahun 2019 sekitar 528 juta orang di seluruh dunia mengalami osteoarthritis, angka tersebut meningkat 113% sejak tahun 1990. Sekitar 73% penderita osteoarthritis berusia 55 tahun dan sekitar 60% penderita osteoarthritis adalah Perempuan. Osteoarthritis lutut menyumbang kasus terbanyak dengan prevalensi 365 juta orang (WHO, 2023). Berdasarkan data riset Perhimpunan Rheumatologi Indonesia prevalensi osteoarthritis mencapai 15,5% pada laki-laki, dan 12,7% pada perempuan (Perhimpunan Rheumatologi Indonesia, 2023). Jumlah prevalensi yang besar tersebut dilaporkan oleh tiap Provinsi di Indonesia, Provinsi Lampung menyumbang angka kejadian sebesar 7,61% atau sejumlah 22.345 penderita. Angka kejadian provinsi tersebut berasal dari angka kejadian di 15 Kota/Kabupaten, Kota Metro menyumbang angka 4,89% atau sejumlah 459 penderita (RISKESDAS, 2019).

Ada beberapa faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya penyakit osteoarthritis pada lutut ini, faktor risiko tersebut dapat dibagi menjadi faktor individu, faktor riwayat penyakit lain dan faktor gaya hidup. Pada faktor individu yang paling umum mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut adalah usia, jenis kelamin, dan berat badan (Katz *et al.*, 2021). Faktor risiko

lain yang ikut andil membangun osteoarthritis lutut adalah riwayat penyakit yang umum terjadi pada penderita osteoarthritis dan diindikasikan berpengaruh diabetes mellitus tipe 2 (Sananta *et al.*, 2022). Selain penyakit tersebut, riwayat cedera lutut juga dapat mengembangkan terjadinya osteoarthritis pada lutut (Snoeker *et al.*, 2020). Selain faktor risiko individu dan riwayat cedera, faktor risiko yang ditimbulkan oleh gaya hidup juga diindikasikan mempengaruhi terjadinya osteoarthritis pada lutut, gaya hidup yang dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis pada lutut salah satunya adalah aktivitas fisik yang tinggi seperti bekerja pada bidang pertanian, konstruksi dan sebagainya yang membutuhkan repetisi gerakan berlutut, berdiri dengan membawa beban berat (Silverwood *et al.*, 2015). Gaya hidup sedentari termasuk dalam faktor gaya hidup yang mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut. Gaya hidup sedentari dapat meningkatkan risiko osteoarthritis lutut melalui penurunan kekuatan otot dan fleksibilitas sendi (Tatjana, 2023).

Dari penjelasan berikut faktor risiko osteoarthritis pada penelitian ini dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu faktor individu, faktor riwayat penyakit lain dan faktor gaya hidup. Faktor usia merupakan prediktor terbesar untuk terjadinya osteoarthritis lutut. Sebagian besar individu dengan osteoarthritis lutut tidak memiliki kejadian pemicu yang jelas, berbeda dengan model osteoarthritis pasca-trauma yang hanya menyumbang 12% dari total beban osteoarthritis lutut (Iijima *et al.*, 2022). Individu dengan indeks massa tubuh tinggi atau *overweight* dapat memicu perkembangan peradangan dan meningkatkan pembebanan di lutut menjadi lebih besar sehingga dapat mempercepat terjadinya degenerasi dan memperburuk osteoarthritis (He *et al.*, 2021). Perbedaan jenis kelamin juga mempengaruhi terjadinya osteoarthritis melalui beberapa mekanisme. Osteoarthritis lutut lebih umum terjadi pada perempuan, sedangkan osteoarthritis pinggul lebih umum pada laki-laki ketika didefinisikan secara radiografis. Selain itu, perbedaan dalam komposisi tubuh dan biomekanik dapat meningkatkan risiko osteoarthritis tibiofemoral lateral. Secara keseluruhan, perbedaan hormon, biomekanik, dan persepsi nyeri antara jenis kelamin dapat

mempengaruhi prevalensi dan perkembangan osteoarthritis (Faber *et al.*, 2024).

Pada penelitian yang berjudul “*Prevalence of Knee Osteoarthritis and its Associated Factors in Type 2 Diabetic Mellitus Patients: A Cross-sectional Study*” menyatakan bahwa terdapat perubahan metabolik yang dapat menjadi penghubung antara diabetes mellitus tipe 2 dengan osteoarthritis lutut. Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa pada penderita diabetes mellitus tipe 2 meningkatkan risiko terjadinya osteoarthritis lutut dengan perbandingan prevalensi pada penderita diabetes mellitus tipe 2 sebesar 46% dan yang tidak sebesar 27% (Tiwari *et al.*, 2023).

Berdasarkan studi meta-analisis yang berjudul “*Knee Osteoarthritis Risk is Increased 4 – 6 fold after knee injury – a systematic review and meta-analysis*” menunjukkan bahwa cedera lutut dapat meningkatkan risiko terjadinya osteoarthritis secara signifikan. Lutut yang memiliki riwayat cedera *anterior cruciatum ligament* (ACL) memiliki risiko empat kali lebih besar terjadinya osteoarthritis lutut (Poulsen *et al.*, 2019).

Gaya hidup sedentari dapat meningkatkan risiko osteoarthritis lutut yang dikaitkan dari peningkatan risiko disabilitas, penurunan fungsi fisik dan juga kualitas hidup yang lebih rendah. Gaya hidup sedentari meningkatkan risiko terkena osteoarthritis lutut sebesar 72% lebih tinggi daripada orang yang memiliki gaya hidup yang lebih baik (Master *et al.*, 2021). Pekerjaan dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut melalui mekanisme aktivitas fisik di tempat kerja yang melibatkan beban mekanis pada sendi lutut. Pekerjaan yang menuntut fisik, seperti bertani, dan pekerjaan yang melibatkan berlutut dalam waktu yang lama, jongkok, memanjat, serta mengangkat/membawa beban, telah terbukti meningkatkan risiko osteoarthritis lutut. Pekerjaan manual berat dikaitkan dengan peningkatan risiko dua kali lipat untuk kejadian osteoarthritis lutut dengan pembuktian radiografis (Perry *et al.*, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh faktor individu, riwayat penyakit lain dan gaya hidup terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum:

Menganalisis pengaruh faktor risiko individu, riwayat penyakit lain dan gaya hidup terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro?

1.3.2 Tujuan Khusus:

1. Menganalisis gambaran faktor individu (usia, jenis kelamin, *overweight*), riwayat penyakit lain (diabetes mellitus tipe 2, cedera lutut) dan gaya hidup (perilaku sedentari, pekerjaan) dan kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
2. Menganalisis pengaruh faktor usia terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
3. Menganalisis pengaruh faktor jenis kelamin terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
4. Menganalisis pengaruh faktor *overweight* terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
5. Menganalisis pengaruh faktor diabetes mellitus 2 terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
6. Menganalisis pengaruh faktor cedera lutut terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
7. Menganalisis pengaruh faktor gaya hidup Sedentari terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
8. Menganalisis pengaruh faktor pekerjaan terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.

9. Menganalisis faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami faktor-faktor risiko osteoarthritis lutut, yang berhubungan dengan variabel usia, jenis kelamin, *overweight*, diabetes millitus, cedera lutut, pekerjaan, dan perilaku sedentari.
2. Hasil penelitian dapat menjadi referensi atau bahan kajian lanjutan bagi peneliti kesehatan yang tertarik untuk mendalami masalah osteoarthritis.
3. Membantu dalam pengembangan program kesehatan yang lebih terarah untuk mencegah atau mengurangi risiko osteoarthritis lutut.
4. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kesehatan sendi, terutama pada kelompok yang berisiko tinggi.
5. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengambil kebijakan kesehatan dalam merancang program kesehatan yang spesifik untuk mencegah dan menangani osteoarthritis lutut.
6. Memberikan data empiris yang dapat digunakan untuk merumuskan strategi intervensi kesehatan yang lebih efektif.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi pencegahan dan intervensi dini osteoarthritis lutut.
2. Memberikan informasi yang berguna bagi masyarakat umum tentang faktor-faktor risiko yang dapat mempengaruhi kejadian osteoarthritis lutut.

3. Memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang hubungan antara karakteristik demografis dan risiko osteoarthritis lutut.
4. Membantu tenaga medis dalam mengidentifikasi kelompok pasien yang berisiko tinggi mengalami osteoarthritis lutut berdasarkan faktor-faktor yang diteliti.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Osteoarthritis

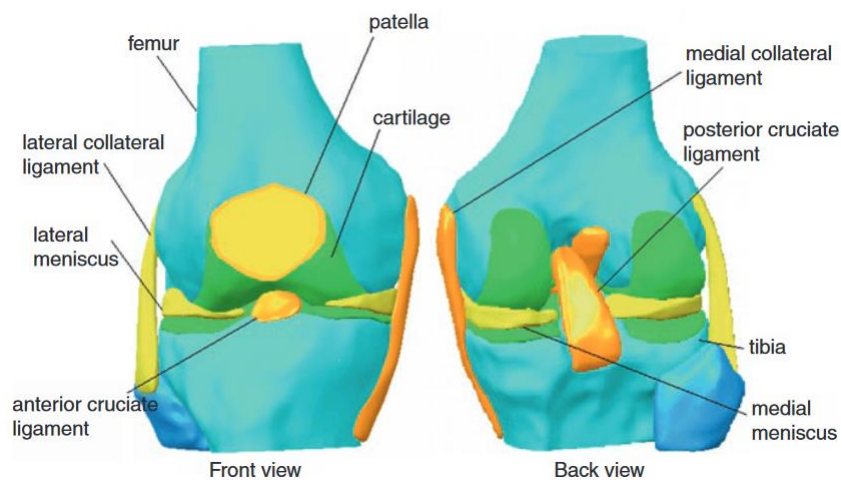
Osteoarthritis adalah kondisi gangguan muskuloskeletal kronis yang mempengaruhi sendi penahan beban tubuh seperti, tulang belakang, pinggul, lutut dan sendi-sendi lainnya. Penyakit sendi ini melibatkan banyak faktor yang mempengaruhi jaringan pembentuk sendi seperti kartilago/tulang rawan, *synovium*, tulang subkondral, ligamen, dan otot jaringan penggerak (Rezu, 2021). Osteoarthritis sering digambarkan sebagai penyakit yang dimulai dengan struktur sendi yang normal, tanpa gejala, dan fungsi sendi serta otot yang normal, kemudian berkembang hingga kehilangan total tulang rawan, disertai perubahan struktural lainnya. Ketidakstabilan yang dirasakan, dan kehilangan fungsi otot dengan nyeri hebat pada malam hari, selama aktivitas fungsi fisik yang terganggu dan kualitas hidup yang menurun (Roos *and* Arden, 2016).

2.2 Osteoarthritis Lutut

Osteoarthritis lutut adalah penyakit sendi yang sangat umum dan melumpuhkan dengan penyebab yang masih kurang dipahami tetapi umumnya dikaitkan dengan penuaan dan obesitas. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa osteoarthritis lutut sudah lama ada namun dengan frekuensi rendah, tetapi sejak pertengahan abad ke-20 penyakit ini meningkat dua kali lipat. Analisis lonjakan lutut baru-baru ini terjadi karena faktor usia yang sudah lanjut dan orang yang mengalami obesitas (Wallace *et al.*, 2017).

Rasa sakit yang dikarenakan oleh osteoarthritis lutut biasanya lebih intens pada saat sendi digerakan dan berkurang saat sendi di istirahatkan atau tidak digerakan. Namun, pada kasus osteoarthritis lutut yang sudah parah, nyeri juga terjadi bahkan pada saat sendi di istirahatkan. Pada saat tersebut peradangan sinovial biasanya terjadi pada sebagian besar pasien dengan osteoarthritis. Dalam hal ini, makrofag memainkan peran kunci dalam patogenesis osteoarthritis melalui produksi mediator inflamasi, faktor pertumbuhan dan proteinase. Saat ini, osteoarthritis diketahui ditandai dengan kerusakan progresif tulang rawan artikular yang berhubungan dengan subkondral dan osteofit proliferasi tulang, yang menyebabkan rasa sakit, mobilitas terbatas dan kecacatan bahkan penurunan kualitas hidup pasien (Noriega-González *et al.*, 2023).

2.3 Anatomi Sendi Lutut



Gambar 2. 1 Anatomi Lutut (Cheng *and* Woo, 2020).

Sendi tibiofemoral dan sendi patellofemoral adalah dua sendi yang membentuk sendi lutut dan keduanya merupakan sendi diartrodial yang terdiri dari tulang, tulang rawan (kartilago), ligamen, tendon, serta otot-otot. Sendi tibiofemoral juga memiliki meniskus medial dan lateral yang berfungsi untuk mendistribusikan beban serta untuk menyerap gaya benturan pada sendi. Semua jaringan lunak ini bekerja secara sinergis untuk

menstabilkan lutut, sementara otot-otot berfungsi untuk menggerakkan sendi lutut. Dengan menggunakan prinsip-prinsip biomekanik, Gerakan antara dua struktur tulang dalam sendi dikenal sebagai kinematika. Normal kinematika lutut dipertahankan oleh fungsi biomekanik dari setiap komponen sendi. Perubahan salah satu dari komponen ini yang disebabkan oleh cedera atau penyakit yang dapat mengubah keseimbangan sinergisitas sendi lutut dan menyebabkan ketidaknormalan kinematika yang dapat menyebabkan peningkatan pembebanan pada struktur jaringan lunak lainnya dan menyebabkan kerusakan tambahan (Cheng *and* Woo, 2020).

2.3.1 Tulang

Anatomi sendi lutut adalah kompleks dan melibatkan beberapa struktur tulang utama serta jaringan pendukung lainnya. Tulang-tulang utama yang membentuk sendi lutut adalah femur (tulang paha), tibia (tulang kering), patella (tempurung lutut), dan fibula. Sendi lutut berfungsi sebagai engsel yang memungkinkan gerakan fleksi dan ekstensi, serta memberikan stabilitas pada tubuh saat berdiri, berjalan, atau berlari (Hirschmann *and* Müller, 2015). Berdasarkan buku "*Clinical Anatomy of The Knee*" dari Murat Bozkurt (2021) menjelaskan bahwa struktur tulang yang membangun sendi lutut meliputi beberapa komponen utama. Berikut adalah beberapa struktur tulang yang terlibat:

1. Tibia: Merupakan salah satu tulang utama yang membentuk sendi lutut. Tibia terhubung dengan berbagai struktur lain seperti meniskus dan ligamen.
2. Femur: Tulang paha yang juga membentuk bagian dari sendi lutut. Femur berartikulasi dengan tibia dan patella.
3. Fibula: Meskipun tidak secara langsung membentuk sendi lutut, fibula terletak di dekat tibia dan berperan dalam stabilitas lateral.
4. Patela: Tulang kecil yang terletak di depan sendi lutut, berfungsi melindungi sendi dan meningkatkan efisiensi mekanis otot paha.

5. *Gerdy's Tubercle*: Sebuah tonjolan tulang yang terletak di sisi anterolateral tibia, tempat menempelnya *iliotibial band*.

Struktur-struktur ini bekerja sama untuk memungkinkan gerakan dan memberikan stabilitas pada sendi lutut.

2.3.2 Otot

Anatomi otot yang menggerakkan sendi lutut melibatkan beberapa otot utama yang berperan dalam stabilitas dan gerakan sendi. Otot-otot ini termasuk otot hamstring dan gastroknemius, quadriceps & iliotibial band yang berperan penting dalam mendukung gerakan pada sendi lutut. Selain itu, otot-otot biartikular yang melintasi sendi pinggul dan lutut, seperti hamstring dan gastroknemius, juga penting dalam mendukung torsi rotasional pada lutut. Otot-otot ini tidak hanya berperan dalam menghasilkan momen fleksi, tetapi juga berkontribusi pada kekakuan rotasional sendi lutut dalam semua sumbu beban, termasuk fleksi – ekstensi, varus – valgus, dan transversal. Aktivasi otot-otot ini tidak selalu bergantung pada orientasi anatomis, tetapi lebih pada perannya dalam menjaga stabilitas sendi lutut. Aktivasi otot-otot biartikular ini juga bergantung pada beban, yang berarti mereka berfungsi sebagai aktuator momen yang signifikan pada setiap sendi yang berartikulasi (Flaxman *et al.*, 2017). Otot *prime mover* adalah otot-otot yang berperan utama dalam gerakan sendi sehingga sendi dapat bergerak. Berikut adalah otot-otot *prime mover* penggerak sendi lutut menurut Murat Bozkurt (2021):

1. *Quadriceps Femoris*: Otot ini adalah prime mover utama dalam ekstensi lutut. *Quadriceps femoris* terdiri dari beberapa bagian, termasuk *vastus medialis*, yang berperan penting dalam menstabilkan dan memperpanjang lutut. Otot ini terletak di bagian depan paha dan merupakan otot yang paling kuat dalam tubuh manusia, yang memungkinkan kita untuk berdiri, berjalan, dan berlari.

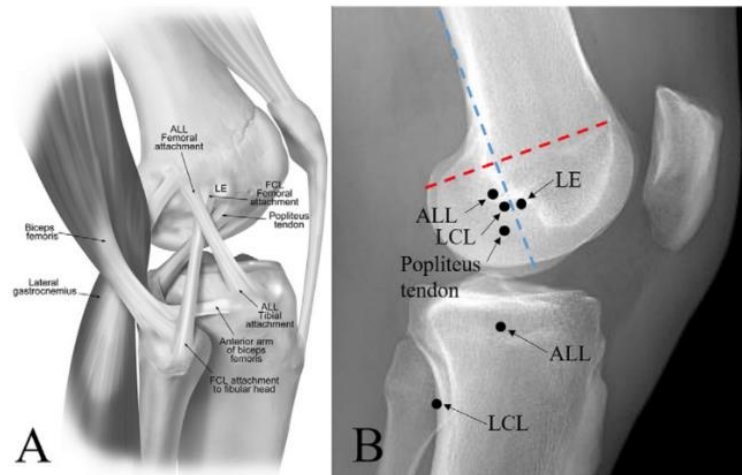
2. *Semimembranosus*: Otot ini adalah bagian dari kelompok otot hamstring yang terletak di bagian belakang paha. *Semimembranosus* berperan dalam fleksi lutut, yaitu gerakan menekuk lutut. Selain itu, otot ini juga membantu dalam rotasi internal lutut ketika lutut dalam posisi fleksi.
3. *Gastroknemius*: Otot ini terletak di bagian belakang tungkai bawah dan merupakan bagian dari otot betis. *Gastroknemius* berperan dalam fleksi lutut dan juga berfungsi dalam plantar fleksi pergelangan kaki. Meskipun lebih dikenal untuk perannya dalam gerakan pergelangan kaki, *gastroknemius* juga berkontribusi pada fleksi lutut.
4. *Biceps Femoris*: Ini adalah otot lain dari kelompok hamstring yang terletak di bagian belakang paha. *Biceps femoris* berperan dalam fleksi lutut dan juga membantu dalam rotasi eksternal lutut. Otot ini bekerja sama dengan *semimembranosus* dan otot *hamstring* lainnya untuk menekuk lutut.

Otot-otot ini bekerja secara sinergis untuk memungkinkan gerakan utama pada sendi lutut, seperti fleksi dan ekstensi, yang penting untuk berbagai aktifitas sehari-hari seperti berjalan, berlari, dan melompat.

2.3.3 Meniskus

Meniskus adalah struktur penting dalam sendi lutut yang berfungsi untuk menahan berbagai jenis gaya seperti geser, tegangan, dan kompresi. Meniskus memainkan peran krusial dalam penopang beban, transmisi beban, penyerapan guncangan, serta pelumasan dan nutrisi kartilago artikular. Bentuk meniskus yang seperti baji membuatnya sangat efektif dalam menstabilkan kondilus femoral yang melengkung selama artikulasi dengan plateau tibial yang datar. Selama aktivitas sehari-hari, gaya aksial tibiofemoral menekan meniskus. Bentuk baji dari meniskus dan lampiran

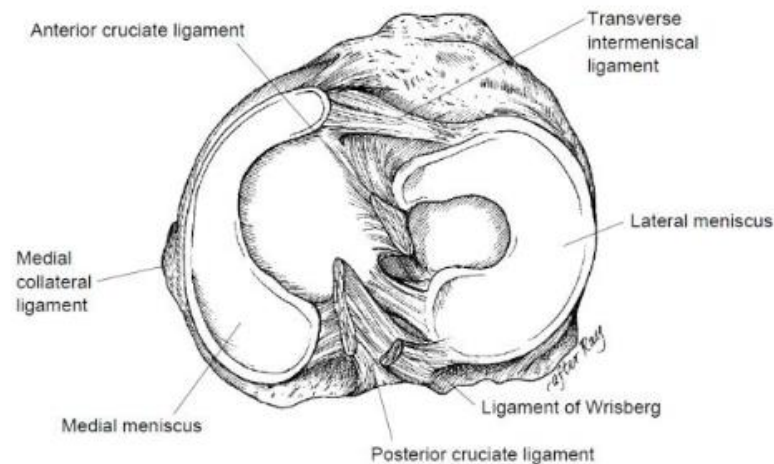
tanduknya berfungsi untuk mengubah gaya kompresi vertikal menjadi tegangan lingkaran horizontal (Makris *et al.*, 2011).



Gambar 2. 2 Anatomi meniskus (Cao *and* Chen, 2022).

Meniskus merupakan dua *fibrocartilage* berbentuk bulan sabit atau semi – lingkaran yang terletak di antara kondilus femoral dan plateau tibial. Meniskus terdiri dari dua bagian, satu terletak di aspek medial sendi lutut dan yang lainnya di aspek lateral. Meniskus memiliki aspek superior yang cekung, memungkinkan artikulasi yang kuat dengan kondilus femoral yang cembung, sementara bagian inferiornya relatif datar untuk menyesuaikan dengan plateau tibial. Meniskus medial berbentuk bulan sabit dengan tanduk posterior yang lebih lebar dibandingkan tanduk anteriornya, dan terhubung kuat ke *anterior cruciatum ligament* (ACL) dan *posterior cruciatum ligament* (PCL). Meniskus lateral berbentuk cakram, lebih kecil, tetapi lebih mobile dibandingkan meniskus medial, dengan tanduk anterior terhubung ke fossa interkondilar dan tanduk posterior terhubung ke PCL melalui ligamen *Wrisberg*. Kedua meniskus melekat pada plateau tibial melalui ligamen coroner (Cao *and* Chen, 2022).

2.3.4 Ligamen



Gambar 2. 3 Anatomi Ligamen (Bedi *et al.*, 2018).

Ligamen adalah struktur jaringan ikat yang menghubungkan tulang satu dengan tulang lainnya di dalam tubuh, terutama di sekitar sendi. Dalam konteks sendi lutut manusia, terdapat empat ligamen utama yaitu *anterior cruciate ligament* (ACL), *posterior cruciate ligament* (PCL), *lateral collateral ligament* (LCL), dan *medial collateral ligament* (MCL). Fungsi utama ligamen adalah untuk menstabilkan sendi, mencegah gerakan yang berlebihan, dan menjaga integritas struktural sendi. Misalnya, serat-serat pada ACL dan PCL memiliki peran yang berbeda dalam stabilisasi sendi lutut. Ligamen bekerja sebagai satu unit fungsional untuk mendukung dan menstabilkan sendi lutut (Peters *et al.*, 2022).

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai ligamen-ligamen tersebut menurut Bedi, Laprade and Burrus (2018):

1. *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dan *Posterior Cruciate Ligament* (PCL): Kedua ligamen ini memiliki *landmark* osseous intra-artikular yang memisahkan bundel ligamen dan dapat digunakan untuk memandu rekonstruksi yang akurat. *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament* adalah penahan utama terhadap gaya anterior dan posterior pada lutut.

2. *Medial Collateral Ligament* (MCL): Juga dikenal sebagai ligamen kolateral tibial, MCL terdiri dari komponen superfisial dan dalam yang bersama-sama bertindak sebagai penahan utama terhadap gaya valgus. Bagian dalam MCL melekat pada ligamen meniskokapsular yang mendasari dan berfungsi sebagai penstabil meniskus.
3. *Lateral Collateral Ligament* (LCL): Juga dikenal sebagai ligamen kolateral fibular, LCL memiliki insersi femoral dekat dengan epikondil lateral. LCL adalah struktur tubular yang berfungsi sebagai penahan utama terhadap gaya varus.
4. *Antero Lateral Ligament* (ALL): Struktur ini kontroversial dan mungkin berperan dalam mengontrol rotasi internal lutut. Insersi femoralnya terletak sedikit proksimal dan posterior terhadap LCL, dan lokasinya di tibia terletak sedikit distal dari garis sendi antara tuberkel Gerdy dan kepala fibula.
5. *Medial Patellofemoral Ligament* (MPFL): Ligamen ini adalah penahan jaringan lunak utama terhadap ketidakstabilan patela lateral. MPFL menempel pada aspek proksimal dan posterior kondilus femoral medial dan melekat pada sepertiga proksimal patela, dengan variasi insersi pada aspek medial tendon quadriceps.

Ligamen-ligamen ini bekerja sama untuk memberikan stabilitas pada lutut selama transmisi gaya melintasi sendi, dengan ligamen sebagai penahan utama terhadap gaya anterior, posterior, varus, dan valgus.

2.3.5 Kartilago

Kartilago atau yang lebih dikenal sebagai tulang rawan, adalah jaringan unik dan multifaset yang berperan penting dalam fungsi sendi dan pergerakan tubuh. Fungsi kartilago dirancang sebagai penahan beban kompresi dan gaya geser yang signifikan sepanjang rentang gerak sendi sinovial (Decker *et al.*, 2015).

Kartilago terbagi menjadi dua bentuk umum, yaitu kartilago hialin dan fibrokartilago. Kartilago hialin menutupi permukaan sendi dan memiliki struktur bewarna abu-abu Mutiara dengan banyak kolagen tetapi tidak memiliki saraf atau pembuluh darah. Kartilago ini dilapisi membrane fibrosa yang dikenal sebagai perondrium atau membrane sinovial ketika berada di permukaan sendi. Nutrisi untuk kartilago ini didifusikan dari pembuluh darah yang terletak dalam membrane tersebut. Disisi lain fibrokartilago dikenal sebagai meniskus yang ditemukan di lutut (Ding, 2023).

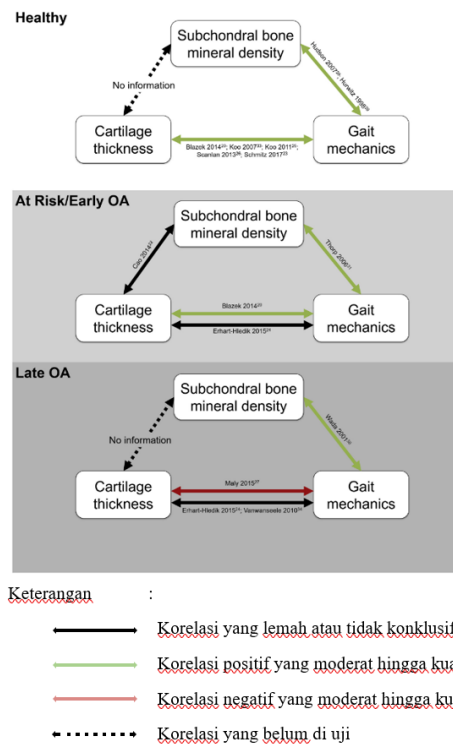
2.4 Etiologi Osteoarthritis

Etiologi osteoarthritis terjadi begitu kompleks dan multifaktorial, melibatkan komponen genetik, biologis, dan biomekanis. Faktor-faktor etiologi ini juga spesifik untuk setiap sendi. Osteoarthritis sebelumnya dianggap sebagai penyakit yang hanya melibatkan degradasi mekanis tulang rawan, tetapi sekarang diketahui sebagai kondisi kompleks yang mempengaruhi seluruh sendi, di mana aktivasi protease matriks memainkan peran penting (Glyn-Jones *et al.*, 2015). Etiologi osteoarthritis adalah multifaktorial dan mencakup cedera sendi, penuaan, dan faktor keturunan. Osteoarthritis adalah penyakit sendi degeneratif yang paling umum dan merupakan penyebab utama nyeri dan disabilitas pada individu dewasa. Meskipun osteoarthritis paling sering terjadi pada orang tua, cedera traumatis terkait olahraga pada semua usia dapat menyebabkan osteoarthritis pasca-traumatik. Selain itu, faktor genetik, mekanis, dan lingkungan juga berhubungan dengan perkembangan osteoarthritis (Chen *et al.*, 2017).

Beban mekanis yang abnormal, seperti ketidakstabilan sendi setelah cedera ligamen atau meniskus, dapat memicu mekanoflamasi dalam patogenesis osteoarthritis, yang pada akhirnya mengakibatkan degradasi matriks tulang rawan. Faktor risiko lokal seperti riwayat cedera lebih dominan dalam onset penyakit, sedangkan faktor risiko sistemik seperti diabetes dan merokok memiliki peran dominan dalam memperburuk

penyakit. Proses perburukan osteoarthritis mungkin melibatkan interaksi antara lebih banyak faktor risiko dibandingkan dengan insiden penyakit itu sendiri. Oleh karena itu, pencegahan cedera dan penghentian merokok juga penting dalam manajemen osteoarthritis, serta pengelolaan komorbiditas seperti diabetes untuk menghentikan progresi penyakit (Chan *et al.*, 2021).

2.5 Patofisiologi



Gambar 2. 4 Patofisiologi osteoarthritis lutut (Edd *et al.*, 2018).

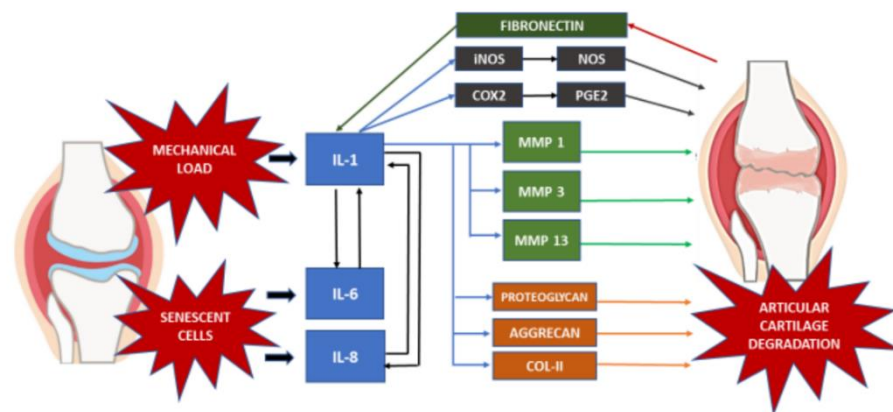
Osteoarthritis adalah salah satu bentuk arthritis yang paling umum dan dianggap sebagai penyakit inflamasi dari seluruh sendi sinovial dengan berbagai *fenotipe*. Dengan mengetahui permasalahan ini harapannya dapat dilakukan pengembangan strategi pencegahan dan pengobatan yang dipersonalisasi dan di individualisasi untuk pasien osteoarthritis dengan fenotipe penyakit yang berbeda. Patofisiologi osteoarthritis melibatkan perubahan terkait usia dalam sistem muskuloskeletal dan perkembangan osteoarthritis. Proses ini mencakup perubahan dalam kondrogenesis,

diferensiasi kondrosit, dan metabolisme kartilago artikular. Selain itu, osteoarthritis juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti obesitas dan biosintesis leptin yang dapat mempengaruhi kartilago artikular dan kondrosit. Osteoarthritis juga dikaitkan dengan peradangan yang diinduksi oleh stres metabolik, yang dapat menyebabkan peradangan sendi dan perkembangan osteoarthritis. Fenotipe inflamasi dari osteoarthritis seperti sinovitis berhubungan dengan nyeri sendi yang baru muncul (Mobasheri and Batt, 2016).

Pada gambar 2.4 menjelaskan bahwa patofisiologi osteoarthritis dapat dijelaskan dari perspektif mekanis pada sendi lutut. osteoarthritis adalah penyakit yang mempengaruhi seluruh sendi, termasuk penipisan tulang rawan, perubahan mekanika gaya berjalan, dan kepadatan mineral tulang subkondral. Adanya hubungan antara ketebalan tulang rawan dan mekanika gaya berjalan mempengaruhi patofisiologi osteoarthritis. Korelasi antara momen adduksi lutut dan rasio ketebalan tulang rawan medial ke lateral umumnya positif pada lutut yang sehat, tidak konklusif pada lutut yang berisiko/ awal osteoarthritis, dan negatif pada lutut dengan osteoarthritis lanjut. Momen adduksi lutut juga berkorelasi positif dengan rasio kepadatan mineral tulang subkondral tibia medial ke lateral pada semua kondisi kesehatan lutut (Edd *et al.*, 2018).

Inflamasi pada osteoarthritis di bentuk oleh berbagai sitokin pro-inflamasi yang mengaktifkan kondrosit untuk memproduksi zat *Matrix Metalloproteinases* (MMPs) yang berperan utama dalam degradasi matriks artikular. Selain itu terdapat juga zat Sitokin pro-inflamasi seperti *Interleukin-6* (IL-6) dan *Tumor Necrosis Factor Alpha* (TNF- α) berperan dalam memulai serta memperburuk proses perkembangan osteoarthritis. Enzim mediator inflamasi seperti *inducible nitric oxide synthase* (iNOS) dan *cyclooxygenase-2* (COX-2) memainkan peran penting dalam proses inflamasi yang terkait dengan osteoarthritis. Enzim-enzim ini terlibat dalam produksi mediator inflamasi seperti: iNOS menghasilkan *nitric oxide* (NO) sebuah radikal bebas serta COX-2 memproduksi *prostaglandin E2* (PGE2). Sitokin proinflamasi seperti *Interleukin-1* (IL-1) merangsang peningkatan

regulasi PGE2 dan NO dengan menginduksi ekspresi gen atau aktivitas COX-2 dan iNOS. NO berkontribusi pada degradasi artikular dengan meningkatkan sintesis *Matrix Metalloproteinases* (MMPs) melalui jalur yang bergantung pada *cyclic GMP* (cGMP), serta secara bersamaan menghambat sintesis proteoglikan dan kolagen. *Nitric Oxide* (NO) juga terlibat dalam mediasi apoptosis kondrosit yang umum ditemukan pada kondisi osteoarthritis progresif, dengan mengubah fungsi mitokondria yang dapat menghambat rantai pernapasan mitokondria serta mengurangi sintesis ATP. Aktivasi COX-2 meningkatkan produksi MMP-3, yang selanjutnya berkontribusi pada pemecahan matriks kartilago, sambil juga menghambat sintesis proteoglikan dan kolagen. Rangkaian peristiwa yang didorong oleh enzim mediator inflamasi ini mengarah pada degradasi jaringan sendi dan progresi osteoarthritis (Yunus, *et al.*, 2020).



Gambar 2. 5 Zat mediator inflamasi pada osteoarthritis lutut (Yunus *et al.*, 2020).

2.6 Patomekanik

Patomekanik osteoarthritis pada lutut melibatkan interaksi kompleks antara gaya mekanis pada berbagai skala, mulai dari tingkat organ hingga molekul. Osteoarthritis diakui sebagai penyakit yang mempengaruhi seluruh sendi pada setiap level organ. Gaya mekanis makroskopis yang terkait dengan kinematika sendi dan aspek-aspek gaya berjalan diterjemahkan menjadi gaya nanoskopis pada tingkat matriks ekstraseluler individu. Kegagalan mekanis pada tingkat molekuler dapat menyebabkan patologi

pada tingkat sendi. Pada tingkat sel mikroskopis, baik gaya beban fisiologis normal maupun patologis diketahui mengatur respons seluler di hampir semua jaringan ikat muskuloskeletal. Pendekatan pemodelan multiskala membantu dalam memperkirakan gaya yang terjadi pada tingkat sel dengan menggabungkan data dari pencitraan sendi dan analisis gaya berjalan dengan pengukuran sifat biomekanik jaringan (Varady *and* Grodzinsky, 2016). Osteoarthritis lutut yang berhubungan dengan faktor biomekanik yang kompleks menunjukkan bahwa ada hubungan biomekanik dengan terjadinya nyeri, terutama pada osteoarthritis lutut. Misalnya, momen adduksi lutut yang lebih besar dilaporkan lebih banyak terjadi pada orang dengan osteoarthritis lutut yang mengalami gejala nyeri dibandingkan dengan orang yang tidak mengalami gejala nyeri. Momen ini juga terkait dengan progresi penyakit struktural, dan strategi pengobatan biomekanik yang menargetkan pengurangan gerakan adduksi lutut mungkin memiliki potensi dalam mengurangi nyeri. Selain itu terdapat faktor integrasi kondisi sendi yang dilaporkan mencakup tiga hal yang relevan untuk osteoarthritis lutut yakni: ketebalan tulang rawan, mekanika gaya berjalan, dan kepadatan mineral tulang subkondral. Model ini menyatakan bahwa lutut tetap sehat selama sifat-sifatnya berinteraksi dalam keadaan adaptasi satu sama lain. Gangguan homeostasis di antara komponen-komponen ini memicu perkembangan osteoarthritis lutut (Hunt *et al.*, 2020).

2.7 Klasifikasi Osteoarthritis

Populasi pasien osteoarthritis lutut sangat heterogen. Untuk menjelaskan heterogenitas ini dengan lebih baik maka telah disarankan dengan banyak mekanisme yang mendasari arah pada presentasi klinis yang serupa seperti kerusakan sendi, nyeri, kekakuan, dan penurunan fungsi fisik yang kemudian bertanggung jawab atas pengembangan dan perkembangan klasifikasi osteoarthritis. Pendekatan umum yang muncul dari literatur adalah dengan menggunakan faktor risiko atau etiologi (misalnya obesitas, ketidaksejajaran tulang, depresi) untuk mengidentifikasi kelompok-

kelompok yang dicirikan oleh mekanisme utama yang mendasari hipotesis (Dell’Isola *and* Steultjens, 2018).

Image		Grade Description
		Grade 0 (Normal) Is assigned to normal bones and no symptoms on X-rays.
		Grade 1 (Doubtful) depicts doubtful JSN and the possibility of osteophytes.
		Grade 2 (Mild) specifies definite osteophytes and possible JSN.
		Grade 3 (Moderate) indicates multiple osteophytes with possible bone deformity.
		Grade 4 (Severe) Shows large osteophytes, definite JSN, and severe sclerosis.

Gambar 2. 6 Klasifikasi osteoarthritis (Tariq *et al.*, 2023).

Radiografi atau sinar-X dapat menilai rasa sakit dan kegelisahan dengan cara mendeteksi dan mendiagnosa osteoarthritis, fitur utama yang dapat diamati dengan menggunakan sinar-X adalah melihat penyempitan ruang sendi, terbentuknya osteofit, pembentukan kista beker, dan sklerosis subkondral. Penyempitan ruang sendi mengacu pada hilangnya tulang rawan sebagai pelindung di antara sendi lutut. Osteofit adalah benjolan tulang yang terbentuk pada tulang atau sendi, sedangkan sklerosis subkondral adalah penebalan tulang yang tidak normal. Sistem penilaian Kellgren dan Lawrence adalah metode semi kuantitatif untuk memberikan nilai pada hasil radiografi (*rontgen*) untuk tingkat keparahan osteoarthritis, menurut sistem ini nomor urut diberikan sesuai dengan tingkat keparahan untuk klasifikasi (Tariq *et al.*, 2023).

2.8 Gejala Osteoarthritis Lutut

Osteoarthritis adalah bentuk arthritis atau peradangan pada sendi yang paling umum, yang terutama mempengaruhi tulang rawan artikular dan subkondral pada tulang sendi sinovial. Prevalensi gejala osteoarthritis lutut berkisar antara 10% hingga 30% di antara individu yang lebih tua di seluruh dunia. Gejala khas yang timbul adalah kekakuan sendi, fungsi sendi yang terbatas dan berkurangnya kebugaran fisik dan nyeri yang berhubungan dengan aktivitas dan dapat memburuk dari waktu ke waktu serta mengakibatkan nyeri yang lebih persisten. Latihan terapi bertujuan untuk meningkatkan kekuatan otot, rentang gerak sendi, aerobik kebugaran dan dengan demikian dapat menurunkan rasa sakit, serta meningkatkan fungsi dan kualitas hidup (Yamato *et al.*, 2016). Nyeri adalah gejala utama dari osteoarthritis dan gejala ini biasanya membuat mereka mencari perawatan medis. Rasa sakit pada osteoarthritis biasanya diperburuk dengan penggunaan sendi dan berkurang saat diistirahatkan. Rasa sakit ini cenderung terlokalisasi pada sendi yang mengalami peradangan, walaupun dalam beberapa kasus nyeri juga kadang-kadang dapat menjalar atau terjadi pada lokasi lain, misalnya rasa sakit kadang-kadang dapat dialami di paha/lutut pada pasien dengan osteoarthritis pinggul. Pada tahap awal penyakit, gejala yang meliputi nyeri sering kali bersifat intermiten yang menjadi lebih sering dan lebih parah seiring dengan perkembangan penyakit. Namun, secara luas dikonfirmasi bahwa ada korelasi yang buruk antara tingkat keparahan penyakit berdasarkan hasil rontgen polos dengan gejala nyeri yang timbul (O'Neill and Felson, 2018).

Kekakuan sendi pada osteoarthritis adalah salah satu gejala yang paling umum. Kekakuan sendi biasanya terjadi setelah periode tidak aktif, seperti setelah bangun tidur atau duduk dalam waktu yang lama, dan dapat berkurang dengan aktivitas ringan. Namun aktivitas yang berlebihan dapat memperburuk kekakuan dan nyeri sendi. Penyebab utama dari kekakuan ini adalah kerusakan pada tulang rawan yang berfungsi sebagai bantalan di antara tulang-tulang sendi. Ketika kartilago ini rusak, tulang dapat

bergesekan satu sama lain, menyebabkan rasa sakit dan kekakuan. Selain itu, perubahan pada struktur tulang dan jaringan disekitar sendi, seperti ligamen dan otot, juga dapat berkontribusi pada kekakuan. Faktor-faktor yang dapat memperburuk kekakuan sendi termasuk usia, obesitas, cedera sendi sebelumnya, dan faktor genetik. Usia adalah faktor risiko utama karena seiring bertambahnya usia, kemampuan tubuh untuk memperbaiki dan memelihara jaringan sendi menurun. Obesitas menambah beban pada sendi, terutama sendi yang menahan beban seperti lutut dan pinggul, yang dapat mempercepat kerusakan tulang rawan (Luft, 2015). Krepitasi pada osteoarthritis didefinisikan sebagai suara berderak atau gemeretak pada pergerakan sendi yang disertai dengan sensasi di dalam sendi. Krepitasi dapat terjadi dengan atau tanpa rasa sakit dan merupakan temuan umum selama pemeriksaan fisik pada subjek dengan osteoarthritis lutut. Krepitasi lutut adalah temuan umum pada pemeriksaan fisik dan diterima secara luas sebagai tanda osteoarthritis lutut. Krepitasi mungkin terkait dengan patologi pada berbagai struktur di dalam lutut, seperti kerusakan meniskus dan timbulnya osteofit yang dapat menyebabkan gesekan pada jaringan di atasnya (termasuk ligamen dan kapsul sendi) atau tulang rawan dan tulang di bawahnya. Penelitian menunjukkan adanya hubungan signifikan antara derajat Kellgren-Lawrence (KL) dan keberadaan krepitasi umum, di mana derajat KL yang lebih tinggi mungkin terkait dengan krepitasi karena permukaan osseus yang saling bergesekan ketika gerakan fleksi dan ekstensi (Crema *et al.*, 2011).

Pembengkakan pada osteoarthritis lutut adalah gejala yang sering terjadi dan dapat mempengaruhi gerak mekanik sendi serta aktivitas otot penderita. Pembengkakan ini dapat diidentifikasi melalui pemeriksaan klinis seperti pengukuran lingkaran sendi sebagai bagian dari pemeriksaan klinis untuk mengidentifikasi pembengkakan lutut. Dalam konteks osteoarthritis, pembengkakan sering kali dikaitkan dengan gejala peradangan lainnya. Berdasarkan analisis data dari survei, gejala yang paling sering disebutkan oleh penderita adalah keterbatasan fungsi, diikuti oleh rasa sakit, peningkatan suhu, pembengkakan, dan kemerahan. Gejala-gejala ini

merupakan bagian dari lima gejala utama peradangan yang sering kali berhubungan dengan pembengkakan (Suppanz, 2023). Penurunan rentang gerak sendi pada pasien osteoarthritis adalah salah satu gejala yang sering dialami. Osteoarthritis adalah bentuk peradangan sendi yang paling umum dan ditandai dengan degenerasi progresif dari kartilago artikular, yang mengakibatkan berkurangnya perlindungan dan bantalan antara permukaan sendi. Hal ini menyebabkan nyeri sendi dan penurunan rentang gerak, yang merupakan gejala umum pada pasien osteoarthritis. Kartilago memiliki kapasitas penyembuhan yang terbatas karena aktivitas metabolik yang rendah dan suplai darah yang terbatas yang mengakibatkan kerusakan sendi sering kali bersifat permanen. Penurunan rentang gerak ini dapat mempengaruhi kualitas hidup pasien, karena sendi yang terkena osteoarthritis menjadi kaku dan sulit digerakkan. Diagnosis osteoarthritis sering kali dilakukan melalui gejala klinis seperti nyeri sendi, terutama pada individu yang berusia di atas 45 tahun, serta kekakuan sendi di pagi hari yang berlangsung kurang dari 30 menit (Collins *et al.*, 2022).

Perubahan bentuk sendi pada penderita osteoarthritis melibatkan perubahan besar dan jelas pada tulang subkondral di lutut yang terkena peradangan. Pada penjelasan statistik menjelaskan terkait perbedaan ini terutama pada area epikondilus dan plateau tibial medial posterior yang dapat mengalami perubahan bentuk hingga 10 mm. Perubahan ini termasuk ekspansi tulang pada epikondilus femoral dan tibial, serta perubahan pada area lain seperti tuberkel tibial posterior-medial yang bisa membesar hingga 6 mm dibandingkan dengan lutut yang tidak mengalami osteoarthritis. Perubahan bentuk ini tidak selalu berkorelasi dengan rasa sakit dan fungsi klinis, yang berarti bahwa meskipun ada perubahan morfologi yang signifikan, gejala klinis mungkin tidak selalu hadir sejalan dengan perubahan tersebut. Perubahan lain yang diamati termasuk ekspansi pada kartilago femoral yang meluas ke depan, medial, dan lateral, serta depresi pada plateau tibial medial dan lateral. Perubahan ini menunjukkan bahwa osteoarthritis lutut merubah bentuk dan kondisi sendi (Lynch *et al.*, 2019).

2.9 Faktor Risiko pada Osteoarthritis Lutut

Pada penelitian yang berjudul “Hubungan pengetahuan dan perilaku pencegahan tentang osteoarthritis pada lansia di Panti Werdha Jakarta Selatan” mengatakan bahwa faktor individu dibagi menjadi 3 yaitu usia, jenis kelamin, genetik dan kelebihan berat badan. Pada faktor individu, usia dianggap sebagai faktor utama dalam berkembangnya osteoarthritis dengan adanya kerusakan sendi yang disebabkan oleh penipisan kartilago, dan melemahnya otot. Jenis kelamin perempuan memiliki prevalensi lebih tinggi pada osteoarthritis panggul, lutut dan tangan terutama saat pasien sudah masa menopause. Obesitas merupakan faktor resiko yang signifikan untuk perkembangan osteoarthritis lutut (Siti Fadhillah, 2024).

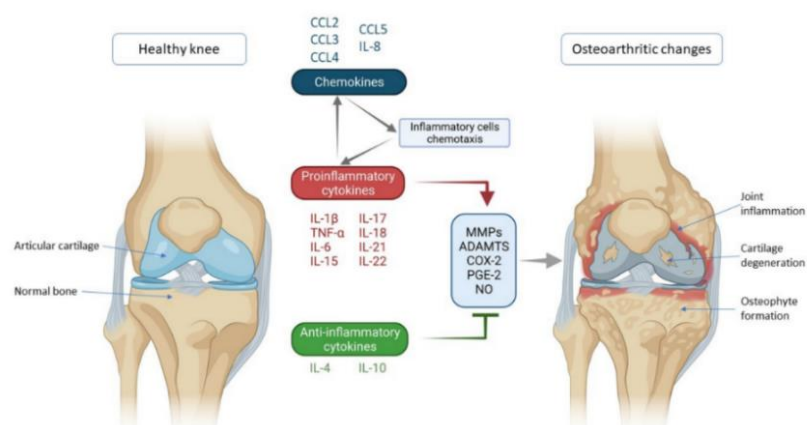
Pada penelitian “Faktor resiko kejadian osteoarthritis lutut pada pasien yang berobat di poli ortopedi Rumah Sakit Bhayangkara tk. II Medan” meneliti tentang riwayat penyakit lain yaitu diabetes millitus, dan cedera lutut (Manurung *et al.*, 2022). Selain itu pada sebuah penelitian mengungkapkan bahwa *malalignmant* dan rematoid arthritis juga dikelompokkan pada kelompok faktor risiko riwayat penyakit lain (Haberkamp *et al.*, 2020; Gerasymenko *et al.*, 2023).

Berdasarkan penelitian yang berjudul “*The Connection of Body Mass Index (BMI) and Life Style with Osteoarthritis Case*” dan “*Daily Sedentary Behavior Predicts Pain and Affect in Knee Arthritis*” menyatakan bahwa pekerjaan dan perilaku sedentari merupakan faktor risiko dari gaya hidup yang dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut (Zhaoyang and Martire, 2019; Aminah, Meily Nirnasari, 2022). Pada sebuah penelitian mengatakan bahwa faktor asupan nutrisi juga dikelompokkan kedalam faktor gaya hidup yang mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut (Liu *et al.*, 2023).

2.9.1 Faktor Individu terhadap kejadian osteoarthritis

1. Usia

Usia tua merupakan faktor risiko yang signifikan untuk terjadinya osteoarthritis lutut. Seiring bertambahnya usia, insiden osteoarthritis lutut meningkat. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yang berkaitan dengan penuaan, seperti perubahan degeneratif pada sendi, penurunan kemampuan regeneratif jaringan, dan akumulasi paparan terhadap faktor risiko lain seperti cedera lutut sebelumnya atau aktivitas fisik yang berat (Blagojevic *et al.*, 2010). Penuaan juga dikaitkan dengan penurunan massa otot dan peningkatan massa lemak, yang dapat menyebabkan stres mekanis abnormal pada sendi dan peningkatan mediator inflamasi. Sel-sel jaringan sendi termasuk kondrosit dan sel meniskus, serta lemak infrapatellar di sendi lutut dapat menjadi sumber lokal mediator inflamasi yang meningkat seiring bertambahnya usia dan berkontribusi pada osteoarthritis (Greene *and* Loeser, 2015).



Gambar 2. 7 Proses terjadinya inflamasi osteoarthritis lutut (Molnar *et al.*, 2021)

Patogenesis osteoarthritis paling utama ditentukan oleh ketidakseimbangan mediator proinflamasi dan anti-inflamasi, yang mengarah pada proses peradangan awal. Peradangan tersebut kemudian bertanggung jawab atas terjadinya degradasi tulang rawan (kartilago), remodeling tulang, dan proliferasi

sinovial. Ketidakseimbangan ini menyebabkan sekresi enzim dan faktor inflamasi lainnya yang terlibat dalam patogenesis osteoarthritis, yang kemudian dapat mengakibatkan perubahan morfologi pada sendi seperti degenerasi tulang rawan, pembentukan osteofit, dan perubahan inflamasi lainnya seperti *synovitis*. Usia lanjut dapat meningkatkan inflamasi melalui akumulasi produk akhir glikasi lanjut/ *advanced glycation end products* (AGEs) pada tulang rawan. *advanced glycation end products* diketahui menstimulasi metabolisme katabolik pada kondrosit melalui sinyal NF- κ B, yang berkontribusi pada peningkatan produksi sitokin proinflamasi seperti IL-8. Akumulasi AGEs ini cenderung meningkat seiring bertambahnya usia, yang dapat memperburuk proses inflamasi dan berkontribusi pada perkembangan osteoarthritis. Patogenesis osteoarthritis paling utama ditentukan oleh ketidakseimbangan mediator pro-inflamasi dan anti-inflamasi, yang mengarah pada proses peradangan awal. Peradangan tersebut kemudian bertanggung jawab atas terjadinya degradasi tulang rawan (kartilago), remodeling tulang, dan proliferasi sinovial. Ketidakseimbangan ini menyebabkan sekresi enzim dan faktor inflamasi lainnya yang terlibat dalam patogenesis osteoarthritis, yang kemudian dapat mengakibatkan perubahan morfologi pada sendi seperti degenerasi tulang rawan, pembentukan osteofit, dan perubahan inflamasi lainnya seperti *synovitis*. Usia lanjut dapat meningkatkan inflamasi melalui akumulasi produk akhir glikasi lanjut (*advanced glycation end products*, (AGEs)) pada tulang rawan. AGEs diketahui menstimulasi metabolisme katabolik pada kondrosit melalui sinyal NF- κ B, yang berkontribusi pada peningkatan produksi sitokin pro-inflamasi seperti IL-8. Akumulasi AGEs ini cenderung meningkat seiring bertambahnya usia, yang dapat memperburuk proses inflamasi

dan berkontribusi pada perkembangan osteoarthritis (Molnar *et al.*, 2021).

Hubungan usia dengan osteoarthritis melibatkan beberapa mekanisme patofisiologi yang kompleks. Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan inflamasi dan penurunan sintesis matriks ekstraseluler pada kondisi osteoarthritis lutut yang berhubungan dengan bertambahnya usia. Selain peningkatan inflamasi, penuaan juga dikaitkan dengan peningkatan *autophagy*, dan *senescence* seluler, yang merupakan ciri utama dari terjadinya osteoarthritis lutut karena faktor usia (Iijima *et al.*, 2022). Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan inflamasi sistemik dan lokal yang dapat berkontribusi pada osteoarthritis. Inflamasi sistemik dapat dipromosikan oleh perubahan usia pada jaringan adiposa yang mengakibatkan peningkatan produksi sitokin seperti *Interleukin 6* (IL-6) dan *tumor necrosis factor- α* (TNF- α). Peningkatan kadar IL-6 dalam darah telah dikaitkan dengan penurunan fungsi fisik dan kerapuhan, serta peningkatan risiko progresi osteoarthritis lutut. Selain itu, sel-sel jaringan sendi, termasuk kondrosit dan sel meniskus, serta jaringan lemak infrapatellar di sendi lutut, dapat menjadi sumber lokal mediator inflamasi yang meningkat seiring bertambahnya usia dan berkontribusi pada osteoarthritis (Greene and Loeser, 2015). Terjadinya inflamasi disebabkan oleh ketidakseimbangan *chytokines* yang didominasi oleh pro-inflamasi (IL-1 β , TNF- α , IL-6, IL-15, IL-17, IL18, IL-21 dan IL-22) daripada anti-inflamasi (IL-4 dan IL-10) yang menyebabkan timbulnya sekresi enzim dan faktor inflamasi (MMPs, ADAMTS, COX-2, PGE-2 dan NO). Inflamasi yang terjadi kemudian mengakibatkan perubahan morfologi pada sendi seperti degenerasi kartilago, timbulnya osteofit, serta terjadinya *synovitis* (Molnar *et al.*, 2021).

2. *Overweight*

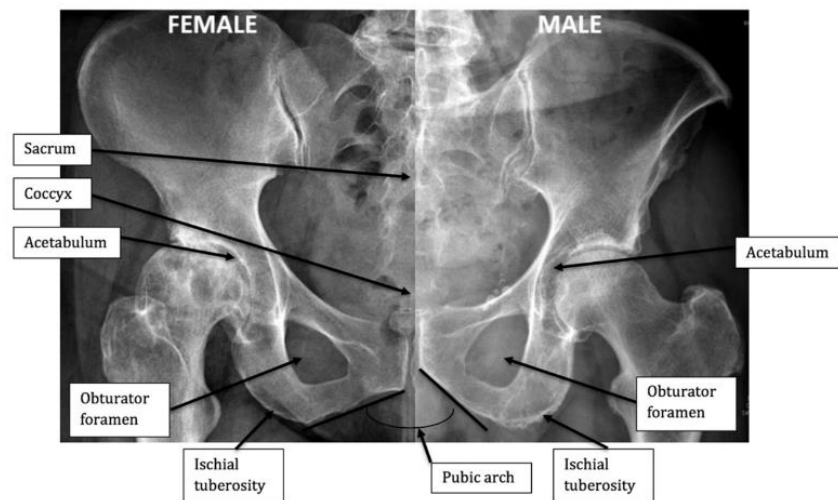
Overweight atau berat badan berlebih telah dikonfirmasi sebagai faktor risiko yang kuat untuk osteoarthritis lutut. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kelebihan berat badan dan obesitas berhubungan dengan peningkatan risiko osteoarthritis lutut masing-masing sebesar 2.45 kali dan 4.55 kali. Selain itu, peningkatan 5 kg/m² dalam IMT dikaitkan dengan peningkatan risiko osteoarthritis lutut sebesar 35% (Zheng *and* Chen, 2015). Selain itu peningkatan BMI juga dapat meningkatkan risiko dilakukannya *Total Knee Replacement* (TKR) atau pergantian sendi lutut. Pada rentang BMI 27-32 kg/m², risiko TKR terus meningkat tetapi pada tingkat yang lebih rendah (Leung *et al.*, 2015).

Proses terjadinya osteoarthritis lutut karena berat badan berlebih menyebabkan sendi bekerja lebih keras karena harus menanggung beban yang lebih besar, yang diduga berkontribusi terhadap terjadinya osteoarthritis. Selain itu, pada kondisi obesitas distribusi beban pada sendi lutut menjadi tidak seimbang dan celah sendi menjadi menyempit, yang dapat menyebabkan keausan pada tulang rawan akibat pergeseran titik tumpu tubuh. Berat badan berlebih juga dapat mempengaruhi inflamasi pada osteoarthritis lutut melalui sintesis *chytokine* inflamasi yang mempercepat degradasi tulang rawan (kartilago) (Munthe *et al.*, 2021). Osteoarthritis lutut yang disebabkan oleh berat badan berlebih terjadi karena adanya peningkatan beban mekanis pada sendi lutut sebagai sendi penopang berat badan dapat mengganggu homeostasis kartilago, yang berhubungan dengan penurunan ketebalan kartilago, degenerasi yang cepat, peningkatan ketebalan tulang subkondral, serta munculnya lesi sumsum tulang. Selain itu, obesitas menyebabkan peradangan kronis tingkat rendah dan perubahan sekresi adipokin oleh jaringan adiposa yang berkontribusi pada patogenesis

osteoarthritis lutut. Adipokin yang berupa leptin, resistin, dan visfatin yang berkaitan dengan nilai nyeri yang lebih tinggi. Obesitas juga dapat menyebabkan perubahan pada poros sendi kaki bagian bawah, seperti abduksi yang lebih besar pada pinggul dan deformitas varus pada lutut, yang menyebabkan transfer beban yang dominan di sepanjang bagian medial lutut di mana kartilago artikular mengalami kerusakan lebih awal (Shumnalieva *et al.*, 2024).

Berat badan berlebih meningkatkan risiko osteoarthritis lutut tidak hanya melalui peningkatan beban mekanis pada sendi, tetapi juga melalui efek sistemik dari peradangan yang diinduksi oleh obesitas. Obesitas dan sindrom metabolik berkaitan dengan peningkatan kadar sitokin pro-inflamasi, produksi adipokin yang meningkat, serta peningkatan enzim proteolitik seperti *matrix metalloproteinases* dan *aggrecanases*. Selain itu, obesitas menyebabkan peningkatan asam lemak bebas dan spesies oksigen reaktif yang diinduksi oleh dislipidemia. Selain itu, jaringan adiposa pada individu yang obesitas menjadi sumber sitokin, kemokin, dan mediator aktif biologis lainnya yang dikenal sebagai adipokin, yang dapat memelihara keadaan peradangan tingkat rendah kronis dan mempromosikan keadaan katabolik yang merusak sendi (Shumnalieva *et al.*, 2023).

3. Jenis Kelamin



Gambar 2. 8 Perbedaan anatomi laki-laki dengan perempuan (Ferre *et al.*, 2019).

Jenis kelamin mempengaruhi terjadinya osteoarthritis melalui beberapa mekanisme. Pada mekanisme patogenesis terdapat perbedaan pada tingkat molekuler dan ekspresi gen dari sitokin inflamasi dan reseptor hormon antara pria dan wanita. Wanita cenderung memiliki tingkat stimulator makrofag yang lebih tinggi, mediator pro-inflamasi, termasuk interleukin inflamasi, dan ekspresi reseptor estrogen yang lebih tinggi dibandingkan pria. Sebaliknya, pria menunjukkan enzim katabolik yang lebih tinggi yang merusak matriks ekstraseluler, serta jalur anabolik kompensatori yang lebih baik dengan peningkatan faktor pertumbuhan atau perbaikan dan kadar testosteron. Selain itu perbedaan jenis kelamin juga ditemukan dalam aspek histopatologis, seperti bentuk tulang, pembentukan osteofit, inflamasi sinovial, degenerasi kartilago, kerusakan tulang subkondral, dan perkembangan nyeri (Tschon *et al.*, 2021).

Insiden osteoarthritis pada lutut lebih tinggi terjadi pada wanita dibandingkan pria, dan meningkat secara dramatis pada wanita mengalami masa menopause, yang menunjukkan kemungkinan peran faktor hormonal dalam perkembangan osteoarthritis. Penurunan estrogen telah dilaporkan memiliki efek onset terhadap kejadian osteoarthritis, hal ini menunjukkan bahwa estrogen memiliki peran terhadap terjadinya osteoarthritis (Contartese *et al.*, 2020).



Gambar 2. 9 Struktur Kerangka *Q Angel* Perempuan
(Faber *et al.*, 2024).

Selain pada tingkat seluler terdapat perbedaan biomekanik dalam pola berjalan antara pria dan wanita yang dapat berhubungan dengan osteoarthritis pada lutut. Biomekanik dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut melalui perbedaan dalam pola berjalan yang berkontribusi pada perkembangan patologi osteoarthritis. Selain itu kinematik untuk gerakan sendi lutut dan pinggul pada bidang frontal ditemukan perbedaan antara pria dan wanita selama berjalan di treadmill,

yang menunjukkan bahwa perbedaan biomekanik ini dapat berperan dalam terjadinya osteoarthritis. Pada saat berjalan wanita menunjukkan abduksi lutut yang lebih besar pada saat *touchdown* dan selama *fase swing* dibandingkan dengan pria (Phinyomark *et al.*, 2016).

Pada perempuan memiliki volume tulang rawan lutut yang lebih kecil dibandingkan laki-laki, yang mungkin membuat mereka lebih rentan mengalami osteoarthritis. Selain itu, lutut dengan osteoarthritis cenderung memiliki perubahan bentuk tertentu, seperti kedalaman fossa interkondilar yang berkurang dan lebar poros serta lebih sempit terhadap lebar epikondilar dibandingkan dengan lutut tanpa osteoarthritis. Osteoarthritis dapat terjadi karena variasi dalam bentuk tulang yang mempengaruhi biomekanika sendi. Perbedaan anatomi struktural antara pria dan wanita, seperti yang ditemukan pada pelvis, dapat menyebabkan variasi dalam beban mekanis pada sendi. Misalnya, wanita cenderung memiliki pelvis yang lebih lebar dan dangkal, yang dapat mempengaruhi distribusi beban pada sendi lutut dan meningkatkan risiko osteoarthritis. Variasi dalam struktur tulang dapat menyebabkan perubahan dalam kinematika sendi, yang kemudian dapat mempercepat keausan kartilago dan berkontribusi pada perkembangan osteoarthritis (Ferre *et al.*, 2019). Wanita memiliki faktor risiko lebih tinggi terkena osteoarthritis karena *Q angle* yang lebih besar. *Q angle* adalah sudut antara garis yang melewati pusat patella dan tuberkulum tibia dengan garis yang melewati pusat patella dan spina iliaca anterior superior. Sebagaimana dijelaskan pada gambar 2.9 wanita memiliki panggul yang lebih lebar, sudut ini lebih besar, yang dapat mengakibatkan pergeseran beban ke kompartemen lateral dan meningkatkan risiko osteoarthritis tibiofemoral lateral (Faber *et al.*, 2024).

4. Genetik

Faktor genetik dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis, lebih dari 100 varian DNA polimorfik telah diidentifikasi terkait kejadian osteoarthritis dan varian risiko genetik ini menyumbang lebih dari 20% heritabilitas terjadinya osteoarthritis (Aubourg *et al.*, 2022). Ada beberapa mekanisme genetik mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut, salah satunya genetik varian mtDNA m.16519C dapat mempengaruhi produksi *reactive oxygen species* (ROS) pada mitokondria dan mengganggu keseimbangan antara produksi ROS dan kapasitas antioksidan dalam kondrosit. Ketidakseimbangan ini menyebabkan cedera sel yang dimediasi oleh stress oksidatif, peningkatan produksi sitokin pro-inflamasi, dan degenerasi tulang rawan yang semua ini dapat berkontribusi terjadinya osteoarthritis (Durán-Sotuela *et al.*, 2023). Genetik juga dapat mempengaruhi biomekanik yang dapat menyebabkan osteoarthritis lutut melalui Beberapa cara, gen kolagen COL1A1 dan COL5A1 berperan dalam kekuatan ligament dan kerentanan terhadap cedera, yang kemudian dapat mempengaruhi biomekanik dan berkontribusi pada perkembangan osteoarthritis lutut. Polimorfisme genetik seperti rs143383 dalam gen GDF5 juga telah dikaitkan dengan peningkatan risiko osteoarthritis lutut, menunjukkan bahwa variasi genetik dapat mempengaruhi ekspresi gen dan kesehatan sendi (Iacobescu *et al.*, 2024).

2.9.2 Riwayat Penyakit Lain terhadap kejadian Osteoarthritis

a. Cedera Lutut

Hubungan antara faktor risiko trauma dengan osteoarthritis lutut dapat dilihat dari beberapa faktor risiko, salah satunya adalah cedera lutut traumatis dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya osteoarthritis lutut. Beberapa faktor risiko yang diidentifikasi termasuk rekonstruksi *anterior*

cruciate ligament (ACLR) yang dikombinasikan dengan cedera tulang rawan, *menisectomy* parsial, dan *menisectomy* medial total, yang semuanya menunjukkan peningkatan *odds ratio* untuk osteoarthritis struktural. Selain itu bukti dengan tingkat kepastian sedang menunjukkan bahwa cedera ligamen cruciatum, ligamen kolateral, meniskus, *chondral*, dislokasi patellar/ tibiofemoral, fraktur, dan cedera multi-struktur dapat meningkatkan kemungkinan osteoarthritis simptomatik. Penting juga untuk dicatat bahwa osteoarthritis pasca traumatik menyumbang setidaknya 12% dari kasus osteoarthritis secara global, dan sering kali melibatkan sendi lutut (Whittaker *et al.*, 2022). Pada sebuah penelitian menyebutkan bahwa cedera lutut dapat meningkatkan terjadinya osteoarthritis, cedera lutut dapat menyebabkan osteoarthritis pasca trauma pada 25%-50% pasien osteoarthritis. Cedera lutut juga dapat menyebabkan penurunan mobilitas, kesehatan fisik, dan kualitas hidup (Evers *et al.*, 2022).

Cedera lutut yang paling umum terjadi adalah *anterior cruatum ligament* dan cedera kerobekan meniskus. Osteoarthritis lutut yang disebabkan cedera lutut terjadi karena Beberapa faktor, yaitu cedera lutut parah dapat menyebabkan kerusakan struktur sendi sehingga menyebabkan gangguan biomekanik sehingga mengakibatkan distribusi tekanan menjadi tidak seimbang. Cedera lutut karena kerobakan ligamen juga dapat menyebabkan gangguan stabilitas sendi lutut sehingga merubah mekanika gerakan dan arah tekanan pada sendi lutut. Cedera lutut karena trauma berlebih dapat menyebabkan pendarahan pada intra artikular yang dapat mengurangi sinovial sendi dan mempercepat degenerasi kartilago (Zhang *et al.*, 2023). Cedera tersebut dapat terjadi pada waktu yang lama dalam pengembangannya seperti 10-15 tahun atau lebih dan juga dapat terjadi dalam jangka waktu singkat. Pasca trauma atau cedera

lutut tersebut akan terjadi pembengkakan pada minggu pertama hingga minggu ketujuh, kemudian terjadi remodeling tulang pada area subkondral dan trabecular pada minggu kedua hingga minggu kedelapan, kemudian terjadi penurunan proteoglikan serta kepadatan seluler dari minggu keempat hingga minggu keenam. Pada minggu ketujuh terjadi kehilangan proteoglikan yang ekstrem dan akhirnya terjadi erosi pada kartilago pada minggu kedelapan (Ali *et al.*, 2018).

Cedera lutut juga dapat mempengaruhi konsentrasi berbagai protein inflamasi yang berperan dalam perkembangan osteoarthritis. Setelah cedera lutut akut, terjadi peningkatan konsentrasi *Interleukin-6* (IL-6) dan CCL4 dalam cairan sinovial. Selain itu, ada peningkatan ekspresi inflamasi jangka pendek dari IL-1 β , IL-1Ra, IL-6, IL-8, dan TNF yang meningkat 3 hingga 4 kali lipat dalam 72 jam setelah cedera, meskipun kembali dalam waktu 3 minggu (Nieboer *et al.*, 2023).

b. Diabetes Millitus Tipe 2

Diabetes mempengaruhi terjadinya osteoarthritis melalui beberapa mekanisme. Mekanisme utamanya adalah hiperglikemia yang dapat menyebabkan glikasi protein-protein yang ada di kartilago, terutama yang memiliki turnover rendah seperti kolagen tipe II. Proses glikasi ini dapat mengubah sifat fisik jaringan kartilago, meningkatkan kekakuan jaringan kolagen kartilago, dan mengurangi ketahanannya terhadap stres mekanis. Selain itu, *advanced glycation endproduct* (AGE) atau produk akhir glikasi lanjut dan reseptornya *role of advanced glycation endproduct* (RAGE) memainkan peran sentral dalam proses inflamasi dan degradasi pada osteoarthritis. AGE meningkatkan produksi interleukin 6 (IL-6) dan *matrix metalloproteinase* (MMP)-13, yang berkontribusi pada proses inflamasi dan degradasi jaringan. Diabetes juga dapat

meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) oleh kondrosit osteoarthritis, yang dapat menyebabkan degradasi protein matriks kartilago. Hal ini menunjukkan bahwa diabetes dapat mempercepat progresi osteoarthritis melalui mekanisme inflamasi dan degradasi jaringan yang dipicu oleh hiperglikemia dan produk glikasi lanjut (Eymard *et al.*, 2015).

Perubahan kualitas otot paha pada pasien diabetes juga berhubungan dengan progresi osteoarthritis lutut. Secara keseluruhan, diabetes dapat mempengaruhi osteoarthritis lutut melalui perubahan pada struktur tulang dan otot, yang dapat mempercepat dan memperburuk kondisi osteoarthritis (Geng *et al.*, 2024). Diabetes mempengaruhi kualitas mineral tulang yang juga mempengaruhi kepadatan tulang, semakin menurun kepadatan tulang maka akan semakin mudah terjadi degenerasi pada tulang dan subkondral. Diabetes juga dapat meningkatkan peradangan kronis dan stress oksidatif dengan cara mengganggu keseimbangan sintesis dan degerasi kartilago serta matriks ekstraseluler (Zhao *et al.*, 2022).

c. Rheumatoid Arthritis

Rheumatoid arthritis (RA) dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut dari berbagai mekanisme, mekanisme pertama dari aspek molekuler yang mana pada kondisi RA sel-sel dendritik dan fibroblas serta fitur molekuler lainnya dapat menyebabkan perubahan pada kapsul hingga ligamen walaupun sendi tidak terlihat pembengkakan. Hal ini dapat menyebabkan deformitas dan instabilisasi yang berdampak pada biomekanik. Pembentukan pannus, ploriferasi sel-sel sinovial, dan sekresi *matrix metalloproteinases* (MMP) yang merusak tulang rawan dan mengakibatkan pembengkakan. Sekitar 80% penderita RA mengalami *malalignment* lutut, kelemahan otot, dan gangguan keseimbangan sendi sehingga

terjadi perubahan kinematika sendi lutut. Perubahan ini dapat menjadi destruksi tulang rawan yang sering terjadi pada sisi lateral (Biehl *et al.*, 2020). Peningkatan beban pada daerah laterak plato tibialis terjadi sebagai hasil dari fleksi pasif pada sendi lutut. Ketika fleksi pasif dilakukan hingga 6°, beban pada epikondilus plato tibialis meningkat sebesar 12,8%. Selain itu ketika ekstensi pasif dilakukan pada 3°, beban pada epikondilus lateral meningkat sebesar 95,2% yang dianggap kritis dan dapat menyebabkan degradasi jaringan tulang di area kontak. Ketika pada kondisi berdiri tegak dengan satu kaki dan beban tubuh di bawah 60 kilogram, terjadi peningkatan tekanan pada epikondilus plato tibialis lateralis sebesar 36,71% (Gerasymenko *et al.*, 2023).

d. *Malalignment*

Malalignment merupakan perubahan kesejajaran struktur tubuh dari posisi normal. Salah satu ketidaksejajaran pada sendi lutut yaitu ke arah medial atau ke arah tibial proksimal, hal tersebut dapat meningkatkan penurunan celah sendi ke sisi yang lain dan sendi mengalami penyempitan ruang. Setiap penurunan satu derajat pada sudut tibia proksimal medial meningkatkan risiko penyempitan ruang sendi sebesar 21% dalam 24 bulan (Palmer *et al.*, 2020). *Malalignment* dapat mengubah distribusi beban pada sendi tibiofemoral yang secara substansial mempercepat progresi terjadinya osteoarthritis lutut (Haberkamp *et al.*, 2020).

2.9.3 Faktor Gaya Hidup terhadap kejadian osteoarthritis

1. Pekerjaan

Faktor pekerjaan dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis, terutama osteoarthritis pada lutut, melalui berbagai aktivitas fisik yang berat dan berulang. Beberapa studi

menunjukkan bahwa tuntutan fisik pekerjaan seperti mengangkat beban berat, berlutut, memanjat tangga, serta jongkok yang dikombinasikan dengan mengangkat beban berat dapat meningkatkan risiko osteoarthritis pada lutut. Selain itu, aktivitas pekerjaan yang melibatkan beban fisik yang tinggi sepanjang hidup juga dikaitkan dengan osteoarthritis primer pada lutut. Pada sebuah penelitian juga menunjukkan bahwa aktivitas pekerjaan yang berat dan cedera sendi sebelumnya merupakan faktor risiko untuk osteoarthritis lutut (Verbeek *et al.*, 2017). Faktor pekerjaan dapat menyebabkan osteoarthritis pada lutut melalui paparan terhadap faktor ergonomi pekerjaan, faktor ergonomi yang menyebabkan osteoarthritis pada lutut yang paling umum terjadi adalah mengangkat dan memindahkan barang yang berat, gerakan dalam bekerja yang menimbulkan rasa tidak nyaman, repetivitas gerakan dalam bekerja (Hulshof *et al.*, 2019).

Faktor Pekerjaan juga dapat meningkatkan tekanan pada sendi lutut melalui aktivitas yang melibatkan posisi menekuk lutut, berlutut, mengangkat beban berat, jongkok, dan posisi memutar. Aktivitas ini meningkatkan gaya yang bekerja pada lutut, terutama jika beban diangkat dalam posisi tersebut dan memutar dapat menciptakan tekanan torsi tambahan pada sendi lutut yang dapat kerusakan pada jaringan yang membangun sendi lutut sehingga terjadi osteoarthritis lutut (Yousuf *et al.*, 2017). Faktor pembebanan berulang telah terbukti merusak kartilago artikular. Maka dengan demikian aktivitas pekerjaan yang menggunakan gerakan berulang terutama yang dapat membebani lutut maka memiliki risiko lebih pada terjadinya osteoarthritis lutut (Dulay *et al.*, 2015). Faktor risiko pekerjaan terjadi melalui paparan kumulatif terhadap pekerjaan fisik yang berat, paparan kumulatif lebih dari 20 tahun terhadap pekerjaan fisik yang berat seperti berdiri dan berjalan dalam waktu yang lama dapat meningkatkan risiko hingga 1,6 kali lipat (Kontio *et al.*, 2020).

Banyak pekerjaan yang dapat menyebabkan osteoarthritis lutut, Beberapa diantaranya adalah pekerja konstruksi bangunan, tukang batu, nelayan, petani, pedagang, tenaga kesehatan dan petugas kepolisian (Canetti *et al.*, 2020). Pada penelitian yang berjudul “*The Connection of Body Mass Index (BMI) and Life Style with Osteoarthritis Case*” meneliti terkait presentase jenis pekerjaan pada penderita osteoarthritis lutut yaitu Ibu rumah tangga 31%, pegawai negeri sipil (PNS) 18%, petani 11%, wiraswasta 11%, guru 9%, buruh bangunan 4%, pegawai tidak tetap 4%, nelayan 2%, penjahit 2%. Berdasarkan hasil survei dan beberapa penelitian, menunjukkan bahwa ibu rumah tangga memiliki resiko yang besar dibandingkan dengan pekerjaan yang lainnya. Hal ini dikarenakan adanya gerakan repetisi, dan posisi gerakan yang tidak ergonomis saat melakukan pekerjaan rumah tangga seperti mencuci, mengepel, menyiapkan makanan, mengasuh anak, memasak dan mencuci piring, berbelanja, dan lainnya. Lamanya pengerjaan pekerjaan rumah tangga dan banyaknya pekerjaan rumah tangga turut memberikan efek nyeri yang cukup signifikan (Aminah *et al.*, 2022). Hal ini diperkuat dengan hasil sebuah penelitian yang menunjukkan bahwa dari 138 kasus osteoarthritis lutut didapatkan pada pasien yang bekerja sebagai ibu rumah tangga dengan sebanyak 66 sampel (47.8%). Hal ini dijelaskan bahwa kegiatan fisik berat yang dilakukan secara teratur dan dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan risiko osteoarthritis lutut karena sendi lutut terkikis (Nuralamsyah, 2023).

2. Perilaku Sedentari

Sedentary Behaviour atau perilaku sedentari merupakan aktivitas fisik yang tidak meningkatkan pengeluaran energi secara signifikan seperti duduk, berbaring, menonton televisi, bermain gim atau bersandar. Namun perilaku demikian

dikaitkan dengan berbagai kondisi kesehatan yang merugikan, seperti peningkatan rasa sakit, dan penurunan kualitas hidup (Zhaoyang *and* Martire, 2019). Peningkatan risiko obesitas dapat menjadi faktor dalam progresi osteoarthritis lutut yang mana faktor ini lebih besar daripada faktor risiko jenis kelamin perempuan (Deguchi *et al.*, 2022).

Perilaku sedentari dapat mempengaruhi osteoarthritis dari berbagai cara, pertama perilaku sedentari lebih dari 2 jam perhari dengan pengeluaran energi kurang dari 1,5 *METS* diindikasikan sebagai salah satu faktor risiko terjadinya osteoarthritis lutut, hal tersebut dapat meningkatkan tekanan di lutut dengan mekanisme terjadinya atrofi otot, kekakuan sendi dan terjadinya obesitas. Perilaku sedentari juga diindikasikan dapat mempengaruhi laju metabolisme dan mempengaruhi sirkulasi darah serta suplai nutrisi ke sendi lutut (Ma *et al.*, 2024).

3. Asupan Nutrisi

Asupan nutrisi dapat mempengaruhi terjadinya osteoarthritis lutut, khususnya pada konsumsi makanan berserat. Serat makanan diketahui dapat mengurangi berat badan dan peradangan sistemik yang diukur dengan konsentrasi *C-reactive protein* (CRP). Asupan serat tinggi juga dapat mempengaruhi peningkatan sitokin proinflamsi dan adipokin yang dapat mempercepat perkembangan penyakit dan meningkatkan risiko nyeri sendi (Dai *et al.*, 2018). Selain itu konsumsi serat dapat mengubah komposisi mikrobiota usus, menurunkan kolesterol *low-density lipoprotein* (LDL), meningkatkan sensitivitas insulin (Liu *et al.*, 2023).

2.10 Penelitian Terdahulu

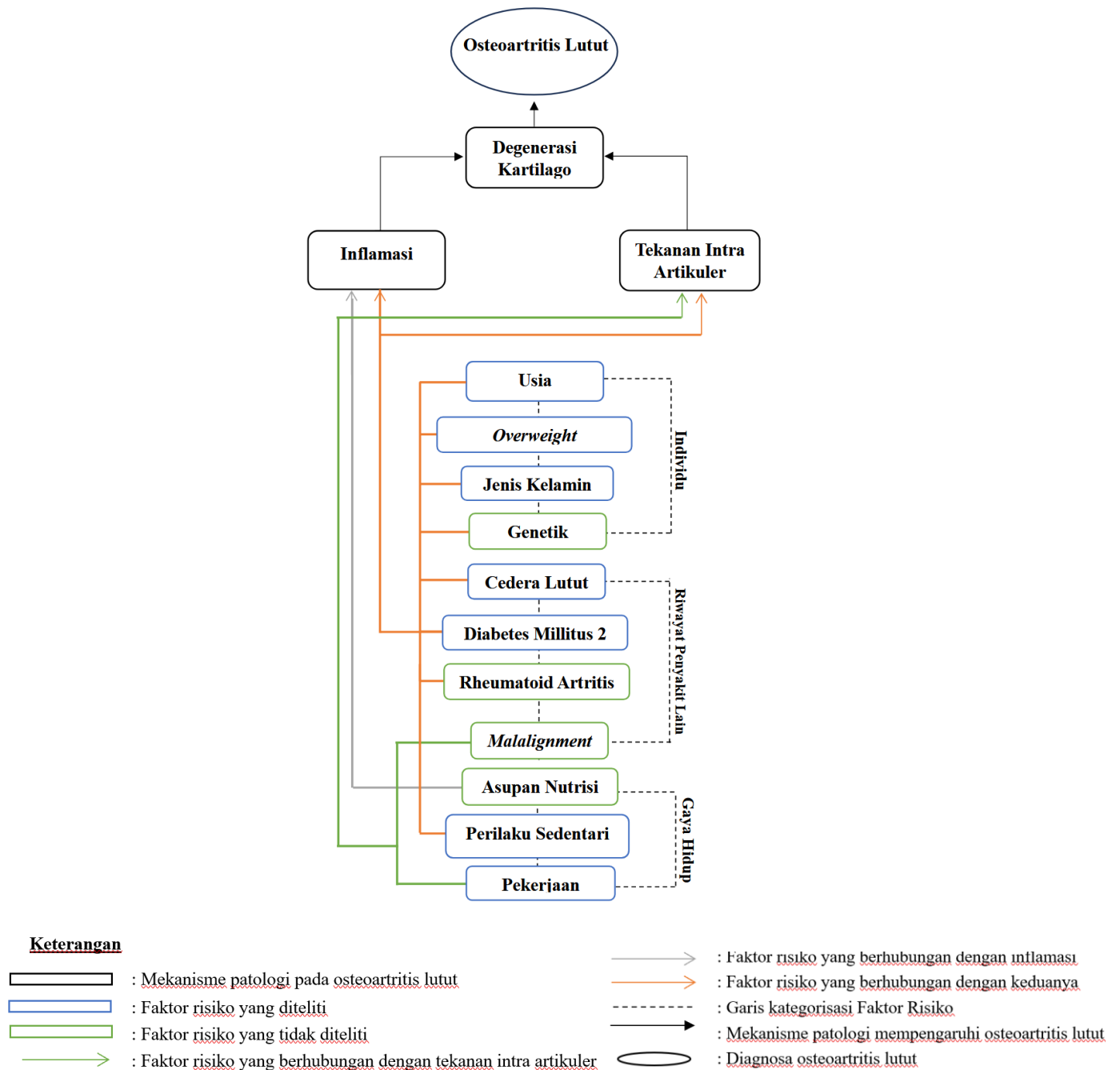
Table 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul, Nama, Tahun	Variabel	Populasi dan Sampel	Teknik Analisis Data	Hasil Penelitian
1.	Faktor resiko kejadian osteoarthritis lutut pada Pasien yang berobat di poli ortopedi di rumah sakit bhayangkara tk. II medan. (Manurung <i>et al.</i> , 2022)	Variabel bebas meliputi usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh (IMT), riwayat cedera lutut, aktivitas fisik, riwayat Osteoarthritis dalam keluarga, hipertensi, diabetes mellitus, hiperkolesterolemia, kebiasaan merokok, dan pekerjaan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kejadian Osteoarthritis lutut.	Pasien Osteoarthritis lutut di Rumah Sakit Bhayangkara 6 bulan terakhir 127 orang.	Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis univariat, bivariat, dan multivariat.	Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa faktor risiko yang signifikan berhubungan dengan Osteoarthritis adalah Usia, Jenis Kelamin, Index Massa Tubuh, Riwayat cedera, dan aktivitas fisik.
2.	<i>Body mass index and risk of knee Osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of prospective studies.</i> (Zheng <i>and</i> Chen, 2015).	Variabel yang digunakan dalam penelitian ini termasuk usia, jenis kelamin, jenis pekerjaan, aktivitas waktu luang, histerektomi, terapi penggantian estrogen (ERT), merokok, aktivitas fisik, nyeri lutut, kelas sosial, ras, kepadatan mineral tulang, cedera lutut, negara asal, pendidikan, dan indeks deprivasi	Sampel dari berbagai negara, termasuk Norwegia, Inggris, Belanda, Swedia, Amerika Serikat, Australia, Finlandia, dan Jepang. Norwegia melibatkan 1.854 peserta, Australia 41.528 peserta	STATA (versi 12.0)	Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa peningkatan BMI mempengaruhi terjadinya Osteoarthritis knee
3.	Hubungan antara obesitas dan kejadian Osteoarthritis sendi lutut di poli bedah tulang Rumah sakit umum dokter soedarso. (Ferdiansyah, 2015)	Variabel yang disebutkan dalam dokumen adalah usia, jenis kelamin, merokok, genetik, aktivitas fisik, dan osteoporosis.	Terdiri dari 64 pasien yang datang ke Poli Bedah Tulang RSUD dr. Soedarso Pontianak pada tahun 2013.	Penelitian ini menggunakan uji chi square. Data disajikan dalam bentuk tabel distribusi untuk menganalisis hubungan antara obesitas dan kejadian Osteoarthritis sendi lutut.	Obesitas terbukti dapat mempengaruhi kejadian Osteoarthritis lutut.

No	Judul, Nama, Tahun	Variabel	Populasi dan Sampel	Teknik Analisis Data	Hasil Penelitian
3.	<i>Effects of education, income, and occupation on prevalence and symptoms of knee Osteoarthritis</i> (Lee et al., 2021)	Pendidikan, pekerjaan, pendapatan, gejala Osteoarthritis dan jenis kelamin.	Partisipan pria 2.913, tanpa ronsen dan 965 partisipan dengan. Wanita, terdapat 2.867 tanpa ronsen, 2.326 dengan ronsen Osteoarthritis lutut.	Penelitian ini menggunakan perangkat lunak SASO versi 9.3 untuk menganalisis komponen status sosial ekonomi	terdapat perbedaan signifikan dalam gejala Osteoarthritis lutut (nyeri dan kekakuan) di berbagai tingkat pendidikan dan kelompok pendapatan, dengan pendidikan dan pendapatan yang lebih rendah terkait dengan prevalensi gejala yang lebih tinggi.
5.	<i>Diabetes escalates knee osteoarthritis in rats: Evidence of adaptive mechanism</i> (Eymard et al., 2015)	Pengukuran variabel pada penelitian ini menggunakan radiografi posteroanterior lutut dengan Teknik yang terstandarisasi.	Populasi dan sampel dalam penelitian adalah pasien rawat jalan dengan Osteoarthritis lutut, pada pria dan Wanita yang berusia >50 tahun dengan gejala yang timbul dan hasil radiografi pada Osteoarthritis lutut.	Analisis uji t untuk menilai asosiasi asosiasi antara faktor metabolic dan JSN Tahunan, anova untuk menilai asosiasi dari jumlah faktor metabolic, dan Analisis regresi.	Faktor metabolic khususnya diabetes tipe 2 merupakan faktor risiko signifikan untuk progresi Osteoarthritis lutut.
6	<i>The incidence and burden of hospital-treated sports-related injury in people aged 15p years in Victoria, Australia, 2004 - 2010: a future epidemic of osteoarthritis?</i> (Finch et al., 2015).	Frekwensi Cedera, Tingkat Cedera, Biaya Rumah Sakit, Jenis Cedera, Tren Cedera.	Penduduk Victoria, Australia yang berusia >15 tahun yang mengalami cedera olahraga yang di rawat di RS Victoria pada periode 2004-2010.	Regresi log-linear dengan distribusi binomial negative untuk menentukan frekwensi cedera.	Penelitian ini menunjukkan potensi peningkatan kasus osteoarthritis di masa depan akibat cedera olahraga.

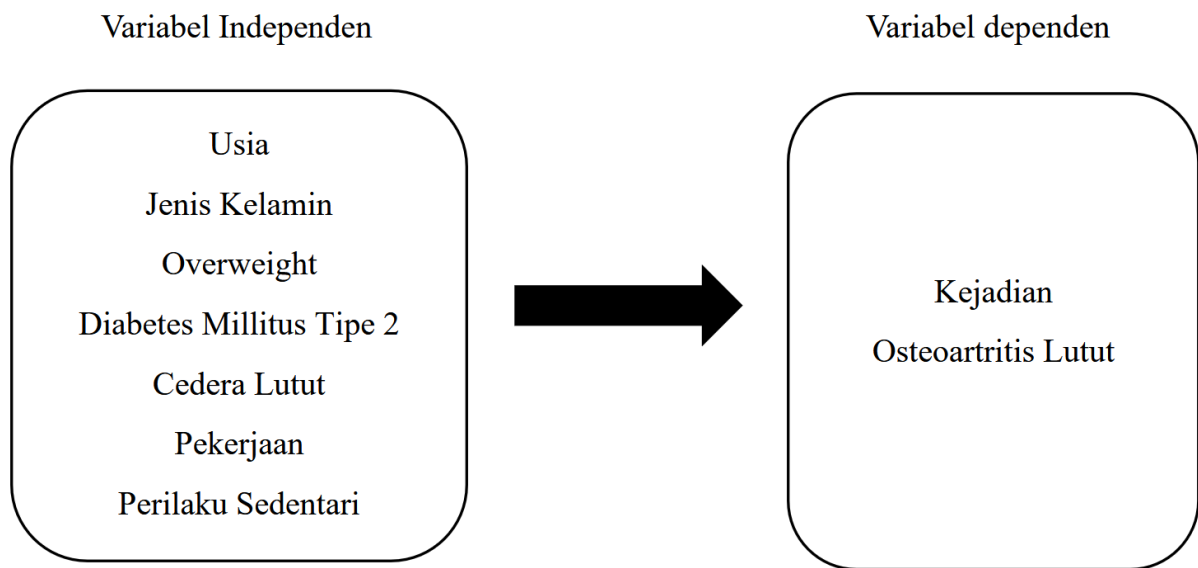
No	Judul, Nama, Tahun	Variabel	Populasi dan Sampel	Teknik Analisis Data	Hasil Penelitian
7.	<i>Physical activity and the osteoarthritis of the knee a mendelian randomized study</i> (Ma <i>et al.</i> , 2024).	Osteoarthritis lutut, usia, trauma, kelebihan berat badan, kadar hormon, gaya hidup sedentari	Untuk individu dengan perilaku sedentari sebanyak 319,740, dan yang bukan 162,803	<i>Mendelian Randomization</i>	Perilaku sedentari dan aktivitas fisik yang berlebihan diidentifikasi sebagai faktor risiko untuk osteoarthritis lutut
8.	<i>Daily sedentary behavior predicts pain and affect in knee arthritis</i> (Zhaoyang and Martire, 2019).	Waktu sedentari, waktu aktivitas fisik sedang hingga berat, waktu penggunaan akselerometer, nyeri pagi, afek positif pagi, afek negatif pagi, usia, jenis kelamin, durasi osteoarthritis, kesehatan umum, gejala depresi.	Penderita OA usia 50 tahun keatas, 145 pasangan yang menyelesaikan bagian penilaian harian dengan data akselerometer untuk 143 pasien	SAS Proc Mixed	Perilaku sedentari harian memiliki hubungan yang signifikan dengan nyeri dan afek pada pasien osteoarthritis lutut.
9.	<i>Varus alignment of the proximal tibia is associated with structural progression in early to moderate varus osteoarthritis of the knee</i> (Palmer <i>et al.</i> , 2020).	Usia, jenis kelamin, BMI, jumlah komorbiditas, status merokok, ras, status pekerjaan, dan riwayat operasi lutut sebelumnya, pengukuran alignment mekanis individu.	955 lutut dari 1,327 peserta yang memenuhi kriteria inklusi.	Model regresi logistik dengan Generalized Estimating Equations (GEEs)	Varus alignment dari tibia proksimal berhubungan dengan progresi struktural osteoarthritis lutut.
10.	<i>Analysis of spatial osteochondral heterogeneity in advanced knee osteoarthritis exposes influence of joint alignment</i>	DNA/total protein, <i>mankin structure</i> , <i>mankin cells</i> , <i>mankin-saf-O</i> , <i>mankin score</i> , SCBP thickness (<i>Subchondral bone plate thickness</i>), SCBP - BS/TV (<i>Bone surface to total volume ratio</i>), SCBP-Po(CI) (<i>Closed porosity index</i>), SAS - BV/TV (<i>Bone volume to total volume ratio</i>), SAS - BS/TV, SAS - Tb.Pf (<i>Trabecular pattern factor</i>), SAS – SMI (<i>Structural model index</i>).	Pasien yang menderita osteoarthritis lutut lanjut dengan malalignment varus yang menjalani total knee arthroplasty, terdiri dari lima perempuan dan empat laki-laki.	Analisis multivariat, uji normalitas, uji anova, koefisien korelasi pearson, anosim dan permanova.	Terdapat pola heterogenitas osteochondral yang signifikan pada pasien dengan osteoarthritis lutut lanjut dan malalignment varus.

2.11 Kerangka Teori



Gambar 2. 10 Kerangka Teori Modifikasi ((Greene and Loeser, 2015), (Munthe *et al.*, 2021), (Tschon *et al.*, 2021), (Iacobescu *et al.*, 2024), (Durán-Sotuela *et al.*, 2023), (Ali *et al.*, 2018), (Eymard *et al.*, 2015), (Biehl *et al.*, 2020), (Palmer *et al.*, 2020), (Verbeek *et al.*, 2017), (Dai *et al.*, 2018), (Ma *et al.*, 2024)).

2.12 Kerangka Konsep



Gambar 2. 11 Kerangka Konsep

2.13 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian adalah:

1. Ada pengaruh faktor usia terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
2. Ada pengaruh faktor jenis kelamin terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
3. Ada pengaruh faktor *overweight* terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
4. Ada pengaruh faktor diabetes mellitus tipe 2 terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
5. Ada pengaruh faktor cedera lutut terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
6. Ada pengaruh faktor perilaku sedentari terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.
7. Ada pengaruh faktor pekerjaan terhadap kejadian osteoarthritis lutut di RSUD Muhammadiyah Metro.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan studi *case-control* yang merupakan penelitian epidemiologi yang berbentuk analisis observasional yang digunakan untuk memahami hubungan antara penyakit dengan faktor risiko tertentu. Desain *case-control* ini dapat digunakan sebagai penilaian seberapa besar faktor risiko mempengaruhi terjadinya suatu penyakit. Desain studi ini di mulai dengan mengidentifikasi sekelompok subjek yang terpapar penyakit sebagai *case*/kasus dan kelompok yang tidak terpapar penyakit sebagai kelompok kontrol yang kemudian di teliti secara retrospektif apakah ada faktor risiko yang berperan mempengaruhi terjadinya penyakit tersebut. Hal demikian digunakan untuk mengetahui apakah kelompok yang terpapar penyakit dan kelompok yang tidak terpapar penyakit memiliki proporsi yang berbeda setelah terpapar faktor risiko yang di teliti (Adiputra *et al.*, 2021).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan April 2025 sampai dengan jumlah data terpenuhi.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di RSU Muhammadiyah Metro.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen dari penelitian ini adalah kejadian osteoarthritis lutut, dan variabel independen pada penelitian ini meliputi faktor usia, jenis kelamin, *overweight*, diabetes millitus tipe 2, cedera lutut, pekerjaan, dan perilaku sedentari.

3.4 Definisi Operasional

Table 3. 1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Pengumpulan Data	Skala Pengukuran
Usia	Umur responden yang dihitung dari tahun lahir hingga saat. Umur >45 tahun lebih berisiko. (Rahini S, 2024).	Rekam medis	Nominal 0 = Tidak Berisiko (<45 tahun) 1 = Berisiko (≥45 tahun)
Jenis Kelamin	Kategorisasi responden berdasarkan jenis kelamin biologis.	Rekam Medis	Nominal 0 = laki-laki 1 = perempuan
<i>Overweight</i>	Ukuran berat badan berdasarkan kemenkes. <17 – 18,4 (kurus), 18,5 – 25,0 (Normal), 25,1 – >27,0 (Gemuk). (Kemenkes RI, 2014)	Rekam Medis	Nominal 0 = tidak (kurus & Normal) 1 = ya (Gemuk)
Diabetes Millitus	Riwayat penyakit Diabetes Millitus tipe 2	Rekam Medis, Wawancara	Nominal 0 = tidak 1 = ya
Cedera Lutut	Riwayat cedera lutut di masa lalu. (Whittaker <i>et al.</i> , 2022).	Rekam Medis, Wawancara	Nominal 0 = tidak 1 = ya
Pekerjaan	Individu yang memiliki pekerjaan tertentu dalam waktu yang lama dan dalam aktivitas pekerjaannya melakukan kegiatan seperti berlutut, berjongkok, naik tangga, berdiri lama serta mengangkat beban berat yang dapat meningkatkan risiko terjadinya OA	Wawancara	Nominal 0 = Pekerjaan tidak berisiko (Pegawai Bank, pegawai kantoran, desain grafis, penulis) 1 = Pekerjaan berisiko (Ibu rumah tangga, petani, pedagang, guru, buruh bangunan, nelayan, tenaga kesehatan, aparat keamanan)
Perilaku sedentari	Perilaku aktivitas yang dilakukan dalam posisi duduk atau berbaring. Berdasarkan Rekomendasi WHO dikatakan perilaku sedentari apabila ≥7,5 jam.	Wawancara	Nominal 0 = tidak (≤ 7,5 jam) 1 = ya (≥ 7,5 jam)
Osteoarthritis lutut	Diagnosis penyakit oleh Dokter	Rekam medis	Nominal 0 = tidak 1 = ya

Berdasarkan tabel 3.1 Definsi operasional pada penelitian ini menjelaskan variabel penelitian secara operasional yang dilandaskan dengan karakteristik yang dapat diamati. Pada penelitian ini variabel yang dimaksud adalah usia, *overweight*, jenis kelamin, diabetes millitus tipe 2, cedera lutut, pekerjaan, perilaku sedentari dan osteoarthritis lutut. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder yang dalam penelitian ini berupa data rekam medis RSU Muhammadiyah Metro, dan hasil wawancara langsung dengan responden.

3.5 Populasi dan Sampel

3.5.1 Populasi Kasus

Pada penelitian ini populasi kasus adalah kelompok individu yang menderita osteoarthritis lutut di RSU Muhammadiyah Metro. Sampel yang diambil harus tercatat dalam rekam medis saat pengambilan data pada saat periode pengambilan data hingga data terpenuhi. Sebagai gambaran berdasarkan data rekam medis RSU Muhammadiyah Metro memaparkan bahwa jumlah pasien osteoarthritis yang menjalani perawatan di poliklinik tahun 2024 berjumlah 2.304 pasien.

3.5.2 Populasi Kontrol

Pada penelitian ini populasi kontrol adalah individu yang bukan penderita osteoarthritis lutut tetapi tercatat dalam rekam medis RSU Muhammadiyah Metro saat pengambilan data pada periode pengambilan data sebagai pasien yang sedang menjalani pengobatan di RSU Muhammadiyah Metro.

3.5.3 Sampel Kasus

Pada penelitian ini sampel kasus adalah sub kelompok dari populasi kasus tertentu yang dipilih berdasarkan teknik sampling tertentu. Dalam penelitian ini, sampel kasus diambil dari penderita osteoarthritis lutut yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang berada di RSU Muhammadiyah Metro dan tercatat di rekam medis RSU Muhammadiyah Metro saat pengambilan data pada periode pengambilan data hingga data terpenuhi.

1. Kriteria inklusi

Penderita osteoarthritis lutut terdokumentasi pada rekam medis RSU Muhammadiyah Metro sebanyak 76 pasien pada periode April – Mei 2025.

2. Kriteria eksklusif

- a) Pasien dengan gangguan mobilitas (stroke, paraplegi, dan quadriplegi). Pada pengambilan data ini terdapat 0 pasien dengan kriteria tersebut.
- b) Adanya penyakit kronis berat yang dapat menghambat kemampuan melakukan komunikasi (stroke afasia, depresi berat, skizofrenia dll). Pada pengambilan data ini terdapat 0 pasien dengan kriteria tersebut.
- c) Kehamilan. Pada pengambilan data ini terdapat 0 pasien dengan kriteria tersebut.
- d) Terdapat gangguan kognitif (dibuktikan dalam *screening* MMSE). Pada pengambilan data ini terdapat 0 pasien dengan kriteria tersebut.

3.5.4 Sampel Kontrol

Pada penelitian ini sampel kontrol adalah sub kelompok dari populasi kontrol yang dipilih untuk membandingkan kondisi dengan sampel kasus. Sampel kontrol mencakup individu tanpa osteoarthritis lutut yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian yang tercatat pada rekam medis RSU Muhammadiyah Metro saat pengambilan data pada periode pengambilan data hingga data terpenuhi. Adapun kriteria sampel sebagai berikut:

1. Kriteria inklusi

- a) Bukan penderita osteoarthritis lutut.
- b) Tercatat pada rekam medis sebagai pasien RSU Muhammadiyah Metro yang sedang menjalani pengobatan.

2. Kriteria eksklusif

Sama dengan kriteria pada kelompok kasus.

3.5.5 Besaran Sampel

Perlu diketahui data riset Perhimpunan Rheumatologi Indonesia mengatakan prevalensi osteoarthritis mencapai 15,5% pada laki-laki, dan 12,7% pada perempuan (Perhimpunan Rheumatologi Indonesia, 2023). Provinsi Lampung menyumbang angka kejadian sebesar 7,61% atau sejumlah 22.345 penderita.

Angka kejadian provinsi tersebut berasal dari angka kejadian di 15 Kota/Kabupaten, dimana Kota Metro menyumbang angka 4,89% atau sejumlah 459 penderita (RISKESDAS, 2019). Berdasarkan data rekam medis Rumah Sakit Umum Muhammadiyah Metro (RSU) kami mendapatkan data jumlah prevalensi penderita osteoarthritis lutut pada tahun 2023 sebesar 1633 pasien dan pada tahun 2024 sebesar 1878 pasien..

Untuk menentukan besaran sampel yang diteliti, penelitian ini menggunakan rumus hitung Lemeshow. Berikut perhitungan rumus Lemeshow:

$$n = \frac{(Z_{\frac{\alpha}{2}} + Z_{\beta})^2 [(p_0 \times q_0) + (p_1 \times q_1)]}{(p_1 - p_0)^2}$$

Keterangan:

- $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = Z-score untuk tingkat kepercayaan 95% atau 1,96%
- Z_{β} = Z-score untuk kekuatan uji 90% atau 1,28
- p_0 = proporsi kontrol terpapar
- q_0 = $1 - p_0$
- p_1 = proporsi kasus terpapar (dihitung dari OR)
- q_1 = $1 - p_1$

Langkah 1: hitung p_1 dan p_0

- $p_0 = p_2 = 0,073$ (prevalensi osteoarthritis dari Riskesdas 2018)
- Hitung p_1 dengan rumus:

$$p_1 = \frac{OR \times p_0}{1 + p_0(OR - 1)}$$

$$p_1 = \frac{4,55 \times 0,073}{1 + 0,073(4,55 - 1)}$$

$$p_1 = \frac{0,33215}{1 + 0,25915}$$

$$p_1 = \frac{0,33215}{1,25915}$$

$$p_1 = 0,2637$$

Langkah 2: hitung q_0 dan q_1

- $q_0 = 1 - p_0 = 1 - 0,073 = 0,927$
- $q_1 = 1 - p_1 = 1 - 0,2637 = 0,7363$

Langkah 3: hitung varian proporsi

$$\begin{aligned} & (p_0 \times q_0) + (p_1 \times q_1) \\ &= (0,073 \times 0,927) + (0,2637 \times 0,7363) \\ &= 0,0677 + 0,1941 \\ &= 0,2618 \end{aligned}$$

Langkah 4: hitung selisih proporsi

$$p_1 - p_0 = 0,2637 - 0,073 = 0,1907$$

Kuadratkan

$$0,1907^2 = 0,03637$$

Langkah 5: hitung besar sampel n

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 [(0,2618)]}{(0,1907)^2}$$

$$n = \frac{(3,24)^2 (0,2618)}{(0,1907)^2}$$

$$n = \frac{2,747}{0,03637}$$

$$n = 75,5$$

Besaran sampel yang didapatkan adalah 75,5 atau jika dibulatkan menjadi 76 sampel. Perbandingan yang digunakan adalah 1:1 sehingga jumlah sampel total adalah 152 dengan rincian 76 sampel kasus dan 76 sampel kontrol.

3.5.6 Teknik Sampling

Teknik sampling ini pengambilan sampelnya menggunakan metode *non probability sampling* dengan teknik *purposive sampling* yang dapat menentukan jumlah sampel yang diteliti serta agar dapat disesuaikan dengan kriteria yang telah ditentukan pada saat pengambilan sampel.

3.6 Pengumpulan data

3.6.1 Sumber data

Pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder yang didapatkan dari hasil wawancara dengan pasien dan rekam medis pasien di RSUD Muhammadiyah Metro. Pada saat awal penelitian, peneliti akan memberikan penjelasan terlebih dahulu tentang tujuan penelitian dan proses pengambilan datanya yang berupa data primer dengan wawancara pasien dan data sekunder dengan rekam medis yang terdapat di RSUD Muhammadiyah Metro.

3.6.2 Instrumen

1. Rekam Medis

Ada variabel dependen dan beberapa variabel independen yang dalam pengumpulan datanya menggunakan rekam medis, pada variabel dependen yaitu osteoarthritis lutut, pada variabel independen yaitu usia, jenis kelamin, *overweight* (didapatkan dari tinggi dan berat badan yang di hitung dengan rumus IMT), diabetes millitus tipe 2, riwayat cedera lutut, perilaku sedentari dan pekerjaan.

2. Wawancara/ Kuesioner

Pada variabel perilaku sedentari dilakukan pengukuran menggunakan kuesioner *sedentary behaviour questionnaire* (SBQ). Tujuan pengukuran kuesioner ini adalah untuk mengukur durasi dan jenis aktivitas sedentari yang dilakukan seseorang dalam sehari. Aktivitas sedentari adalah aktivitas yang dilakukan dalam posisi duduk atau berbaring dengan pengeluaran energi $\leq 1,5$ METs (*Metabolic Equivalent of Task*), seperti menonton TV, bekerja di depan computer, atau berkendara. Interpretasi hasil kuesioner ini adalah waktu duduk lebih dari 6 jam sehari dikategorikan perilaku sedenter tinggi (berisiko tinggi bagi kesehatan), waktu duduk 3 – 6 jam sehari dikategorikan perilaku sedenter sedang (memiliki risiko sedang bagi kesehatan), waktu duduk kurang dari 3 jam sehari dikategorikan perilaku sedentari rendah (memiliki risiko rendah bagi kesehatan). Kuesioner ini telah diadaptasi kedalam Bahasa Indonesia dan diuji reliabilitasnya menggunakan

Cronbach's alpha yaitu 0.861 yang menunjukkan tingkat reliabilitas yang tinggi dan menandakan bahwa item – item dalam kuesioner tersebut konsisten dalam mengukur perilaku sedentari (Musta, 2022).

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Univariat

Pada penelitian ini merupakan langkah awal yang penting dalam memahami karakteristik dasar dari setiap variabel. Dengan Analisis ini, dapat dieksplorasi distribusi, rata – rata, dan variabilitas data untuk memberikan Gambaran umum mengenai sampel yang sedang diteliti. Pada tahap ini variabel – variabel seperti usia, jenis kelamin, *overweight*, diabetes millitus, cedera lutut, jenis pekerjaan, dan perilaku sedentari dianalisis satu persatu. Tujuannya untuk mendapatkan deskripsi statistic dasar seperti distribusi frekuensi, nilai rata – rata, median, modus serta standar deviasi, bergantung pada jenis skala pengukuran dari masing – masing variabel.

3.7.2 Analisis Bivariat

Uji bivariat digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel kategorik. Salah satu metode yang umum digunakan adalah uji *chi-square*. Uji ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan signifikan antara dua variabel dengan membandingkan frekuensi yang diamati dengan frekuensi yang diharapkan pada tabel kontingensi. Pada uji *chi-square* memiliki ketentuan yang harus dipenuhi, ketentuan tersebut seperti frekuensi harapan (*expected frequency*) pada setiap sel tabel kontingensi tidak boleh kurang dari 5 untuk lebih dari 20% sel. Apabila ketentuan ini tidak terpenuhi, maka uji *chi-square* tidak dapat digunakan karena hasilnya bisa menjadi tidak akurat. Sebagai alternatif dapat menggunakan uji *fisher's exact* yang lebih sesuai untuk data dengan jumlah sampel kecil atau apabila terdapat sel dengan frekuensi harapan kurang dari 5. *Fishers exact* lebih akurat dalam menentukan hubungan antara variabel pada tabel kontingensi kecil, karena metode ini didasarkan pada probabilitas eksak, bukan pendekatan asimtotik seperti uji *chi-square*.

3.7.3 Analisis Multivariat

Pada penelitian ini analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik untuk menganalisis hubungan antara usia, jenis kelamin, *overweight*, diabetes millitus, cedera lutut, pekerjaan, dan perilaku sedentari terhadap kejadian osteoarthritis lutut. Uji regresi logistik menawarkan pendekatan yang lebih komperhensif dengan mempertimbangkan interaksi antara Beberapa variabel sekaligus. Dalam konteks penelitian ini, regresi logistik membantu dalam menentukan prediktor mana yang paling signifikan berkontribusi terhadap kejadian osteoarthritis lutut ketika variabel – variabel seperti usia, jenis kelamin, *overweight*, diabetes millitus, pekerjaan, dan perilaku sedentari dianalisis bersama.

3.8 Etika Penelitian

Penelitian yang menggunakan data sekunder memerlukan persetujuan dari komite etika atau lembaga yang berwenang. Meskipun data yang digunakan sudah tersedia, masih ada kebutuhan untuk memastikan bahwa penggunaan data tersebut tidak melanggar hak-hak privasi individu yang terlibat dalam data tersebut. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari komite etik yang ada di Politeknik Kesehatan Tanjung Karang dengan judul “Pengaruh Faktor Individu, Riwayat Penyakit Lain, dan Gaya Hidup Terhadap Kejadian Osteoarthritis Lutut di RSUD Muhammadiyah Metro” dengan nomor : 085/KEPK-TJK/III/2025. Komite etik telah menilai bahwa penelitian ini mematuhi pedoman etika yang berlaku, termasuk bagaimana data akan dikumpulkan, disimpan, dianalisis, dan dipublikasikan.

BAB 6

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 152 responden yang dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian osteoarthritis lutut, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sebagian besar responden berada pada kelompok usia berisiko (≥ 45 tahun), berjenis kelamin perempuan, dan tidak mengalami *overweight*. Mayoritas responden tidak memiliki riwayat diabetes millitus tipe 2, riwayat cedera lutut. Dari aspek gaya hidup, sebagian besar responden bekerja pada pekerjaan berisiko dan hanya sebagian kecil yang memiliki perilaku sedentari. Kejadian osteoarthritis lutut terjadi pada 50% (76) responden dari total 152 responden.
2. Ada pengaruh antara usia dengan kejadian osteoarthritis lutut.
3. Tidak ada pengaruh antara jenis kelamin dengan kejadian osteoarthritis lutut.
4. Ada pengaruh antara *overweight* dengan kejadian osteoarthritis lutut.
5. Tidak ada pengaruh antara diabetes millitus dengan kejadian osteoarthritis lutut.
6. Ada pengaruh antara riwayat cedera lutut dengan kejadian osteoarthritis lutut.
7. Ada pengaruh antara jenis pekerjaan dengan kejadian osteoarthritis lutut.
8. Ada pengaruh antara sedentari dengan kejadian osteoarthritis lutut.

6.2 Saran

1. Bagi Rumah Sakit (RSU Muhammadiyah Metro)

RSU Muhammadiyah Metro diharapkan dapat memperkuat program pencegahan dan edukasi terkait osteoarthritis lutut, khususnya dengan menasar pasien yang memiliki riwayat cedera lutut dan perilaku sedentari.

2. Bagi Individu Pasien dan Masyarakat Umum

Pasien dan masyarakat perlu meningkatkan kesadaran tentang pentingnya menjaga kesehatan sendi lutut dengan menghindari aktivitas berisiko tinggi terhadap cedera dan mengurangi kebiasaan sedentari (seperti duduk terlalu lama tanpa aktivitas fisik). Diperlukan perubahan perilaku menuju gaya hidup aktif, menjaga berat badan ideal, serta memperhatikan ergonomi tubuh dalam aktivitas sehari-hari untuk mencegah progresi osteoarthritis. Bagi ibu rumah tangga dan pensiunan yang beraktivitas sehari – hari dilingkungan rumah, lebih baik mencari kesibukan lain yang lebih bermanfaat untuk kesehatan dan kebugaran jasmani seperti olahraga dll.

3. Bagi Universitas dan Peneliti Selanjutnya

Institusi akademik, khususnya program studi di bidang kesehatan, disarankan menggunakan hasil penelitian ini sebagai sumber pembelajaran dalam pengajaran epidemiologi dan pencegahan penyakit degeneratif.

4. Bagi Pemerintah dan Dinas Kesehatan

Dinas Kesehatan diharapkan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai dasar dalam perencanaan program promotif dan preventif penyakit muskuloskeletal, khususnya pada lansia dan kelompok usia risiko tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Siti Fadhilah, F.S.F. (2024) 'Hubungan pengetahuan dan perilaku pencegahan tentang osteoarthritis pada lansia di Panti Werdha Jakarta Selatan', 11(8), pp. 1500–1509.
- Adiputra, I.M.S., Trisnadewi, N.W., Oktaviani, N.P.W. and Munthe, S.A. (2021) *Metodologi Penelitian Kesehatan*.
- Ali, T.S., Prasadham, I., Xiao, Y. and Momot, K.I. (2018) 'Progression of Post-Traumatic Osteoarthritis in rat meniscectomy models: Comprehensive monitoring using MRI', *Scientific Reports*, 8(1), pp. 1–15.
- Aminah, Meily Nirnasari, W.P. (2022) 'The Connection Of Body Mass Index (BMI) And Life Style With Osteoarthritis Case', 14(1), pp. 25–34.
- Aubourg, G., Rice, S.J., Bruce-Wootton, P. and Loughlin, J. (2022) 'Genetics of osteoarthritis', *Osteoarthritis and Cartilage*, 30(5), pp. 636–649.
- Bedi, A., Laprade, R.F. and Burrus, M.T. (2018) 'Knee Ligaments Landmarks Anatomy', pp. 1241–1250.
- Biehl, C., Heinrich, M., Biehl, L., Knapp, G., Heiss, C. and Thormann, U. (2020) 'Biomechanical particularities in the therapy of the rheumatic knee', *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), pp. 1–12.
- Blagojevic, M., Jinks, C., Jeffery, A. and Jordan, K.P. (2010) 'Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis', *Osteoarthritis and Cartilage*, 18(1), pp. 24–33.
- Canetti, E.F.D., Schram, B., Orr, R.M., Knapik, J. and Pope, R. (2020) 'Risk factors for development of lower limb osteoarthritis in physically demanding occupations: A systematic review and meta-analysis', *Applied Ergonomics*, 86, p. 103097. Available at.
- Cao, J. and Chen, B. (2022) 'Function, Injury, and Treatment for Meniscus', *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 8, pp. 263–271.
- Chan, L.C., Li, H.H.T., Chan, P.K. and Wen, C. (2021) 'A machine learning-based approach to decipher multi-etiology of knee osteoarthritis onset and deterioration', *Osteoarthritis and Cartilage Open*, 3(1).
- Chen, D., Shen, J., Zhao, W., Wang, T., Han, L., Hamilton, J.L. and Im, H.J. (2017) 'Osteoarthritis: Toward a comprehensive understanding of pathological

- mechanism', Bone Research, 5(September 2016).
- Cheng, C.K. and Woo, S.L.Y. (2020) Frontiers in orthopaedic biomechanics, Frontiers in Orthopaedic Biomechanics.
- Collins, D.P., Elsouiri, K.N. and Demory Beckler, M. (2022) 'Osteoarthritis: Can We Do Better?', Cureus, 14(11), pp. 10–17.
- Contartese, D., Tschon, M., De Mattei, M. and Fini, M. (2020) 'Sex specific determinants in osteoarthritis: A systematic review of preclinical studies', International Journal of Molecular Sciences, 21(10).
- Crema, M.D., Guermazi, A., Sayre, E.C., Roemer, F.W., Wong, H., Thorne, A. et al. (2011) 'The association of magnetic resonance imaging (MRI)-detected structural pathology of the knee with crepitus in a population-based cohort with knee pain: The MoDEKO study', Osteoarthritis and Cartilage, 19(12), pp. 1429–1432.
- Dai, Z., Reza Jafarzadeh, S., Niu, J., Felson, D.T., Jacques, P.F., Li, S. and Zhang, Y. (2018) 'Body mass index mediates the association between dietary fiber and symptomatic knee osteoarthritis in the osteoarthritis initiative and the Framingham Osteoarthritis Study', Journal of Nutrition, 148(12), pp. 1961–1967.
- Decker, R.S., Koyama, E. and Pacifici, M. (2015) 'Articular Cartilage: Structural and Developmental Intricacies and Questions', Current Osteoporosis Reports, 13(6), pp. 407–414.
- Deguchi, N., Kojima, N., Osuka, Y. and Sasai, H. (2022) 'Factors Associated with Passive Sedentary Behavior among Community-Dwelling Older Women with and without Knee Osteoarthritis: The Otassha Study', International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(21).
- Dell'Isola, A. and Steultjens, M. (2018) 'Classification of patients with knee osteoarthritis in clinical phenotypes: Data from the osteoarthritis initiative', PLoS ONE, 13(1), pp. 1–18.
- Ding, Y. (2023) 'Cartilage of Knee: Anatomy, Function and Recent Conservative Treatments', Highlights in Science, Engineering and Technology, 36, pp. 1305–1312.
- Dulay, G.S., Cooper, C. and Dennison, E.M. (2015) 'Knee pain, knee injury, knee osteoarthritis & work', Best Practice and Research: Clinical Rheumatology, 29(3), pp. 454–461.
- Durán-Sotuela, A., Fernandez-Moreni, M., Suarez-Ulloa, V., Vazquez-Garcia, J., Relano, S., Hermida-Gomez, T. et al. (2023) 'A meta-analysis and a functional study support the influence of mtDNA variant m.16519C on the risk of rapid progression of knee osteoarthritis', Annals of the Rheumatic Diseases, 82(7), pp. 974–984.

- Edd, S.N., Omoumi, P., Andriacchi, T.P., Jolles, B.M. and Favre, J. (2018) 'Modeling knee osteoarthritis pathophysiology using an integrated joint system (IJS): a systematic review of relationships among cartilage thickness, gait mechanics, and subchondral bone mineral density', *Osteoarthritis and Cartilage*, 26(11), pp. 1425–1437.
- Evers, B.J., Van Den Bosch, M.H.J., Blom, A.B., van der Kraan, P.M., Koëter, S. and Thurlings, R.M. (2022) 'Post-traumatic knee osteoarthritis; the role of inflammation and hemarthrosis on disease progression', *Frontiers in Medicine*, 9(4).
- Eymard, F., Parsons, C., Edwards, M.H., Petit-Dop, F., Reginster, J.Y., Bruyère, O., Richette, P., Cooper, C. and Chevalier, X. (2015) 'Diabetes is a risk factor for knee osteoarthritis progression', *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(6), pp. 851–859.
- Faber, B.G., Macrae, F., Jung, M., Zucker, B.E., Beynon, R.A. and Tobias, J.H. (2024) 'Sex differences in the radiographic and symptomatic prevalence of knee and hip osteoarthritis', *Frontiers in Endocrinology*, 15(October), pp. 1–11.
- Ferdiansyah (2015) 'Hubungan antara obesitas dan kejadian osteoarthritis sendi lutut di Poli Bedah Tulang Rumah Sakit Umum dr. Soedarso Pontianak', p. 6.
- Ferre, I.M., Roof, M.A., Anoushiravani, A.A., Wasterlain, A.S. and Lajam, C.M. (2019) 'Understanding the observed sex discrepancy in the prevalence of osteoarthritis', *JBJS Reviews*, 7(9), pp. 1–10.
- Finch, C.F., Kemp, J.L. and Clapperton, A.J. (2015) 'The incidence and burden of hospital-treated sports-related injury in people aged 15+ years in Victoria, Australia, 2004-2010: A future epidemic of osteoarthritis?', *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(7), pp. 1138–1143.
- Flaxman, T.E., Alkjær, T., Simonsen, E.B., Krogsgaard, M.R. and Benoit, D.L. (2017) 'Predicting the Functional Roles of Knee Joint Muscles from Internal Joint Moments', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(3), pp. 527–537.
- Geng, S., Hu, B., Guan, Y., Jiang, Y., Shu, Z., Li, C. and Huang, G. (2024) 'Advances of the multifaceted functions of PSTPIP2 in inflammatory diseases', *Frontiers in Immunology*, 15(November), pp. 1–11.
- Gerasymenko, S.I., Babko, A.M., Gerasymenko, A.S. and Kachan, D.I. (2023) 'Mathematical model of knee joint degenerative dystrophic changes formation in its flexion contracture at late stages of rheumatoid arthritis', *Pain, Joints, Spine*, 13(2), pp. 93–100.
- Glyn-Jones, S., Palmer, A.J.R., Agricola, R., Price, A.J., Vincent, T.L., Weinans, H. and Carr, A.J. (2015) 'Osteoarthritis', *The Lancet*, 386(9991), pp. 376–387.
- Greene, M.A. and Loeser, R.F. (2015) 'Aging-related inflammation in osteoarthritis', *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(11), pp. 1966–1971.

- Haberkamp, S., Oláh, T., Orth, P., Cucchiaroni, M. and Madry, H. (2020) 'Analysis of spatial osteochondral heterogeneity in advanced knee osteoarthritis exposes influence of joint alignment', *Science Translational Medicine*, 12(562), pp. 1–13.
- He, Y., Zheng, C., He, M.H. and Huang, J.R. (2021) 'The causal relationship between body mass index and the risk of osteoarthritis', *International Journal of General Medicine*, 14, pp. 2227–2237.
- Hirschmann, M.T. and Müller, W. (2015) 'Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee', *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(10), pp. 2780–2788.
- Hulshof, C.T.J., Colosio, C., Daams, J., Ivanov, I., Prakash, K.C., Kuijer, P. (2019) 'WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other ', *Environment International*, 125(September 2018), pp. 554–566.
- Hunt, M.A., Charlton, J.M. and Esculier, J.F. (2020) 'Osteoarthritis year in review 2019: mechanics', *Osteoarthritis and Cartilage*, 28(3), pp. 267–274.
- Iacobescu, G.L., Iacobescu, L., Popa, M.I.G., Covache-Busuioc, R.A., Corlatescu, A.D. and Cirstoiu, C. (2024) 'Genomic Determinants of Knee Joint Biomechanics: An Exploration into the Molecular Basis of Locomotor Function, a Narrative Review', *Current Issues in Molecular Biology*, 46(2), pp. 1237–1258.
- Iijima, H., Gilmer, G., Wang, K., Sivakumar, S., Evans, C., Matsui, Y. and Ambrosio, F. (2022) 'Meta-analysis Integrated With Multi-omics Data Analysis to Elucidate Pathogenic Mechanisms of Age-Related Knee Osteoarthritis in Mice', *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 77(7), pp. 1321–1334.
- Kanamoto, T., Mae, T., Yokoyama, T., Tanaka, H., Ebina, K. and Nakata, K. (2020) 'Significance and definition of early knee osteoarthritis', *Annals of Joint*, 5(JANUARY), pp. 8–11.
- Katz, J.N., Arant, K.R. and Loeser, R.F. (2021) 'Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review', *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 325(6), pp. 568–578.
- Kemenkes RI (2014) Tabel klasifikasi IMT.
- Kemenkes RI (2019a) 'Kementerian Kesehatan Republik Indonesia', Kementerian Kesehatan RI, 1(1), p. 1.

- Kemenkes RI (2019b) 'Riset Kesehatan Dasar Riskesdas Provinsi Lampung 2018. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI', Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, (Id), pp. 1–674.
- Kontio, T., Heliövaara, M., Viikari-Juntura, E. and Solovieva, S. (2020) 'To what extent is severe osteoarthritis preventable? Occupational and non-occupational risk factors for knee and hip osteoarthritis', *Rheumatology (United Kingdom)*, 59(12), pp. 3869–3877.
- Lee, J.Y., Han, K., Park, Y.G. and Park, S.H. (2021) 'Effects of education, income, and occupation on prevalence and symptoms of knee osteoarthritis', *Scientific Reports*, 11(1), pp. 1–8.
- Leifer, V.P., Katz, J.N. and Losina, E. (2022) 'The burden of OA-health services and economics', *Osteoarthritis and Cartilage*, 30(1), pp. 10–16.
- Leung, Y.Y., Allen, J.C., Noviani, M., Ang, L.W., Wang, R., Yuan, J.M. and Koh, W.P. (2015) 'Association between body mass index and risk of total knee replacement, the Singapore Chinese Health Study', *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(1), pp. 41–47.
- Liu, T., Xu, C., Driban, J.B., Liang, G.Y., Zhang, X.H., Hu, F.B., McAlindon, T. and Lu, B. (2023) 'Whole grain consumption and risk of radiographic knee osteoarthritis: A prospective study from the Osteoarthritis Initiative', *Rheumatology (United Kingdom)*, 62(5), pp. 1834–1840.
- Luft, F.C. (2015) 'Osteoarthritis is what the people have', *Journal of Molecular Medicine*, 93(8), pp. 819–821.
- Lynch, J.T., Schneider, M.T.Y., Perriman, D.M., Scarvell, J.M., Pickering, M.R., Asikuzzaman, M., Galvin, C.R., Besier, T.F. and Smith, P.N. (2019) 'Statistical shape modelling reveals large and distinct subchondral bony differences in osteoarthritic knees', *Journal of Biomechanics*, 93, pp. 177–184.
- Ma, X., Zhang, K., Ma, C., Zhang, Y. and Ma, J. (2024) 'Physical activity and the osteoarthritis of the knee: A Mendelian randomization study', *Medicine (United States)*, 103(26), p. e38650.
- Makris, E.A., Hadidi, P. and Athanasiou, K.A. (2011) 'The knee meniscus: Structure-function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration', *Biomaterials*, 32(30), pp. 7411–7431.
- Manurung, E.M.F., Nababan, D., Sitorus, M.E.J., Manurung, K. and Silitonga, E. (2022) 'Faktor Resiko Kejadian Osteoarthritis Lutut Pada Pasien Yang Berobat Di Poli Ortopedi Di Rumah Sakit Bhayangkara Tk. Ii Medan', *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(3), pp. 1918–1932.
- Master, H., Thoma, L.M., Dunlop, D.D., Christiansen, M.B., Voinier, D. and White, D.K. (2021) 'Joint association of moderate-to-vigorous intensity physical activity and sedentary behavior with incident functional limitation: Data from the osteoarthritis initiative', *Journal of Rheumatology*, 48(9), pp. 1458–1464.

- Mobasheri, A. and Batt, M. (2016) 'An update on the pathophysiology of osteoarthritis', *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(5–6), pp. 333–339. Available at.
- Molnar, V., Maticic, V., Kodvanj, I., Bjelica, R., Jelec, Z., Hudetz, D. et al. (2021) 'Cytokines and Chemokines involved in osteoarthritis pathogenesis', *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), pp. 1–23.
- Munthe, R.V., Hendrika, W. and Gurusinga, N.Y. (2021) 'Relationship between Body Mass Index (BMI) and Knee Osteoarthritis at the UKI General Hospital, Jakarta in 2017', *International Journal of Health Sciences and Research*, 11(10), pp. 365–377..
- Murat Bozkurt, H.İ.A. (2021) *Clinical Anatomy of the Knee*, Springer.
- Musta, W.P. (2022) 'Hubungan pengetahuan, kesehatan fisik, dan kesehatan mental dengan tingkat aktivitas sedentary mahasiswa pada masa pandemi covid-19 di kota makassar'.
- Nieboer, M.F., Reijman, M., Wesdorp, M.A., Bastiaansen-Jenniskens, Y.M. and Meuffels, D.E. (2023) 'Improved Understanding of the Inflammatory Response in Synovial Fluid and Serum after Traumatic Knee Injury, Excluding Fractures of the Knee: A Systematic Review', *Cartilage*, 14(2), pp. 198–209.
- Noriega-González, D., Caballero-García, A., Roche, E., Álvarez-Mon, M. and Córdova, A. (2023) 'Inflammatory Process on Knee Osteoarthritis in Cyclists', *Journal of Clinical Medicine*, 12(11), pp. 1–12.
- Nuralamsyah, R. (2023) *Gambaran kejadian dan karakteristik pada pasien osteoarthritis genu di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Subang tahun 2022*.
- O'Neill, T.W. and Felson, D.T. (2018) 'Mechanisms of Osteoarthritis (OA) Pain', *Current Osteoporosis Reports*, 16(5), pp. 611–616.
- Palmer, J.S., Jones, L.D., Monk, A.P., Nevitt, M., Lynch, J., Beard, D.J., Javaid, M.K. and Price, A.J. (2020) 'Varus alignment of the proximal tibia is associated with structural progression in early to moderate varus osteoarthritis of the knee', *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(10), pp. 3279–3286.
- Perry, T.A., Wang, X., Gates, L., Parsons, C.M., Sanchez-Santos, M.T., Garriga, C. et al. (2020) 'Occupation and risk of knee osteoarthritis and knee replacement: A longitudinal, multiple-cohort study', *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 50(5), pp. 1006–1014.
- Peters, A.E., Geraghty, B., Bates, K.T., Akhtar, R., Readioff, R. and Comerford, E. (2022) 'Ligament mechanics of ageing and osteoarthritic human knees', *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10(August), pp. 1–13.
- Phinyomark, A., Osis, S.T., Hettinga, B.A., Kobsar, D. and Ferber, R. (2016) 'Gender differences in gait kinematics for patients with knee osteoarthritis', *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), pp. 1–12.

- Poulsen, E., Goncalves, G.H., Bricca, A., Roos, E.M., Thorlund, J.B. and Juhl, C.B. (2019) 'Knee osteoarthritis risk is increased 4-6 fold after knee injury-a systematic review and meta-analysis', *British Journal of Sports Medicine*, 53(23), pp. 1454–1463.
- Rahini S, R.S.H. (2024) 'A Cross-sectional Study to Estimate the Proportion and Ascertain Risk Factors for Osteoarthritis Knee among Women above 45 Years of Age Attending a Tertiary Care Hospital'.
- Rezu, E. (2021) 'From Pathogenesis to Therapy in Knee Osteoarthritis ':
- Robinson, W.H., Lopus, C.M., Wang, Q., Raghu, M., Lindstrom, T.M., Sokolove, J. (2016) 'Low-grade inflammation as a key mediator of the pathogenesis of osteoarthritis', *Nat Rev Rheumatol.*, 12(10), pp. 580–592.
- Roos, E.M. and Arden, N.K. (2016) 'Strategies for the prevention of knee osteoarthritis', *Nature Reviews Rheumatology*, 12(2), pp. 92–101.
- Sananta, P., Zahrah, V.T., Widasmar, D. and Fuzianingsih, E.N. (2022) 'Association between diabetes mellitus, hypertension, and knee osteoarthritis in secondary referral hospitals in Indonesia with retrospective cross-sectional study', *Annals of Medicine and Surgery*, 80(June), p. 104155.
- Shumnalieva, R., Kotov, G., Ermencheva, P. and Monov, S. (2024) 'Pathogenic Mechanisms and Therapeutic Approaches in Obesity-Related Knee Osteoarthritis', *Biomedicines*, 12(1), pp. 1–19.
- Shumnalieva, R., Kotov, G. and Monov, S. (2023) 'Obesity-Related Knee Osteoarthritis—Current Concepts', *Life*, 13(8).
- Silverwood, V., Blagojevic-Bucknall, M., Jinks, C., Jordan, J.L., Protheroe, J. and Jordan, K.P. (2015) 'Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: A systematic review and meta-analysis', *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(4), pp. 507–515.
- Snoeker, B., Turkiewicz, A., Magnusson, K., Frobell, R., Yu, D., Peat, G. and Englund, M. (2020) 'Risk of knee osteoarthritis after different types of knee injuries in young adults: A population-based cohort study', *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), pp. 725–730.
- Suppanz, M. (2023) 'How Do Lay People Identify Knee Swelling and What Would They Do About It: Survey Results in the Context of an Event on the Topic of Knee Osteoarthritis', *Journal of Orthopaedics and Clinical Research*, 1(1), pp. 31–36.
- Tariq, T., Suhail, Z. and Nawaz, Z. (2023) 'Knee Osteoarthritis Detection and Classification Using X-Rays', *IEEE Access*, 11(April), pp. 48292–48303.
- Tatjana, Z. (2023) 'Basic Principles Of Physical Medicine In Osteoarthritis', pp. 42–44.

- Tiwari, S., Dhaon, P., Shukla, M., Tripathi, N., Singh, K. and Verma, R. (2023) 'Prevalence of Knee Osteoarthritis and its Section Associated Factors in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Cross-sectional Study', *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 200(11), pp. 22–25.
- Tschon, M., Contartese, D., Pagani, S., Borsari, V. and Fini, M. (2021) 'Gender and sex are key determinants in osteoarthritis not only confounding variables. A systematic review of clinical data', *Journal of Clinical Medicine*, 10(14).
- Varady, N.H. and Grodzinsky, A.J. (2016) 'Osteoarthritis year in review 2015: Mechanics', *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(1), pp. 27–35.
- Verbeek, J., Mischke, C., Robinson, R., Ijaz, S., Kuijer, P., Kievit, A., Ojajärvi, A. and Neuvonen, K. (2017) 'Occupational Exposure to Knee Loading and the Risk of Osteoarthritis of the Knee: A Systematic Review and a Dose-Response Meta-Analysis', *Safety and Health at Work*, 8(2), pp. 130–142.
- Wallace, I.J., Worthington, S., Felson, D.T., Jurmain, R.D., Wren, K.T., Maijanen, H., Woods, R.J. and Lieberman, D.E. (2017) 'Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(35), pp. 9332–9336.
- Whittaker, J.L., Losciale, J.M., Juhl, C.B., Thorlund, J.B., Lundberg, M., Truong, L.K. et al. (2022) 'Risk factors for knee osteoarthritis after traumatic knee injury: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies for the OPTIKNEE Consensus', *British Journal of Sports Medicine*, 56(24), pp. 1406–1421.
- WHO (2023) Osteoarthritis, world Health Organization.
- Yamato, T.P., Devezza, L.A. and Maher, C.G. (2016) 'Exercise for osteoarthritis of the knee (PEDro synthesis)', *British Journal of Sports Medicine*, 50(16), pp. 1013–1014.
- Yousuf, A.W., Yousuf, A.M. and Erum, A.U. (2017) 'Occupation and sports participation as risk factors for the development and progression of knee osteoarthritis', *International Journal of Research in Medical Sciences*, 5(6), p. 2278.
- Yunus, M.H.M., Nordin, A. and Kamal, H. (2020) 'Pathophysiological perspective of osteoarthritis', *Medicina (Lithuania)*, 56(11), pp. 1–13.
- Zhang, C., Wang, W., Li, X., Liao, C. and Han, P. (2023) 'Research Advances in the Development of Post-Traumatic Knee Osteoarthritis with Abnormal Mechanical Load, Inflammation, and Hemarthrosis', *Frontiers in Medical Science Research*, 5(6), pp. 1–7.
- Zhao, L., Wu, T., Li, J., Cai, C., Yao, Q., Zhu, Y.S. and Covali., R. (2022) 'Data-independent acquisition-based proteomics analysis correlating type 2 diabetes mellitus with osteoarthritis in total knee arthroplasty patients', *Medicine (United States)*, 101(5), p. E28738.

- Zhaoyang, R. and Martire, L.M. (2019) 'Daily sedentary behavior predicts pain and affect in knee arthritis', *Annals of Behavioral Medicine*, 53(7), pp. 642–651.
- Zheng, H. and Chen, C. (2015) 'Body mass index and risk of knee osteoarthritis: Systematic review and meta-analysis of prospective studies', *BMJ Open*, 5(12).