

PENGARUH INDEKS MASSA TUBUH DENGAN DERAJAT OSTEOARTRITIS GENU BERDASARKAN DERAJAT KELLGREN LAWRENCE DI RUMAH SAKIT SUMBER WARAS TAHUN 2024

Giovanno Sebastian Yogie¹, Jeri², Alexander Halim Santoso³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara

²Departemen Radiologi, Rumah Sakit Sumber Waras

³Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara

Korespondensi: giovannousa@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Osteoarthritis ditandai dengan nyeri pada persendian dan hilangnya fungsi sendi. Tahun 2019, terdapat 528 juta orang mengalami osteoarthritis diserburu dunia. Berbagai faktor dapat memicu terjadinya osteoarthritis termasuk IMT.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh indeks massa tubuh dengan derajat osteoarthritis genu berdasarkan derajat Kellgren Lawrence. Selain itu, penelitian ini menilai perbedaan rerata IMT antar derajat osteoarthritis genu.

Metode Penelitian: Penelitian ini adalah penelitian retrospective dengan desain potong lintang. Responden penelitian ini adalah penderita osteoarthritis genu dan melakukan pemeriksaan foto konvensional sendi genu posisi AP dan lateral yang telah divalidasi oleh Dokter Spesialis Radiologi selama tahun 2024, berusia 18 tahun keatas, dan memenuhi kriteria inklusi. Data kemudian diklasifikasi berdasarkan klasifikasi IMT dan Kellgren Lawrence. Data penelitian yang didapat kemudian olah dengan menggunakan aplikasi statistik dan dianalisa dengan uji one-way anova bila sebaran data normal. Kemudian dilanjutkan dengan uji post hoc Bonferroni.

Hasil: Berdasarkan 197 responden, didapat responden perempuan 159 responden, dengan rerata usia 63.68 tahun. Didapat rata-rata IMT 25.76 kg/m², sebanyak 75 responden (38.1%) mengalami obesitas derajat I, dan derajat osteoarthritis genu terbanyak yaitu derajat 3, sebanyak 73 (36,5%). Hasil analisis didapat pengaruh signifikan IMT dengan derajat osteoarthritis genu (p value <0.001). Didapatkan perbedaan rerata IMT terbesar antara derajat I dan IV, yaitu 10.07 kg/m²

Kesimpulan: Terdapat pengaruh signifikan IMT terhadap derajat osteoarthritis berdasarkan derajat Kellgren Lawrence. Penelitian lebih lanjut dapat melakukan penelitian dengan analisis multifaktorial dengan faktor risiko lainnya dan penurunan risiko osteoarthritis setelah pemberian intervensi upaya penurunan berat badan.

Kata-kata kunci : Indeks Massa Tubuh, Osteoarthritis lutut, Kellgren Lawrence.

ABSTRACT

Introduction: Osteoarthritis is characterized by joint pain and loss of joint function. In 2019, there were 528 million people suffering from osteoarthritis worldwide. Various factors can trigger osteoarthritis, including BMI.

Purpose: This study aims to determine the effect of body mass index on the degree of knee osteoarthritis based on the Kellgren Lawrence grade. In addition, this study assesses the mean differences BMI between degrees of knee osteoarthritis.

Method: This study is a retrospective study and cross-sectional design. Respondents aged 18 years and over with clinical knee osteoarthritis and undergoing conventional photo examinations of the knee joints in AP and lateral positions that have been validated by a radiologist during 2024 meet the inclusion criteria. The data were then classified based on the

BMI and Kellgren Lawrence classifications. The research data obtained were then processed using statistical applications and analyzed using the one-way ANOVA test if the data distribution was normal. Then proceed with the Bonferroni post hoc test.

Result: *Based on data obtained from 197 respondents, 159 female respondents were obtained, with an average age of 63.68 years. The average BMI was 25.76 kg/m² and the majority degree of knee osteoarthritis is grade 3, with 73 (36.5%). The results of the analysis showed a significant effect of BMI on the degree of osteoarthritis genu (p value <0.001). The largest difference in BMI average was obtained between degrees I and IV, which was 10.07 kg/m².*

Conclusion: *There is a significant effect between BMI and the degree of osteoarthritis based on the Kellgren Lawrence grade. Further research can be conducted with multifactorial analysis with other risk factors and a decrease in the risk of osteoarthritis after providing weight loss interventions.*

Keywords: *Body Mass Index, Knee Osteoarthritis, Kellgren Lawrence.*

PENDAHULUAN

Osteoarthritis merupakan kelainan sendi yang disebabkan oleh proses degeneratif. Osteoarthritis dapat terjadi secara primer dan sekunder. Osteoarthritis ditandai dengan nyeri pada persendian dan hilangnya fungsi sendi. ⁽¹⁾ Tahun 2019, terdapat 528 juta orang mengalami osteoarthritis diseluruh dunia. Sebanyak 365 juta orang mengalami osteoarthritis pada sendi lutut/genu. ⁽²⁾ IMT merupakan suatu indeks berdasarkan pengukuran berat badan dan tinggi badan seseorang. Hasil perhitungan IMT selanjutnya dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu kurang, normal, lebih, obesitas derajat I, dan obesitas derajat II. Indeks Massa Tubuh secara umum digunakan untuk mengukur risiko terjadinya suatu penyakit kronik seperti diabetes mellitus, hipertensi, depresi, dan kanker. ⁽³⁾

Osteoarthritis memiliki kaitan erat dengan indeks massa tubuh. ⁽⁴⁾ Penelitian oleh Johnston, et al. melaporkan bahwa osteoarthritis meningkat bersamaan dengan nilai IMT yang lebih besar. ⁽⁵⁾ Penelitian oleh Mutiwara, et al. menyatakan bahwa ada hubungan IMT terhadap derajat kerusakan sendi lutut akibat osteoarthritis, dalam hal ini obesitas. ⁽⁶⁾

Berdasarkan tinjauan tersebut, prevalensi osteoarthritis dan dampaknya akibat peningkatan IMT dilaporkan masih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh indeks massa tubuh dengan derajat osteoarthritis genu berdasarkan derajat Kellgren Lawrence. Selain itu,

penelitian ini menilai perbedaan rerata IMT antar derajat osteoarthritis genu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik retrospektif dengan desain *cross-sectional*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Sumber Waras selama bulan Februari 2025. Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah responden yang berusia 18 tahun keatas dengan osteoarthritis genu dan melakukan pemeriksaan foto konvensional sendi genu posisi AP dan lateral yang telah divalidasi oleh Dokter Spesialis Radiologi selama tahun 2024. Responden dengan riwayat trauma atau ditemukan deposit pada sendi lutut seperti kondrokalsinosis dieksklusi dalam penelitian ini. Metode sampling dalam penelitian ini adalah *consecutive sampling*.

Indeks Massa Tubuh (IMT) diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi WHO Asia Pasifik menjadi kurang ($IMT < 18.5 \text{ kg/m}^2$), normal ($IMT 18.5 - 22.9 \text{ kg/m}^2$), lebih ($IMT 23 - 24.9 \text{ kg/m}^2$), obesitas derajat I ($IMT 25 - 29.9 \text{ kg/m}^2$), dan obesitas derajat II ($IMT > 30 \text{ kg/m}^2$).⁽⁷⁾ Rumus perhitungan IMT, yaitu:

$$\text{Rumus IMT (kg/m}^2\text{)} = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB \text{ (m)}^2}$$

BB: berat badan

(kilogram)

TB: tinggi badan (meter)

Osteoarthritis genu diklasifikasikan dalam derajat Kelgreen Lawrence menjadi 4 derajat. Derajat pertama didasarkan pada adanya penyempitan celah sendi dan osteofit, derajat dua adanya penyempitan celah sendi dan terdapat osteofit, derajat tiga adanya penyempitan celah sendi dan osteofit disertai adanya sklerosis dan memungkinkan adanya deformitas, dan derajat empat penyempitan celah sendi berat dengan sklerosis dan osteofit besar disertai deformitas yang jelas.⁽⁸⁾

Proses pengambilan data diawali dengan pencarian data responden dengan kecurigaan osteoarthritis genu yang dilakukan melalui pemeriksaan foto konvensional sendi genu, selanjutnya dinilai derajat penyakit dengan klasifikasi Kellgren Lawrence. Selanjutnya, pencarian data antropometri responden melalui elektronik rekam medis dan dinilai IMT responden untuk mengetahui status gizi responden. Data penelitian yang didapat kemudian olah dengan menggunakan aplikasi statistik dan dianalisa dengan uji one-way anova dilanjutkan dengan

uji *post hoc Bonferroni* bila sebaran data normal. Uji Kruskal Wallis digunakan bila sebaran data tidak normal.

Penelitian ini telah mendapat kaji etik dengan nomor B/006/RSSW/KEPK/Ket.KE/II/2025 yang diterbitkan oleh Rumah Sakit Sumber Waras, Jakarta Barat.

HASIL PENELITIAN

Data yang didapat sebanyak 197 responden, dimana 159 responden berjenis kelamin

perempuan dan 38 responden berjenis kelamin laki-laki. Berdasarkan usia responden, rata-rata usia responden yaitu 63.68 tahun, rata-rata berat badan 63.13 kg, rata-rata tinggi badan 156.59 cm, dan rata-rata IMT 25.76 kg/m². Status gizi terbanyak yaitu obesitas derajat I sebanyak 75 responden (38.1%) dan derajat osteoarthritis genu terbanyak yaitu derajat 3, sebanyak 73 (36,5%). (Tabel 1) Gambaran status gizi dengan derajat osteoarthritis genu digambarkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min – Max)
Usia	-	63.65 (10.01)	64 (24 – 86)
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	38 (19.3)		
• Perempuan	159 (80.7)		
Berat Badan (kg)		63.13 (11.44)	62 (32 – 103)
Tinggi Badan (cm)		156.59 (7.7)	155 (135 – 180)
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)		25.76 (4.31)	25.39 (12.65 – 41.26)
Klasifikasi Status Gizi			
• Kurang	7 (3.6)		
• Normal	42 (21.3)		
• Lebih	43 (21.8)		
• Obesitas derajat I	75 (38.1)		
• Obesitas derajat II	30 (15.2)		
Derajat Osteoarthritis Genu			
• Derajat 1	42 (21.3)		
• Derajat 2	45 (22.8)		
• Derajat 3	72 (36.5)		
• Derajat 4	38 (19.3)		

Tabel 2. Gambaran Status Gizi dengan Derajat Osteoarthritis Genu

Parameter		Derajat Osteoarthritis Genu			
		1	2	3	4
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Status	Kurang	7 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Gizi	Normal	30 (71.4)	11 (26.2)	1 (2.4)	0 (0)
	Lebih	5 (11.6)	27 (62.8)	10 (23.3)	1 (2.3)
	Obesitas derajat I	0 (0)	7 (9.3)	53 (70.3)	15 (20.0)
	Obesitas derajat II	0 (0)	0 (0)	8 (26.7)	22 (73.3)

Berdasarkan analisis deskriptif untuk membedakan rerata IMT berdasarkan derajat osteoarthritis. Osteoarthritis derajat 1 memiliki rerata IMT 20.78

kg/m², derajat 2 23.63 kg/m², derajat 3 27.29 kg/m², dan derajat 4 30.86 kg/m². (Tabel 3)

Tabel 3. Perbedaan Rerata IMT Berdasarkan Derajat Osteoarthritis Genu

Osteoarthritis Genu	Indeks Massa Tubuh				95% confidence interval	
	Mean	Min	Max	SD	lower	upper
1	20.78	12.65	24.97	2.53	19.99	21.57
2	23.63	19.45	28.52	1.84	23.07	24.18
3	27.29	22.86	31.93	2.29	26.75	27.83
4	30.86	24.32	41.26	3.54	29.69	32.02

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *one-way anova* dilanjutkan dengan uji *post hoc Bonferroni* didapat pengaruh signifikan IMT dengan derajat osteoarthritis genu ($p < 0.001$).

Didapatkan perbedaan rerata IMT antara derajat I dan II osteoarthritis genu adalah

2.84 kg/m², derajat I dan III osteoarthritis genu adalah 6.50 kg/m², derajat I dan IV

osteoarthritis genu adalah 10.07 kg/m², derajat II dan III osteoarthritis genu 3.66 kg/m², derajat II dan IV osteoarthritis genu

adalah 7.23 kg/m², dan derajat III dan IV osteoarthritis genu adalah 3.57 kg/m². (tabel 4)

Tabel 4. Hubungan Indeks Massa Tubuh terhadap Derajat Osteoarthritis Genu

Parameter		Mean	Std.Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Diff. (I-J)				
(I) grade	(J) grade				Lower	Upper
I	II	-2.84*	.55	.000	-4.30	-1.39
	III	-6.50*	.49	.000	-7.82	-5.19
	IV	-10.07*	.57	.000	-11.59	-8.55
II	I	2.84*	.55	.000	1.39	4.30
	III	-3.66*	.48	.000	-4.95	-2.37
	IV	-7.23*	.56	.000	-8.72	-5.73
III	I	6.50*	.49	.000	5.19	7.82
	II	3.66*	.48	.000	2.37	4.95
	IV	-3.57*	.51	.000	-4.93	-2.21
IV	I	10.07*	.57	.000	8.55	11.59
	II	7.23	.56	.000	5.73	8.72
	III	3.57	.51	.000	2.21	4.93

* Mean Difference is significant at the 0.05 level.

Mean Diff. adalah pengurangan antara Indeks Massa Tubuh derajat osteoarthritis yang dinilai [(I) grade] dibandingkan dengan derajat lainnya [(J) grade]

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, terdapat hubungan antara IMT dengan derajat osteoarthritis genu ($p < 0.001$). Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Hardiyanti, et al. yang menyatakan korelasi signifikan antara IMT dengan derajat osteoarthritis. Temuan lainnya oleh Hardiyanti, et al, juga melaporkan adanya korelasi sedang dan kuat antara IMT dengan osteoarthritis. Hardiyanti juga melaporkan prevalensi osteoarthritis ditemukan lebih tinggi pada responden

berjenis kelamin perempuan daripada laki-laki. ⁽⁹⁾

IMT dengan osteoarthritis memiliki hubungan multifaktorial. Kerusakan sendi osteoarthritis disebabkan oleh proses mekanis dan metabolik. ⁽¹⁰⁾ Berat tubuh yang ditopang secara berlebih ditanggung oleh sendi lutut disertai dengan penurunan kekuatan otot menjadi penyebab osteoarthritis secara mekanis. Beban berlebih tersebut kemudian menyebabkan gangguan homeostasis kartilago, dimana dapat terjadi penurunan ketebalan kartilago, mempercepat proses degenerasi

kartilago, peningkatan ketebalan subkondral, dan menimbulkan lesi sumsum tulang. ⁽¹¹⁾

Kartilago sendi merupakan jaringan penyambung yang terbentuk dari kondrosit dan matriks ekstraselular yang kaya kandungan air. Matriks ini mengandung kolagen tipe II, glikosamino glikan, dan berbagai molekul protein seperti dekorin, aggrecan, dan fibromodulin. Gangguan matriks ini merupakan tanda awal proses osteoarthritis. Terdapat dua enzim yang terlibat dalam degradasi kartilago matriks ekstraselular, yaitu enzim disintegrin dan *Metalloproteinase with Thrombospondin motifs* (ADAMTS) merupakan enzim yang berperan dalam pembelahan aggrecan dari asam hialuronat. Selain itu, terdapat *matriks metalloproteinase* (MMP) terutama MMP-13 berfungsi memecah ikatan kolagen. ⁽¹¹⁾

Matriks ekstraselular selanjutnya mengalami perubahan dan memicu proliferasi kondrosit yang semula “pro-sintetik” menjadi pro-inflamatori yang menghasilkan mediator inflamasi seperti *interleukin 6 (IL-6)*, *tumor necrosis factor-alpha*

(*TNFα*), *interleukin 1β (IL-1β)* yang merangsang kerusakan matriks ekstraselular. Pada tingkat subkondral, perubahan fase awal terjadi proses remodeling plat subkondral. Pada fase lebih lanjut, subkondral terjadi sklerosis dengan penebalan trabekula. Pembentukan Kista subkondral merupakan akibat dari peningkatan sel osteoblas, osteoklas dan osteoprogenitor. Osteoblas tersebut memiliki aktivitas alkali fosfatase yang tinggi, peningkatan pelepasan *transforming growth factor β1 (TGFβ1)*, *insulin-like growth factor 1 (IGF1)*, *vascular endothelial growth factor (VEGF)*, dan *receptor activator of nuclear factor kappa beta-ligand (RANKL)* dibandingkan osteoblas dalam keadaan normal. ⁽¹¹⁾

Secara metabolik, IMT yang tinggi berhubungan dengan kondisi inflamasi derajat rendah yang memicu produksi berbagai sitokin pro-inflamasi. Perkembangan osteoarthritis yang berhubungan dengan IMT berlebih semakin meningkat akibat proses inflamasi. Disamping itu, terjadi proses katabolik pada sendi sinovial yang memicu perubahan metabolik pada biosintesis dan degradasi

makromolekul biosintesis matriks ekstraselular kartilago. Leptin dan adiponektin memiliki peran dalam inflamasi derajat rendah. Leptin dapat meningkat bila mengonsumsi makanan tinggi lemak dan berhubungan dengan formasi osteofit, kerusakan kartilago, dan peningkatan ukuran bantalan lemak infrapatellar. Leptin dapat memicu proses inflamasi dan katabolisme pada kartilago akibat peningkatan IL-1 β , MMP-9, dan MMP-13 yang berperan pada proses degradasi kartilago. Leptin juga meningkatkan ekspresi ADAMTS-4, -5, dan -9 pada kondrosit yang sehat dengan aktivasi NF- κ B dan *mitogen-activated protein kinase (MAPK)*.⁽¹²⁾

Kadar adiponektin yang tinggi pada cairan sendi berkorelasi positif dengan IL-6 dan TGF- β , yang terlibat dalam perubahan metabolik pada osteoarthritis. Kadar adiponektin dalam serum pada responden osteoarthritis lebih tinggi daripada responden sehat. Adiponektin dapat berpotensi menjadi biomarker, karena berkaitan dengan peningkatan beratnya derajat klinis dan pertanda inflamasi secara lokal.⁽¹²⁾

Penelitian lainnya Devi, et al menyatakan hal serupa dengan hasil

temuan penelitian ini. Terdapat adanya hubungan peningkatan IMT dengan meningkatnya derajat osteoarthritis. Selain itu, terdapat hubungan peningkatan IMT dengan derajat nyeri osteoarthritis. Nyeri dihasilkan oleh penyempitan celah sendi akibat pembesaran tulang subkondral dan pembentukan osteofit. Penyempitan ini memicu penekanan saraf yang menyebabkan Proses inflamasi memicu produksi makrofag juga dapat menimbulkan respon nyeri.⁽¹³⁾

Dalam penelitian ini, perempuan memiliki angka kejadian osteoarthritis lebih tinggi pada responden berjenis kelamin laki-laki. Temuan ini juga sesuai dengan laporan oleh WHO dimana 60% penderita osteoarthritis adalah perempuan.⁽²⁾ Beberapa faktor yang menyebabkan osteoarthritis lebih tinggi pada perempuan seperti faktor hormonal, genetik, bentuk anatomi yang mendasari, *alignment*, kekuatan otot, kelemahan ligamen, dan gaya hidup. Usia berkaitan dengan hormonal, dimana usia post-menstruasi mengalami kadar estrogen yang menurun signifikan. Diketahui estrogen berperan dalam menjaga kartilago dari degradasi. Haplotipe

FRZB T/G terlibat dalam patogenesis osteoarthritis pada wanita. Genetik lainnya seperti COL2A1 menurunkan risiko osteoarthritis pada laki-laki, tetapi tidak pada perempuan. ⁽¹⁴⁾

Secara anatomi, perbedaan *alignment* tungkai laki-laki berbeda dengan perempuan. Sebagai contoh pelvis lebih lebar dan sudut quadricept pada perempuan. Sudut tersebut menjadi faktor predesposisi akibat sudut sendi lutut menjadi valgus, sehingga beban pada sendi lutut lebih besar pada kompartemen lateral. Sudut tersebut berperan dalam meningkatkan risiko cedera lutut seperti ruptur ligamentum anterior krusiatum. Kekuatan otot kuadrisep berperan dalam menjaga stabilisasi sendi. Kelemahan otot kuadrisep berperan dalam gejala osteoarthritis lutut, perjalanan osteoarthritis lutut lebih lanjut, keparahan fungsi sendi lutut, kerusakan kartilago, dan kelemahan yang bersinergi dengan obesitas. ⁽¹⁴⁾

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian dilakukan oleh Christina, et al yang menyatakan temuan adanya hubungan IMT dengan kejadian osteoarthritis lutut pada perempuan. Temuan lainnya dalam

penelitian ini yaitu terdapat hubungan usia dengan kejadian osteoarthritis lutut. ⁽¹⁵⁾

Penurunan berat badan merupakan solusi dalam mengurangi risiko osteoarthritis pada pasien yang memiliki berat badan berlebih. Penurunan berat badan 5 kg atau lebih, atau 5% dari IMT, dapat menurunkan risiko osteoarthritis 15-20% dalam 30 bulan kedepan. Penurunan berat badan dapat menekan pelepasan leptin, Il-6, fibrinogen, COMP, dan meningkatkan sintesis kartilago dan kadar kolagen tipe II. Upaya penurunan berat badan dapat dilakukan dengan merubah gaya hidup atau dengan operatif. Perubahan gaya hidup dengan mengonsumsi asupan rendah kalori, rendah lemak, rendah garam, meningkatkan asupan buah dan sayur, dan latihan fisik minimal 30 menit per hari. Metode operatif dapat menurunkan 20% IMT dalam waktu singkat dengan metode yang invasif. ⁽¹⁶⁾

Latihan fisik dilakukan dengan tujuan untuk mengontrol berat badan, mencegah penyakit penyerta yang menyertai osteoarthritis, memperbaiki kualitas tidur, dan memperoleh

kesenangan. Upaya latihan fisik yang direkomendasikan untuk dilakukan yaitu latihan fisik 150 menit per minggu bersifat aerobik dengan intensitas sedang. Minimal dilakukan dalam 2 hari per minggu latihan penguatan (latihan yang menggunakan berat tubuh, sabuk elastis, atau beban). Jalan kaki sebanyak 6.000 sampai 10.000 langkah per hari. Latihan fisik dapat berupa berjalan, bersepeda, taichi, aerobik air atau renang, yoga, berkebun, atau melakukan pekerjaan rumah. Upaya lainnya untuk memperbanyak aktivitas daripada aktivitas sedantari. Latihan penguatan merupakan latihan yang menggunakan berat tubuh, sabuk elastis, atau beban yang bertujuan untuk memperbaiki integritas kartilago, kekuatan otot, dan stabilitas sendi. Lebih lanjut, latihan penguatan dapat mengurangi nyeri akibat osteoarthritis. ⁽¹⁷⁾

Dalam penelitian ini, tidak dinilai hubungan faktor risiko lainnya seperti usia, jenis kelamin, hubungan IMT terhadap derajat nyeri yang diakibatkan oleh osteoarthritis. Penelitian lebih lanjut dapat melakukan penelitian dengan analisis multifaktorial dengan faktor risiko lainnya dan penurunan risiko osteoarthritis setelah pemberian intervensi upaya penurunan berat badan.

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh signifikan IMT terhadap derajat osteoarthritis berdasarkan derajat Kellgren Lawrence

SARAN

Penelitian lebih lanjut dapat melakukan penelitian dengan analisis multifaktorial dengan faktor risiko lainnya dan penurunan risiko osteoarthritis setelah pemberian intervensi upaya penurunan berat badan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sen R, Hurley JA. Osteoarthritis [Internet]. StatPearls. 2024. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30213694>
2. World Health Organization. Osteoarthritis [Internet]. World Health Organization. 2023 [cited 2024 Nov 12]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/osteoarthritis>
3. Khanna D, Peltzer C, Kahar P, Parmar MS. Body Mass Index (BMI): A Screening Tool Analysis. Cureus [Internet]. 2022 Feb;14(2):e22119. Available from:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35308730>
4. Palazzo C, Nguyen C, Lefevre-Colau M-M, Rannou F, Poiraudau S. Risk factors and burden of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2016 Jun;59(3):134–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877065716000245>
 5. Johnston SS, Ammann E, Scamuffa R, Samuels J, Stokes A, Fegelman E, et al. Association of body mass index and osteoarthritis with healthcare expenditures and utilization. *Obes Sci Pract* [Internet]. 2020 Apr;6(2):139–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32313672>
 6. Mutiwaru E, Najirman, Afriwardi. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Derajat Kerusakan Sendi pada Pasien Osteoarthritis Lutut di RSUP Dr. M. Djamil Padang. *J Kesehat Andalas*. 2016;5(2):376–80.
 7. Lim JU, Lee JH, Kim JS, Hwang Y II, Kim T-H, Lim SY, et al. Comparison of World Health Organization and Asia-Pacific body mass index classifications in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2017;12:2465–75. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28860741>
 8. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2016 Aug;474(8):1886–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26872913>
 9. Hardiyanti V, Devi M, Setiawan IMB, Wungou HPL. Correlation of Body Mass Index and Kellgren-Lawrence Degrees in Genu Osteoarthritis. *Scr SCORE Sci Med J* [Internet]. 2020 Aug 28;2(1):1–5. Available from: <https://talenta.usu.ac.id/scripta/article/view/3369>
 10. Mocanu V, Timofte DV, Zără-Dănceanu C-M, Labusca L. Obesity, Metabolic Syndrome, and Osteoarthritis Require Integrative Understanding and Management. *Biomedicines* [Internet]. 2024 Jun 6;12(6). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38927469>
 11. Shumnalieva R, Kotov G, Ermencheva P, Monov S. Pathogenic Mechanisms and Therapeutic Approaches in Obesity-Related Knee Osteoarthritis. *Biomedicines* [Internet]. 2023 Dec 20;12(1). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38275369>
 12. Henriques J, Berenbaum F, Mobasher A. Obesity-induced fibrosis in osteoarthritis: Pathogenesis, consequences and novel therapeutic opportunities. *Osteoarthritis Cartilage* [Internet]. 2024 Dec;6(4):100511. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2665913124000785>
 13. Devi NC, Sulistyani, Setiawan I, Ichsan B. Relationship between body mass index (BMI), stage of knee osteoarthritis, and pain severity. *JHeS (Journal Heal Stud)* [Internet]. 2024 Sep 28;8(2):63–72. Available from: <https://ejournal.unisayogya.ac.id/index.php/JHeS/article/view/3543>
 14. Segal NA, Nilges JM, Oo WM. Sex differences in osteoarthritis prevalence, pain perception, physical function and therapeutics. *Osteoarthritis Cartilage* [Internet]. 2024 Sep;32(9):1045–53. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1063458424011506>
 15. Christina Y, Sudarsono S, Fatmawati N. Hubungan Antara Usia Dan Indeks Massa Tubuh (Imt)

- Dengan Kejadian Osteoarthritis Lutut Pada Perempuan Di Rumah Sakit Santa Elisabeth Lubuk Baja Kota Batam Periode 2022. Zo Kedokt Progr Stud Pendidik Dr Univ Batam. 2024;14(1):52–9.
16. Chen L, Zheng JJY, Li G, Yuan J, Ebert JR, Li H, et al. Pathogenesis and clinical management of obesity-related knee osteoarthritis: Impact of mechanical loading. *J Orthop Transl* [Internet]. 2020 Sep;24:66–75. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214031X2030067X>
 17. Huffman KF, Ambrose KR, Nelson AE, Allen KD, Golightly YM, Callahan LF. The Critical Role of Physical Activity and Weight Management in Knee and Hip Osteoarthritis: A Narrative Review. *J Rheumatol* [Internet]. 2024 Mar;51(3):224–33. Available from: <http://www.jrheum.org/lookup/doi/10.3899/jrheum.2023-0819>