

Upaya Promotif dan Preventif melalui Pengabdian Masyarakat: Skrining Hiperurisemia sebagai Langkah Awal Pencegahan Gout

Health Promotion and Preventive Strategies through Community Engagement: Hyperuricemia Screening as an Early Approach to Prevent Gout

Sukmawati Tansil Tan^{1*}, Alexander Halim Santoso²

¹Departemen Kulit dan Kelamin, ²Departemen Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia.

Kata Kunci :

asam urat, gout, hiperurisemia, pencegahan, skrining

ABSTRAK

Pendahuluan: Hiperurisemia merupakan kondisi peningkatan kadar asam urat yang berpotensi berkembang menjadi Gout dan komplikasi metabolik lainnya. Skrining berbasis komunitas menjadi langkah awal dalam upaya promotif dan preventif. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menggambarkan karakteristik partisipan dan distribusi kadar asam urat. **Metode:** Pendekatan Plan;Do;Check;Act (PDCA) melalui pemeriksaan kadar asam urat serta pengumpulan data demografis. **Hasil:** Mayoritas partisipan berada pada usia dewasa dengan dominasi perempuan. Sebagian besar memiliki kadar asam urat dalam batas normal, sementara sebagian kecil menunjukkan hiperurisemia dengan nilai yang telah melampaui ambang fisiologis. Kadar yang lebih tinggi lebih sering dijumpai pada laki-laki. Kondisi ini berkaitan dengan keseimbangan antara produksi dan ekskresi asam urat yang dipengaruhi faktor hormonal dan metabolik. **Kesimpulan:** Skrining komunitas memungkinkan identifikasi dini individu berisiko serta memberikan dasar untuk intervensi berupa edukasi gaya hidup sehat. Upaya ini berpotensi menekan progresivitas menuju gout dan komplikasi terkait di masyarakat.

Keyword :

gout, hyperuricemia, prevention, screening, uric acid

ABSTRACT

Introduction: Hyperuricemia is a condition characterized by elevated uric acid levels that can potentially lead to gout and other metabolic complications. Community-based screening serves as the first step in promotive and preventive efforts. This community service project aims to describe the characteristics of the participants and the distribution of uric acid levels. **Methods:** The Plan-Do-Check-Act (PDCA) approach was used to measure uric acid levels and collect demographic data. **Results:** The majority of participants were adults, with women predominating. Most had uric acid levels within the normal range, while a small proportion exhibited hyperuricemia with values exceeding the physiological threshold. Higher levels were more frequently observed in men. This condition is related to the balance between uric acid production and excretion, which is influenced by hormonal and metabolic factors. **Conclusion:** Community screening enables the early identification of at-risk individuals and provides a basis for interventions in the form of healthy lifestyle education. These efforts have the potential to slow the progression to gout and related complications in the community.

Copyright © 2026 Jurnal Pengabdian Masyarakat Bunda Delima
All rights reserved

Corresponding Author:

Sukmawati Tansil Tan

Email: sukmawati@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 30 Mei 2026

Revised date : 18 Juni 2026

Accepted date : 17 Juli 2026

1. PENDAHULUAN

Hiperurisemia merupakan kondisi patologis yang ditandai oleh peningkatan konsentrasi asam urat dalam plasma akibat ketidakseimbangan antara produksi dan ekskresi purin. Secara fisiopatologis, akumulasi asam urat dapat terjadi karena asupan purin yang tinggi, gangguan metabolisme glukosa dan lipid, resistensi insulin, serta obesitas sentral, yang semuanya berkontribusi terhadap disfungsi renal dan metabolik. Peningkatan kadar asam urat ini berperan sebagai prekursor utama terjadinya deposisi kristal monosodium urat pada jaringan sendi, memicu inflamasi sinovial, nefrolitiasis, serta meningkatkan risiko penyakit kardiometabolik jangka panjang. Fase subklinis hiperurisemia sering berlangsung tanpa gejala klinis yang nyata, sehingga kesempatan untuk intervensi preventif sering terlewatkan, sementara proses akumulasi risiko metabolik tetap berlangsung secara progresif pada populasi dewasa. (Liang et al., 2023; Maloberti et al., 2024; Yanai et al., 2021; Yang et al., 2024)

Epidemiologi gout menunjukkan tren peningkatan yang konsisten secara global maupun nasional dalam tiga dekade terakhir. Secara global, sejak tahun 1990 hingga 2021 terjadi peningkatan substansial pada beban penyakit gout, yang tercermin dari kenaikan angka insidens, prevalensi, dan disability-adjusted life years (DALYs). Jumlah kasus insidens gout meningkat hampir dua kali lipat, dari sekitar 1,94 juta kasus pada tahun 1990 menjadi 3,89 juta kasus pada tahun 2021. Pada tahun 2020 setidaknya terdapat sekitar 55,8 juta individu di seluruh dunia hidup dengan gout yang menegaskan bahwa gout merupakan salah satu penyakit metabolik inflamasi dengan kontribusi signifikan terhadap beban kesehatan global. Di tingkat nasional, Indonesia juga menunjukkan beban yang tidak ringan, dengan angka insidens gout dilaporkan berkisar antara 1,6 hingga 13,6 per 100.000 penduduk, serta prevalensi gout yang dilaporkan mencapai sekitar 11,9%. (Cross et al., 2024; Saputri et al., 2025; Shi et al., 2025)

Meskipun konsekuensi klinis dan sosial dari hiperurisemia cukup luas, upaya deteksi dini di komunitas dewasa masih sangat terbatas. Skrining rutin jarang diterapkan, literasi kesehatan terkait asupan purin, hidrasi, dan pengelolaan berat badan masih rendah, sedangkan kesadaran akan risiko gout dan komplikasi metabolik sering terlambat muncul. Hal ini menegaskan perlunya strategi promotif-preventif yang terstruktur, terintegrasi, dan berbasis bukti untuk mengidentifikasi individu berisiko sebelum manifestasi klinis muncul. (Bowden et al., 2022; Ernawati et al., 2023; Timsans et al., 2024)

Pendekatan pengabdian masyarakat menjadi strategi yang tepat dalam konteks ini. Dengan mengintegrasikan skrining kadar asam urat berbasis point-of-care testing dan

edukasi kesehatan yang komprehensif, program ini tidak hanya memungkinkan deteksi dini pada fase subklinis, tetapi juga membangun kesadaran, memfasilitasi perubahan perilaku, dan menurunkan risiko komplikasi jangka panjang. Edukasi diarahkan pada modifikasi pola makan rendah purin, pengendalian berat badan, hidrasi adekuat, dan peningkatan aktivitas fisik secara berkelanjutan. Dengan demikian, intervensi berbasis komunitas ini diharapkan dapat menjadi model promotif-preventif yang efektif dalam mengurangi beban hiperurisemia dan gout pada populasi dewasa.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Gereja Baptist Cengkareng dengan sasaran populasi dewasa berusia ≥ 18 tahun, termasuk jemaat, tenaga pendidik, staf administrasi, dan komunitas dewasa setempat yang bersedia mengikuti rangkaian edukasi dan skrining kesehatan. Program dirancang sebagai intervensi promotif dan preventif untuk meningkatkan literasi kesehatan mengenai hiperurisemia dan gout melalui deteksi dini kadar asam urat, sekaligus memberikan edukasi tentang hubungan antara gaya hidup, faktor metabolik, dan risiko penyakit tidak menular. Pelaksanaan kegiatan mengikuti kerangka Plan–Do–Check–Action (PDCA) untuk memastikan kegiatan terstruktur, terukur, dan berkelanjutan. (Gambar 1)



Gambar 1. Pengambilan Darah Vena pada Responden

1. *Plan* (Perencanaan)

Tahap perencanaan dimulai dengan identifikasi kebutuhan kesehatan komunitas gereja, khususnya faktor risiko hiperurisemia, seperti pola konsumsi tinggi purin, obesitas, dan rendahnya aktivitas fisik. Tujuan kegiatan ditetapkan meliputi skrining kadar asam urat, edukasi mengenai pencegahan gout, dan pemetaan kelompok berisiko. Tim pelaksana terdiri dari tenaga medis, akademisi, dan mahasiswa kesehatan, dengan tugas yang terdefinisi jelas mulai dari registrasi, pengumpulan data, pemeriksaan laboratorium, hingga edukasi peserta. Perangkat POCT untuk pemeriksaan kadar asam urat disiapkan dan dikalibrasi agar hasil akurat dan dapat langsung digunakan sebagai dasar edukasi.

2. *Do* (Pelaksanaan)

Peserta melakukan registrasi dan diberikan penjelasan menyeluruh mengenai tujuan, manfaat, prosedur skrining, serta tanda tangan informed consent. Data demografi, kebiasaan diet, aktivitas fisik, dan riwayat kesehatan dikumpulkan melalui wawancara singkat. Pengukuran kadar asam urat dilakukan dengan darah vena. Sesi edukasi interaktif menekankan hubungan hiperurisemia dengan pola makan tinggi purin, obesitas, gout, batu ginjal, dan gangguan metabolik lainnya, serta rekomendasi praktis terkait diet, hidrasi, aktivitas fisik, dan pengendalian berat badan.

3. *Check* (Evaluasi)

Hasil skrining dianalisis secara deskriptif untuk memetakan distribusi kadar asam urat dan mengidentifikasi peserta berisiko berdasarkan standar >7 mg/dL untuk laki-laki dan >6 mg/dL untuk perempuan. Evaluasi proses juga mencakup tingkat partisipasi, pemahaman peserta pascaedukasi, serta keterlibatan dalam diskusi interaktif. Data ini digunakan untuk menilai efektivitas skrining dan edukasi serta sebagai dasar pengembangan dan perbaikan program berikutnya.

4. *Act* (Tindak Lanjut)

Peserta dengan kadar asam urat di atas nilai normal diberikan konseling individual mengenai modifikasi gaya hidup, termasuk diet rendah purin, peningkatan hidrasi, dan aktivitas fisik teratur. Mereka juga dianjurkan melakukan pemantauan berkala dan pemeriksaan lanjutan di fasilitas kesehatan primer. Di tingkat komunitas, edukasi berkelanjutan dilakukan melalui diskusi kelompok dan sesi penguatan kesadaran kesehatan, sehingga skrining asam urat tidak berhenti sebagai kegiatan sesaat, tetapi

menjadi intervensi promotif-preventif yang berkelanjutan untuk menurunkan risiko hiperurisemia dan meningkatkan kualitas hidup populasi dewasa di Gereja Baptist Cengkareng.

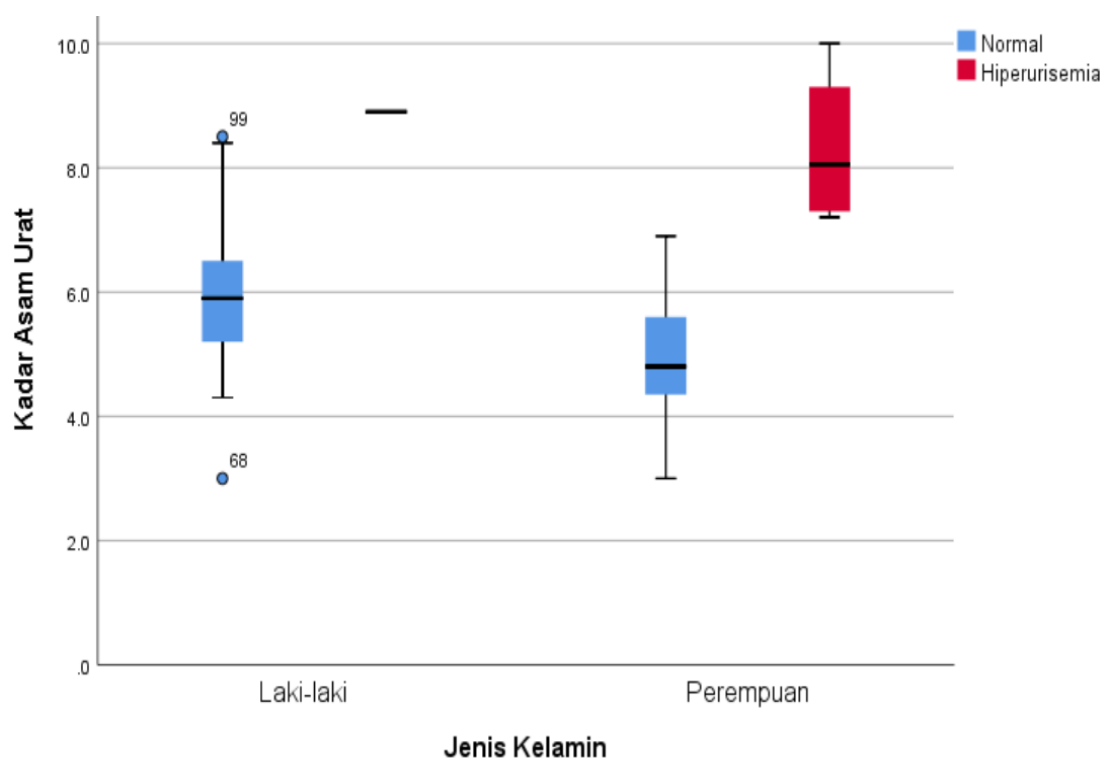
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik partisipan menunjukkan rerata usia 42.81 ± 13.55 tahun dengan median 42 (rentang 18–80 tahun), serta didominasi oleh perempuan sebanyak 74 orang (67.9%) dibandingkan laki-laki 35 orang (32.1%). Pada parameter asam urat, diperoleh rerata kadar sebesar 5.45 ± 1.37 mg/dL dengan median 5.20 (rentang 3.00–10.00 mg/dL). Secara kategorikal, sebagian besar partisipan berada dalam kategori normal yaitu 102 orang (93.6%), sementara hanya sebagian kecil yang mengalami hiperurisemia sebanyak 7 orang (6.4%). Meskipun proporsi hiperurisemia relatif rendah, rentang nilai yang mencapai hingga 10.00 mg/dL menunjukkan adanya individu dengan kadar asam urat yang cukup tinggi.

Tabel 1. Data Karakteristik Partisipan

Variable	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia (tahun)		42.81 (13.55)	42.00 (18-80)
Jenis Kelamin:			
• Laki-laki	35 (32.1)		
• Perempuan	74 (67.9)		
Asam Urat (mg/dL)		5.45 (1.37)	5.20 (3.00 – 10.00)
• Normal	102 (93.6)		
• Hiperurisemia	7 (6.4)		

Gambar 2 menunjukkan distribusi kadar asam urat berdasarkan jenis kelamin yang dikelompokkan menurut klasifikasi (normal dan hiperurisemia). Pada kelompok laki-laki, kategori normal memiliki median sekitar 5.8–6.0 mg/dL dengan rentang kurang lebih 4.3 hingga 8.5 mg/dL, disertai beberapa nilai ekstrem sekitar 3.0 dan mendekati 9.0 mg/dL, sedangkan pada kategori hiperurisemia tampak nilai berada di kisaran tinggi sekitar 9.0 mg/dL. Pada kelompok perempuan, median kadar asam urat pada kategori normal lebih rendah, yaitu sekitar 4.8–5.0 mg/dL dengan rentang sekitar 3.0 hingga 6.9 mg/dL, sementara pada kategori hiperurisemia median berada sekitar 8.0–8.2 mg/dL dengan rentang kurang lebih 7.3 hingga 10.0 mg/dL. Secara keseluruhan, perempuan menunjukkan kadar asam urat normal yang lebih rendah dibandingkan laki-laki.



Gambar 2. Gambaran Rerata Asam Urat berdasarkan Jenis Kelamin

Distribusi partisipan memperlihatkan dominasi usia dewasa dengan rentang yang luas, sehingga populasi yang terlibat mencerminkan kondisi komunitas secara umum. Keterlibatan perempuan yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki merupakan pola yang lazim dijumpai pada kegiatan berbasis masyarakat, yang sering dikaitkan dengan peran sosial perempuan dalam menjaga kesehatan keluarga serta kecenderungan untuk lebih responsif terhadap program promotif. Variasi usia yang cukup lebar juga mengindikasikan bahwa faktor risiko gangguan metabolik, termasuk gangguan metabolisme purin, dapat ditemukan pada berbagai kelompok usia, tidak terbatas pada populasi lanjut usia. (Gopalakrishnan et al., 2024; Pradhan et al., 2023)

Nilai rerata kadar asam urat yang masih berada dalam batas fisiologis, disertai dominasi kategori normal, mengindikasikan bahwa sebagian besar individu belum mengalami gangguan metabolisme purin yang signifikan. Meskipun demikian, keberadaan nilai ekstrem yang mencapai tingkat tinggi menunjukkan adanya subkelompok dengan potensi risiko klinis yang tidak dapat diabaikan. Secara fisiologis, kadar asam urat dalam tubuh merupakan hasil keseimbangan antara produksi purin, baik dari sintesis endogen maupun asupan makanan dan ekskresi, terutama melalui ginjal. Peningkatan kadar dapat terjadi akibat overproduksi atau penurunan ekskresi, yang pada akhirnya menyebabkan supersaturasi asam urat dalam serum dan memicu pembentukan

kristal monosodium urat pada jaringan. (Du et al., 2024; Jing et al., 2020; Yang et al., 2024)

Perbedaan distribusi antara laki-laki dan perempuan menunjukkan kecenderungan kadar yang lebih tinggi pada laki-laki, baik dalam kondisi normal maupun pada kelompok dengan kadar meningkat. Kondisi ini berkaitan erat dengan peran hormon estrogen pada perempuan yang meningkatkan *clearance* asam urat melalui peningkatan ekskresi ginjal, sehingga memberikan efek protektif terutama pada fase premenopause. Sebaliknya, laki-laki cenderung memiliki aktivitas transporter asam urat di tubulus ginjal yang mempertahankan kadar lebih tinggi dalam sirkulasi. (Halperin Kuhns & Woodward, 2020; Harvey & Alvarez de la Rosa, 2024) Kadar asam urat yang melebihi titik kelarutan (sekitar 6,8 mg/dL) dapat menyebabkan presipitasi kristal monosodium urat, terutama pada jaringan dengan suhu lebih rendah seperti sendi perifer. Kristal ini akan dikenali oleh sistem imun melalui aktivasi inflammasom, khususnya jalur NLRP3, yang kemudian memicu pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-1 β . (Ahn et al., 2021; Alberts et al., 2019; Steiger & Harper, 2014)

Pelaksanaan skrining dalam kerangka pengabdian masyarakat memberikan peluang untuk mengidentifikasi individu berisiko sebelum timbul manifestasi klinis. Deteksi dini memungkinkan dilakukannya intervensi non-farmakologis yang menargetkan faktor modifikabel, seperti pengaturan diet rendah purin, peningkatan aktivitas fisik, serta optimalisasi fungsi metabolik secara umum. Selain itu, kelompok dengan kadar normal tetap memerlukan penguatan edukasi untuk mempertahankan kondisi tersebut dan mencegah pergeseran menuju hiperurisemia. Pendekatan ini menempatkan skrining tidak hanya sebagai alat identifikasi kasus, tetapi juga sebagai strategi preventif berkelanjutan yang berpotensi menekan insiden gout dan komplikasi terkait di tingkat komunitas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan skrining hiperurisemia pada populasi komunitas menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan masih berada dalam kisaran kadar asam urat normal, namun tetap ditemukan sejumlah kecil individu dengan kadar yang telah melampaui ambang fisiologis dan berpotensi berkembang menjadi kondisi klinis seperti Gout. Variasi kadar berdasarkan jenis kelamin, dengan kecenderungan lebih tinggi pada laki-laki, memperkuat peran faktor hormonal dan metabolik dalam regulasi asam urat. Kondisi hiperurisemia yang teridentifikasi, meskipun belum menimbulkan gejala, mencerminkan

fase awal gangguan metabolisme purin yang dapat berlanjut melalui proses deposisi kristal dan aktivasi inflamasi apabila tidak dikendalikan.

Skrining berbasis masyarakat perlu dilakukan secara berkelanjutan sebagai bagian dari upaya deteksi dini, disertai penguatan edukasi mengenai pola makan rendah purin, peningkatan aktivitas fisik, serta pengendalian faktor risiko metabolik lainnya. Integrasi kegiatan promotif dan preventif ini diharapkan mampu menekan progresivitas menuju manifestasi klinis dan mengurangi beban penyakit tidak menular di tingkat komunitas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, H., Lee, G., & Lee, G.-S. (2021). Lower Temperatures Exacerbate NLRP3 Inflammasome Activation by Promoting Monosodium Urate Crystallization, Causing Gout. *Cells*, 10(8), 1919. <https://doi.org/10.3390/cells10081919>
- Alberts, B. M., Barber, J. S., Sacre, S. M., Davies, K. A., Ghezzi, P., & Mullen, L. M. (2019). Precipitation of Soluble Uric Acid Is Necessary for In Vitro Activation of the NLRP3 Inflammasome in Primary Human Monocytes. *The Journal of Rheumatology*, 46(9), 1141–1150. <https://doi.org/10.3899/jrheum.180855>
- Al-Worafi, Y. M. (2024). Gout and hyperuricemia management in developing countries. In *Handbook of medical and health sciences in developing countries: Education, practice, and research* (pp. 1-42). Cham: Springer International Publishing.
- Bowden, R. G., Richardson, K. A., & Richardson, L. T. (2022). Uric acid and metabolic syndrome: Findings from national health and nutrition examination survey. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1039230>
- Cross, M., Ong, K. L., Culbreth, G. T., Steinmetz, J. D., Cousin, E., Lenox, H., Kopec, J. A., Haile, L. M., Brooks, P. M., Kopansky-Giles, D. R., Dreinhoefer, K. E., Betteridge, N., Abbasian, M., Abbasifard, M., Abedi, A., Aboye, M. B., Aravkin, A. Y., Artaman, A., Banach, M., ... Woolf, A. D. (2024). Global, regional, and national burden of gout, 1990–2020, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 6(8), e507–e517. [https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(24\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(24)00117-6)
- Du, L., Zong, Y., Li, H., Wang, Q., Xie, L., Yang, B., Pang, Y., Zhang, C., Zhong, Z., & Gao, J. (2024). Hyperuricemia and its related diseases: mechanisms and advances in therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9(1), 212. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01916-y>
- Ernawati, E., Adjie, E. K. K., Firmansyah, Y., Yogie, G. S., Setyanegara, W. G., & Kurniawan, J. (2023). Pengaruh Kadar Profil Lipid, Asam Urat, Indeks Massa Tubuh,

- Tekanan Darah, dan Kadar Gula Darah Terhadap Penurunan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Usia Produktif. *Malahayati Nursing Journal*, 5(8), 2679–2692. <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i8.10414>
- Gopalakrishnan, L., El Ayadi, A., & Diamond-Smith, N. (2024). The role of community-level men's and women's inequitable gender norms on women's empowerment in India: A multilevel analysis using India's National Family Health Survey–5. *PLOS ONE*, 19(12), e0312465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312465>
- Halperin Kuhns, V. L., & Woodward, O. M. (2020). Sex Differences in Urate Handling. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 4269. <https://doi.org/10.3390/ijms21124269>
- Harvey, B. J., & Alvarez de la Rosa, D. (2024). Sex Differences in Kidney Health and Disease. *Nephron*, 1–27. <https://doi.org/10.1159/000541352>
- Jing, P., Shi, M., Ma, L., & Fu, P. (2020). Mechanistic Insights of Soluble Uric Acid-related Kidney Disease. *Current Medicinal Chemistry*, 27(30), 5056–5066. <https://doi.org/10.2174/0929867326666181211094421>
- Liang, H., Zhang, J., Yu, H., Ding, L., Liu, F., & Wang, J. (2023). Incidence density of hyperuricemia and association between metabolism-related predisposing risk factors and serum urate in Chinese adults: a cohort study. *Frontiers in Endocrinology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1253470>
- Maloberti, A., Dell'Oro, R., Bombelli, M., Quarti-Trevano, F., Facchetti, R., Mancia, G., & Grassi, G. (2024). Long-term increase in serum uric acid and its predictors over a 25 year follow-up: Results of the PAMELA study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 34(1), 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.10.009>
- Pradhan, M. R., Unisa, S., Rawat, R., Surabhi, S., Saraswat, A., R. S., R., & Sethi, V. (2023). Women empowerment through involvement in community-based health and nutrition interventions: Evidence from a qualitative study in India. *PLOS ONE*, 18(4), e0284521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284521>
- Saputri, D. N., Rosmaharani, S., Noviana, I., & Jombang, P. (2025). Family support and low-purine diet compliance in patients with gout arthritis. *Journal Pedia*, 01(01), 1–6.
- Shi, K., Guo, Y., & You, T. (2025). Global burden of gout in age groups 10 to 54 years from 1990 to 2021: Trend of the global burden of disease study. *Medicine*, 104(48), e46231. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000046231>
- Steiger, S., & Harper, J. L. (2014). Mechanisms of Spontaneous Resolution of Acute Gouty Inflammation. *Current Rheumatology Reports*, 16(1), 392.

<https://doi.org/10.1007/s11926-013-0392-5>

- Timsans, J., Palomäki, A., & Kauppi, M. (2024). Gout and Hyperuricemia: A Narrative Review of Their Comorbidities and Clinical Implications. *Journal of Clinical Medicine*, 13(24), 7616. <https://doi.org/10.3390/jcm13247616>
- Tomasoa, V., Manuhutu, F., & Prasetyo, J. T. (2025). Support Groups Based on the Health Promotion Model Approach to Improving the Health of the Elderly with Gout. *Window of Health: Jurnal Kesehatan*, 502-510.
- Yanai, H., Adachi, H., Hakoshima, M., & Katsuyama, H. (2021). Molecular Biological and Clinical Understanding of the Pathophysiology and Treatments of Hyperuricemia and Its Association with Metabolic Syndrome, Cardiovascular Diseases and Chronic Kidney Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9221. <https://doi.org/10.3390/ijms22179221>
- Yang, S., Liu, H., Fang, X.-M., Yan, F., & Zhang, Y. (2024). Signaling pathways in uric acid homeostasis and gout: From pathogenesis to therapeutic interventions. *International Immunopharmacology*, 132, 111932. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2024.111932>