



# Diet Indeks dan Beban Glikemik Tinggi serta Resiko Terhadap Gangguan Muskuloskeletal

Adinda<sup>1</sup>, Legiran<sup>2\*</sup>, Arwan Bin Laeto<sup>3</sup>

1. Program Studi Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang. Indonesia
2. Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang. Indonesia
3. Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang. Indonesia

Korespondensi : [dr.legiran@fk.unsri.ac.id](mailto:dr.legiran@fk.unsri.ac.id)

---

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Gangguan muskuloskeletal semakin mendapat perhatian untuk diteliti karena dampaknya yang dapat mempengaruhi kesehatan fisik maupun mental. Pola makan sehari-hari telah menjadi salah satu faktor terbesar yang menentukan kondisi kesehatan sistem muskuloskeletal, salah satunya pola makan tinggi indeks glikemik (IG). Makanan IG tinggi menyebabkan lonjakan cepat kadar glukosa darah dan insulin yang terlibat sebagai pemicu peradangan kronis dan stres oksidatif yang merupakan kontributor patofisiologi gangguan muskuloskeletal. Tinjauan ini bertujuan untuk mensintesis bukti yang menghubungkan diet IG tinggi dengan perkembangan dan eksaserbasi masalah muskuloskeletal.

**Metode:** Artikel dikumpulkan dengan menggunakan mesin pencari seperti *Google Scholar*, *Pubmed*, *Medscape*, dan *Science Direct* yang diterbitkan pada tahun 2003-2024.

**Hasil:** Mengurangi diet IG dan beban glikemik (BG) dapat meringankan gejala dan meningkatkan hasil fungsional pada pasien dengan gangguan muskuloskeletal. Misalnya, diet rendah IG telah dikaitkan dengan pengurangan rasa sakit serta peningkatan kualitas hidup penderita dengan gangguan muskuloskeletal.

**Kesimpulan:** Diet IG tinggi terbukti merupakan faktor risiko signifikan yang dapat dimodifikasi untuk pencegahan perkembangan gangguan muskuloskeletal. Strategi kesehatan masyarakat yang mempromosikan pola makan rendah IG berpotensi mengurangi gejala gangguan ini dan meningkatkan kualitas hidup penderita. Terlepas dari temuan ini, beberapa penelitian longitudinal dan intervensional diperlukan untuk menetapkan hubungan sebab akibat dan lebih memahami mekanisme molekuler yang terlibat.

**Kata Kunci:** diet indeks glikemik; gangguan muskuloskeletal; pengurangan rasa sakit

## ABSTRACT

**Introduction:** Musculoskeletal disorders are increasingly receiving research attention because of their impact on physical and mental health. Daily diet has become one of the biggest factors that determine the health condition of the musculoskeletal system, one of which is a diet with a high glycemic index (GI). High GI foods cause rapid spikes in blood glucose and insulin levels which are implicated as triggers of chronic inflammation and oxidative stress which are contributors to the pathophysiology of musculoskeletal disorders. This review aims to synthesize the evidence linking high GI diets to the development and exacerbation of musculoskeletal problems.

**Methods:** Articles were collected by using a search engine such as *google scholar*, *Pubmed*, *Medscape*, *Science direct*. The criteria used are articles published in 2003-2024.

**Result:** Reducing dietary GI and glycemic load (GL) may alleviate symptoms and improve functional outcomes in patients with musculoskeletal disorders. For example, low GI diets have been associated with reduced pain as well as improved quality of life for sufferers with musculoskeletal disorders.

**Conclusion:** A high GI diet has been proven to be a significant risk factor that can be modified for the prevention of the development of musculoskeletal disorders. Public health strategies that promote low-GI diets

*have the potential to reduce symptoms of these disorders and improve the quality of life of sufferers. Despite these findings, more longitudinal and interventional studies are needed to establish causal relationships and better understand the molecular mechanisms involved.*

**Keywords:** *glycemic index diet; musculoskeletal disorder; pain reduction*

---

## PENDAHULUAN

“*Let food be thy medicine, and let medicine be thy food*” merupakan kutipan terkenal dari seorang dokter Yunani.(Papakonstantinou *et al.*, 2022) Makanan memiliki dampak yang begitu besar pada kondisi postprandial tubuh.(Papakonstantinou *et al.*, 2022)(Papachristoforou *et al.*, 2020) Hubungan antara pola makan dan kesehatan secara keseluruhan telah dipelajari secara lebih lanjut khususnya bagaimana komponen makanan mempengaruhi berbagai sistem tubuh. Di antara beberapa faktor makanan seperti kandungan zat gizi didalamnya meliputi lemak, protein, karbohidrat dan sebagainya, indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) merupakan ukuran penting yang mendapat perhatian karena perannya dalam kesehatan metabolisme.(Vlachos *et al.*, 2020)(Wolever *et al.*, 2013)(Papachristoforou *et al.*, 2020) Indeks glikemik adalah peringkat karbohidrat dalam skala 0 hingga 100 menurut pengaruh langsungnya terhadap kadar glukosa darah, sedangkan beban glikemik memperhitungkan jumlah karbohidrat dalam satu porsi makanan dan IG-nya, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang karbohidrat serta dampak makanan terhadap gula darah.(Anderson *et al.*, 2018)

Diet tinggi IG dan BG dikaitkan dengan lonjakan kadar glukosa darah yang cepat, yang seiring waktu dapat menyebabkan resistensi insulin, obesitas, dan gangguan metabolisme lainnya.(Bin Arif, Budiyanto and Hoerudin Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Jalan Tentara Pelajar No, 2013) Perubahan metabolik ini tidak hanya mempengaruhi sistem kardiovaskular dan endokrin tetapi juga dapat mempengaruhi kesehatan muskuloskeletal dan meningkatkan resiko kanker.(Sharifi-Rad *et al.*, 2020)(Norwitz, Sethi and Palmer, 2020)(Dragan *et al.*, 2018)(Maino Vieytes *et al.*, 2019) Gangguan muskuloskeletal mencakup berbagai kondisi yang memengaruhi tulang, otot, dan jaringan ikat, termasuk osteoarthritis, arthritis reumatoid, osteoporosis, dan kondisi nyeri kronis.(El-Tallawy *et al.*, 2021)(Towery *et al.*, 2018) Nyeri kronik merupakan salah satu gejala yang muncul pada gangguan muskuloskeletal sering diabaikan, padahal nyeri kronik ini dapat mempengaruhi kesehatan dan kualitas hidup dan mempengaruhi kesehatan mental dan emosional penderita. (Gustafson *et al.*, 2021)(Bonanni *et al.*, 2022)Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa diet tinggi IG dan BG dapat dikaitkan dengan peningkatan risiko pengembangan gangguan muskuloskeletal.(Papachristoforou *et al.*, 2020)(Elma *et al.*, 2020) Hubungan ini diduga timbul dari peradangan kronis dan stres oksidatif yang disebabkan oleh fluktuasi kadar glukosa darah, yang dapat mempengaruhi integritas struktural dan fungsi jaringan muskuloskeletal.(Anderson *et al.*, 2018)(Seaman, 2002) Selain itu, proses inflamasi yang terkait dengan diet tinggi glikemik dapat memperburuk kondisi seperti osteoarthritis dan rheumatoid arthritis serta mendasari patofisiologi terjadinya fibromialgia yang selanjutnya berkontribusi terhadap rasa sakit dan kecacatan.(Seaman, 2002)(Hendrix *et al.*, no date)(Assavarittirong, Samborski and Grygiel-Górniak, 2022)(Perrot *et al.*, 2019)

Memahami implikasi diet indeks glikemik dan beban glikemik tinggi pada kesehatan muskuloskeletal sangat penting untuk mengembangkan rekomendasi diet yang bertujuan mencegah dan mengelola gejala nyeri akibat gangguan muskuloskeletal. Diet merupakan salah satu gaya hidup yang dapat dimodifikasi.(Maino Vieytes *et al.*, 2019) Sehingga dengan mengetahui hubungan diet indeks glikemik tinggi terhadap kesehatan khususnya sistem muskuloskeletal dapat memberikan wawasan yang lebih baik kepada penderita dan penyedia layanan kesehatan mengenai strategi nutrisi

yang dapat mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal dan meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan

## **METODE**

Metode yang digunakan adalah kajian Pustaka dengan pendekatan deskriptif. Penelusuran dilakukan melalui *google scholar*, *Pubmed*, *Medscape*, dan *Science Direct* pada artikel yang dipublikasi pada tahun 2003-2024. Artikel dicari dengan kata kunci diet indeks glikemik, gangguan muskuloskeletal dan pengurangan rasa sakit.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Indeks Dan Beban Glikemik**

Indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) makanan memberikan gambaran tentang seberapa cepat suatu jenis karbohidrat dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Makanan IG tinggi, yang menyebabkan lonjakan cepat gula darah, yaitu makanan seperti roti dan nasi putih, sereal, serta makanan ringan olahan seperti kue beras dan berbagai jenis kue kering.(Sivakamasundari *et al.*, 2022)(Pasmans *et al.*, 2022) Makanan ini cepat dicerna dan diserap, menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah dan insulin dengan cepat. Sebaliknya, makanan rendah IG, yang memiliki dampak lebih lambat dan bertahap terhadap gula darah, yaitu biji-bijian seperti gandum dan quinoa, kacang-kacangan seperti lentil dan buncis, dan sebagian besar buah-buahan dan sayur mayur. Makanan ini dicerna dan diserap lebih lambat, sehingga peningkatan kadar glukosa darah lebih stabil.(Rimbawan, 2004)(Wiardani, Sariasih and Swandari, 2012)(Reynolds *et al.*, 2019)

Beban glikemik (BG) memperhitungkan kualitas IG dan kuantitas karbohidrat dalam suatu porsi makanan terhadap kadar gula darah. Makanan IG tinggi misalnya nasi putih, kentang, dan camilan manis dalam porsi besar secara signifikan dapat memengaruhi glukosa darah bila dikonsumsi dalam ukuran porsi biasa. Sebaliknya makanan rendah IG, seperti sayur mayur, buah utuh, polong-polongan, kacang-kacangan, dan biji-bijian berkontribusi terhadap kestabilan kadar gula darah meski dikonsumsi dalam jumlah banyak.(Anderson *et al.*, 2018)(Soviana and Maenasari, 2019)(Wiardani, Sariasih and Swandari, 2012) Memahami IG dan BG makanan dapat membantu individu membuat pilihan makanan yang lebih baik untuk mengelola gula darah dan mendukung kesehatan secara keseluruhan, khususnya kesehatan muskuloskeletal.

### **Gangguan Muskuloskeletal**

Gangguan muskuloskeletal (GM) adalah suatu kondisi kelainan yang memengaruhi otot, tulang, sendi, ligamen, tendon, dan jaringan ikat tubuh lainnya.(El-Tallawy *et al.*, 2021)(Towery *et al.*, 2018) Gangguan ini dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti usia, jenis kelamin serta penyakit bawaan yang dapat memperberat gejala. Sementara faktor eksternal seperti pola makan dan aktivitas fisik sehari-hari seperti pekerjaan dengan posisi yang tidak ergonomi, gerakan membungkuk serta mengangkat beban berat dan berulang.(Sekaaram and Ani, 2017)(Bonanni *et al.*, 2022)(Lia D. Delaney, BS , Daniel J. Clauw and b, c, Jennifer F. Waljee, MD, 2020) Gangguan Muskuloskeletal (GM) ditandai dengan nyeri, kaku, peradangan, dan keterbatasan mobilitas dan fungsi, yang dapat berdampak signifikan pada kualitas hidup seseorang. Penyakit ini dapat terjadi pada segala kelompok usia dan jenis kelamin, yang membahayakan adalah gejala nyeri yang muncul seringkali diabaikan dan menjadi hal yang biasa. Padahal nyeri yang terjadi terus menerus dapat memperburuk kerusakan jaringan yang bermasalah hingga mengakibatkan berbagai gangguan tidur, kelelahan dan mempengaruhi mood serta psikis.(Aprianto *et al.*, 2021)(Raja S *et al.*, 2021)

Gangguan yang umumnya banyak dialami pada lokasi sendi dan tulang seperti osteoarthritis, arthritis reumatoid, dan osteoporosis. Osteoarthritis adalah penyakit sendi degeneratif yang ditandai dengan rusaknya tulang rawan dan tulang di bawahnya, menyebabkan nyeri, bengkak, dan berkurangnya gerak pada sendi yang terkena. Arthritis reumatoid adalah kelainan autoimun yang terutama menyerang sendi, menyebabkan peradangan kronis, nyeri, dan potensi kelainan bentuk sendi. Osteoporosis, di sisi lain, adalah suatu kondisi yang ditandai dengan melemahnya tulang dan peningkatan risiko patah tulang akibat berkurangnya kepadatan tulang. (Zhao *et al.*, 2021)(WHO, no date)(Perrot *et al.*, 2019)Kondisi-kondisi ini hanya mewakili beberapa contoh dari banyak gangguan pada sistem12 yang dapat mempengaruhi individu, masing-masing dengan penyebab, gejala, dan pendekatan pengobatan yang unik

### **Hubungan Diet Dengan Kesehatan Muskuloskeletal**

Pola makan memainkan peran penting dalam kesehatan muskuloskeletal melalui beberapa mekanisme biologis, terutama yang melibatkan peradangan, stres oksidatif, dan jalur metabolisme.

Beberapa alasan pola diet sangat berhubungan dengan kesehatan dan mempengaruhi fungsi muskuloskeletal sebagai berikut:(Damiano *et al.*, 2019)(Papachristoforou *et al.*, 2020)(Pittas *et al.*, 2006)(Jiang *et al.*, 2022)(Cepas *et al.*, 2020)

#### **1. Peradangan dan Stres Oksidatif**

Pola makan indeks glikemik (IG) tinggi, yang ditandai dengan makanan yang menyebabkan lonjakan kadar glukosa darah dengan cepat, dapat menyebabkan peningkatan produksi sitokin proinflamasi seperti protein C-reaktif (CRP) dan interleukin-6 (IL) -6). Peradangan kronis, yang ditandai dengan peningkatan kadar sitokin, merupakan faktor kunci dalam perkembangan dan perkembangan gangguan muskuloskeletal seperti osteoarthritis dan arthritis reumatoid. Selain itu, kadar glukosa darah yang tinggi dapat menyebabkan stres oksidatif. Kondisi ini dapat merusak jaringan sendi dan memperburuk peradangan. Studi sebelumnya juga menjelaskan bahwa stress oksidatif berhubungan dengan degenerasi pada tendon dan diskus intervertebralis. (Shahid *et al.*, 2024) (Wang *et al.*, 2023)

#### **2. Resistensi Insulin dan Obesitas**

Pola makan IG tinggi dapat menyebabkan resistensi insulin, suatu kondisi di mana sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin, sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Resistensi insulin sering dikaitkan dengan obesitas, yang meningkatkan tekanan mekanis pada sendi yang menahan beban seperti lutut dan pinggul, sehingga mempercepat kerusakan tulang rawan. Selain itu, jaringan adiposa pada individu yang mengalami obesitas menghasilkan adipokin, yang merupakan mediator inflamasi yang dapat memperburuk dan berkontribusi terhadap patofisiologi gangguan muskuloskeletal, seperti nyeri punggung bawah serta peradangan pada sendi.

#### **3. Kekurangan Nutrisi**

Pola makan yang kekurangan nutrisi penting seperti kalsium, vitamin D, magnesium, dan asam lemak omega-3 dapat berdampak negatif pada kesehatan tulang dan sendi. Kalsium dan vitamin D sangat penting untuk mineralisasi dan kepadatan tulang, dan kekurangan nutrisi ini dapat menyebabkan melemahnya tulang dan kondisi seperti osteoporosis. Asam lemak omega-3, yang ditemukan dalam minyak ikan dan biji rami, memiliki sifat anti-inflamasi yang membantu mengurangi peradangan sendi dan memperbaiki gejala kondisi seperti rheumatoid arthritis.

#### **4. Akumulasi Produk Akhir Glikasi**

Diet IG tinggi berkontribusi pada pembentukan produk akhir glikasi lanjutan (AGEs), yang dihasilkan dari reaksi non-enzimatik antara gula dan protein atau lipid. AGEs terakumulasi dalam jaringan dan berkontribusi terhadap stres oksidatif dan peradangan, sehingga

mengganggu fungsi kolagen dan protein lain yang penting untuk kesehatan sendi dan tulang. Hal ini dapat menyebabkan kekakuan, berkurangnya elastisitas jaringan sendi, dan meningkatkan kerentanan terhadap kerusakan.

#### 5. Mikrobiota Usus

Penelitian baru menunjukkan bahwa pola makan memengaruhi komposisi mikrobiota usus, yang pada gilirannya memengaruhi peradangan sistemik dan respons imun. Pola makan tinggi karbohidrat olahan dan gula dapat mengganggu keseimbangan mikrobiota usus, sehingga mendorong pertumbuhan bakteri pro-inflamasi. Disbiosis ini dapat menyebabkan peningkatan permeabilitas usus dan peradangan sistemik, yang selanjutnya berdampak pada kesehatan muskuloskeletal.

Inflamasi didalam tubuh dan akumulasi produk glikasi dapat menyebabkan ketidakseimbangan radikal bebas yang menyebabkan suatu kondisi stress oksidatif. Kondisi ini menyebabkan tubuh menjadi mudah kelelahan akibat rendahnya respon imunitas tubuh dalam menanggulangi cedera otot atau menghambat proses *recovery* tubuh yang disebabkan oleh aktivitas tubuh sehari-hari misalnya terlalu banyak duduk, gerakan repetitif dan tidak ergonomi, seperti membungkuk dan mengangkat beban berat pada posisi yang salah, serta cedera pasca latihan.

Normalnya tubuh dapat menanggulangi stress akibat latihan dan kelelahan otot dengan baik dalam 1 hingga 3 hari, akan tetapi pada kondisi stress oksidatif yang tinggi, tubuh membutuhkan waktu yang lebih lama untuk *recovery* bahkan dapat menjadi berkepanjangan dan mengakibatkan gangguan muskuloskeletal; kronik, seperti nyeri leher, punggung bawah, fibromyalgia dan gangguan muskuloskeletal kronik lainnya. (Flynn, 2020). Studi sebelumnya telah membuktikan bahwa gangguan muskuloskeletal kronik mempunyai pengaruh begitu besar pada kehidupan sosioekonomi dan kualitas hidup seseorang. (El-Tallawy *et al.*, 2021)

### **Resiko Gangguan Muskuloskeletal Akibat Diet Indeks Dan Beban Glikemik Tinggi**

Diet indeks glikemik (IG) dan beban glikemik atau *Glycemic Load* (GL) yang tinggi mempengaruhi gangguan muskuloskeletal terutama melalui mekanisme yang melibatkan peradangan, stres oksidatif, dan disfungsi metabolisme. Makanan IG dan beban glikemik tinggi menyebabkan lonjakan cepat kadar glukosa darah dan insulin, yang menyebabkan peningkatan produksi sitokin pro-inflamasi seperti protein C-reaktif (CRP) dan interleukin-6 (IL-6), yang terkait dengan peradangan kronis serta kerusakan sendi. (Seaman, 2002)(Bonanni *et al.*, 2022)

Pola makan yang menyebabkan hiperglikemia dan memberikan rasa kenyang sesaat ini memicu kondisi resistensi insulin dan resiko tinggi obesitas. Selain itu, Kondisi hiperglikemia yang terus berlanjut dapat mengakibatkan pembentukan dan akumulasi produk akhir glikasi lanjut (AGEs). AGEs tidak sepenuhnya dapat dimetabolisme dalam tubuh, AGEs yang menumpuk pada sistem pencernaan dapat meningkatkan respon peradangan, merusak enzim dan mikrobiota usus. Penumpukan AGEs ini dapat menyebabkan suatu kondisi ketidakseimbangan radikal bebas yang dikenal sebagai kondisi stres oksidatif, kondisi ini mengganggu kesehatan muskuloskeletal karena dapat menghambat proses pemulihan (*recovery*) otot, khususnya setelah melakukan aktivitas atau latihan, menyebabkan tubuh cepat lelah, mempengaruhi kualitas tidur dan menyebabkan banyak penurunan kualitas hidup seseorang. Mekanisme biologis ini menggarisbawahi dampak merugikan dari pola makan indeks dan beban tinggi terhadap kesehatan muskuloskeletal. (El Assar *et al.*, 2022)(Jiang *et al.*, 2022)(Assavarittirong, Samborski and Grygiel-Górniak, 2022)(El-Tallawy *et al.*, 2021)

## **KESIMPULAN**

Mempertimbangkan indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) ke dalam pedoman diet sangat penting untuk pencegahan dan pengelolaan gangguan muskuloskeletal. Pola makan IG dan BG

tinggi, yang menyebabkan peningkatan cepat kadar glukosa darah dan insulin, telah dikaitkan dengan peradangan kronis dan stres oksidatif yang menjadi kontributor masalah pada sistem muskuloskeletal. Dengan mempromosikan pola diet rendah indeks glikemik, yang menekankan biji-bijian, buah-buahan, sayuran, dan lemak sehat, individu dapat mencapai kadar glukosa darah yang lebih stabil, mengurangi peradangan sistemik dan kerusakan oksidatif. Pendekatan pola makan ini dapat membantu mencegah dan mengurangi gejala nyeri akibat gangguan muskuloskeletal, meningkatkan fungsi sendi dan kualitas hidup secara keseluruhan baik fisik maupun psikologis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, C. *et al.* (2018) 'Dietary glycemic index and glycemic load are positively associated with oxidative stress among premenopausal women', *Journal of Nutrition*, 148(1), pp. 125–130. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/nxx022>.
- Aprianto, B. *et al.* (2021) 'FAKTOR RISIKO PENYEBAB MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA: A SYSTEMATIC REVIEW', *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(2), pp. 16–25. Available at: <https://doi.org/10.31004/jkt.v2i2.1767>.
- Bin Arif, A., Budiyanto, A. and Hoerudin Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Jalan Tentara Pelajar No, dan (2013) 'Glicemic Index of Foods and Its Affecting Factors', *J. Litbang Pert*, 32(2), pp. 91–99.
- El Assar, M. *et al.* (2022) 'Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms23158713>.
- Assavarittirong, C., Samborski, W. and Grygiel-Górniak, B. (2022) 'Oxidative Stress in Fibromyalgia: From Pathology to Treatment', *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1155/2022/1582432>.
- Bonanni, R. *et al.* (2022) 'Chronic Pain in Musculoskeletal Diseases: Do You Know Your Enemy?', *Journal of Clinical Medicine*, 11(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm11092609>.
- Cepas, V. *et al.* (2020) 'Redox signaling and advanced glycation endproducts (AGEs) in diet-related diseases', *Antioxidants*, 9(2), pp. 1–20. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox9020142>.
- Damiano, S. *et al.* (2019) 'Dual role of reactive oxygen species in muscle function: Can antioxidant dietary supplements counteract age-related sarcopenia?', *International Journal of Molecular Sciences*, 20(15). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms20153815>.
- Dragan, M. *et al.* (2018) 'Oxidative stress and its role in cancer', *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 14(7), pp. 1525–1534. Available at: <https://doi.org/10.4103/jcrt.JCRT>.
- El-Tallawy, S.N. *et al.* (2021) 'Management of Musculoskeletal Pain: An Update with Emphasis on Chronic Musculoskeletal Pain', *Pain and Therapy*, 10(1), pp. 181–209. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40122-021-00235-2>.
- Elma, Ö. *et al.* (2020) 'Do nutritional factors interact with chronic musculoskeletal pain? A systematic review', *Journal of Clinical Medicine*, 9(3), pp. 1–23. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm9030702>.
- Flynn, D.M. (2020) 'Chronic Musculoskeletal Pain: Nonpharmacologic, Noninvasive Treatments', *American family physician*, 102(8), pp. 465–477.
- Gustafson, O.D. *et al.* (2021) 'Musculoskeletal complications following critical illness: A scoping review', *Journal of Critical Care*, 66, pp. 60–66. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2021.08.002>.

- Hendrix, J. *et al.* (no date) 'The Interplay between Oxidative Stress , Exercise , and Pain in Health and Disease : Potential Role of Autonomic Regulation and Epigenetic Mechanisms', pp. 1–25.
- Jiang, J. *et al.* (2022) 'Advanced Glycation End Products, Bone Health, and Diabetes Mellitus', *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes*, 130(10), pp. 671–677. Available at: <https://doi.org/10.1055/a-1861-2388>.
- Lia D. Delaney, BS , Daniel J. Clauw, M. and b, c, Jennifer F. Waljee, MD, M. (2020) 'The Management of Acute Pain for Musculoskeletal Conditions: The Challenges of Opioids and Opportunities for the Future', *J Bone Joint Surg Am*, 176. Available at: <https://doi.org/doi:10.2106/JBJS.20.00228>.
- Maino Vieytes, C.A. *et al.* (2019) 'Carbohydrate Nutrition and the Risk of Cancer', *Current Nutrition Reports*, 8(3), pp. 230–239. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13668-019-0264-3>.
- Norwitz, N.G., Sethi, S. and Palmer, C.M. (2020) 'Ketogenic diet as a metabolic treatment for mental illness', *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 27(5), pp. 269–274. Available at: <https://doi.org/10.1097/MED.0000000000000564>.
- Papachristoforou, E. *et al.* (2020) 'Association of Glycemic Indices (Hyperglycemia, Glucose Variability, and Hypoglycemia) with Oxidative Stress and Diabetic Complications', *Journal of Diabetes Research*, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1155/2020/7489795>.
- Papakonstantinou, E. *et al.* (2022) 'Effects of Diet, Lifestyle, Chrononutrition and Alternative Dietary Interventions on Postprandial Glycemia and Insulin Resistance', *Nutrients*, 14(4). Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14040823>.
- Pasmans, K. *et al.* (2022) 'Nutritional strategies to attenuate postprandial glycemic response', *Obesity Reviews*, 23(9), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1111/obr.13486>.
- Perrot, S. *et al.* (2019) 'The IASP classification of chronic pain for ICD-11: Chronic secondary musculoskeletal pain', *Pain*, 160(1), pp. 77–82. Available at: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001389>.
- Pittas, A.G. *et al.* (2006) 'The effects of the dietary glycemic load on type 2 diabetes risk factors during weight loss', *Obesity*, 14(12), pp. 2200–2209. Available at: <https://doi.org/10.1038/oby.2006.258>.
- Raja S *et al.* (2021) 'The Revised IASP definition of pain: concepts, challenges, and compromises. Pain [revista en Internet] 2021 [acceso 4 de marzo de 2022]; 161(9): 1-16.', *Pain*, 161(9), pp. 1976–1982. Available at: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>.
- Reynolds, A. *et al.* (2019) 'Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses', *The Lancet*, 393(10170), pp. 434–445. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31809-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31809-9).
- Rimbawan, A.S. (2004) *Indeks Glikemik Pangan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Seaman, D.R. (2002) 'The diet-induced proinflammatory state: A cause of chronic pain and other degenerative diseases?', *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(3), pp. 168–179. Available at: <https://doi.org/10.1067/mmt.2002.122324>.
- Sekaaram, V. and Ani, L.S. (2017) 'Prevalensi musculoskeletal disorders (MSDs) pada pengemudi angkutan umum di terminal mengwi, kabupaten Badung-Bali', *Intisari Sains Medis*, 8(2), pp. 118–124. Available at: <https://doi.org/10.15562/ism.v8i2.125>.
- Shahid, H. *et al.* (2024) 'Hypoxia-Inducible Factor and Oxidative Stress in Tendon Degeneration: A Molecular Perspective', *Antioxidants*, 13(1), pp. 1–29. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox13010086>.

- Sharifi-Rad, M. *et al.* (2020) 'Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases', *Frontiers in Physiology*, 11(July), pp. 1–21. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>.
- Sivakamasundari, S.K. *et al.* (2022) 'Impact of processing techniques on the glycemic index of rice', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(12), pp. 3323–3344. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1865259>.
- Soviana, E. and Maenasari, D. (2019) 'Asupan Serat, Beban Glikemik Dan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2', *Jurnal Kesehatan*, 12(1), pp. 19–29. Available at: <https://doi.org/10.23917/jk.v12i1.8936>.
- Towery, P. *et al.* (2018) 'Chronic musculoskeletal pain and function improve with a plant-based diet', *Complementary Therapies in Medicine*, 40(June), pp. 64–69. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.08.001>.
- Vlachos, D. *et al.* (2020) 'Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes : A Review', *Nutrients*, 12(1561), pp. 1–13.
- Wang, Y. *et al.* (2023) 'Oxidative stress in intervertebral disc degeneration: Molecular mechanisms, pathogenesis and treatment', *Cell Proliferation*, 56(9), pp. 1–20. Available at: <https://doi.org/10.1111/cpr.13448>.
- WHO (no date) 'Musculoskeletal Conditions. World Health Organization', 2019 [Preprint]. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>.
- Wiardani, In.K., Sariasih, N.N. and Swandari, Y. (2012) 'Indeks Glikemik Menu Makanan Rumah Sakit dan Pengendalian Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Rawat Inap Di RSUP Sanglah Denpasar', *Jurnal Skala Husada*, 9(April), pp. 44–50. Available at: [http://poltekkes-denpasar.ac.id/files/JSH/V9N1/Ni Komang Wiardani1, Ni Nyoman Sariasih2, Yusi Swandari3 JSH V9N1.pdf](http://poltekkes-denpasar.ac.id/files/JSH/V9N1/Ni%20Kolang%20Wiardani1,%20Ni%20Nyoman%20Sariasih2,%20Yusi%20Swandari3%20JSH%20V9N1.pdf).
- Wolever, T.M.S. *et al.* (2013) 'Altering source or amount of dietary carbohydrate has acute and chronic effects on postprandial glucose and triglycerides in type 2 diabetes: Canadian trial of Carbohydrates in Diabetes (CCD)', *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(3), pp. 227–234. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2011.12.011>.
- Zhao, F. *et al.* (2021) 'Correlation of oxidative stress-related biomarkers with postmenopausal osteoporosis: a systematic review and meta-analysis', *Archives of Osteoporosis*, 16(1). Available at: <https://doi.org/10.1007/s11657-020-00854-w>.