



Deteksi Radiologis Dini Osteoarthritis Genu sebagai Upaya Preventif dalam Menurunkan Risiko Disabilitas

Early Radiological Detection of Knee Osteoarthritis as a Preventive Strategy to Reduce Disability Risk

Tjie Haming Setiadi^{1*}, Alexander Halim Santoso², Alya Dwiana³, Jeffrey⁴, David Limanan⁵

¹ Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Indonesia

² Bagian Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Indonesia

³ Bagian Faal, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Indonesia

⁴ Bagian Bedah, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Indonesia

⁵ Bagian Biokimia dan Biomolekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, DKI Jakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: tjies@fk.untar.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 18 November 2025;

Revisi: 26 Desember 2025;

Diterima: 04 Januari 2026;

Tersedia: 10 Januari 2026

Keywords: Health Education; Knee Osteoarthritis; Older Adults; Preventive Intervention; Radiological Examination

Abstract: Knee osteoarthritis (OA) is one of the leading causes of disability among the elderly population. This degenerative joint disease is characterized by progressive damage to the articular cartilage and structural alterations of the knee joint, resulting in pain, reduced mobility, and diminished quality of life. This Community Service Program (PKM) aimed to promote early detection of knee OA through simple radiological screening as a preventive strategy to reduce the risk of musculoskeletal disability. The activity was conducted at Asisi Church, South Jakarta, involving 87 participants aged 54–87 years (mean 70.77 ± 7.32 years). Radiological examination was performed using standard anteroposterior knee X-rays, and results were classified according to the Kellgren–Lawrence grading system. Findings revealed that 98.9% of participants exhibited radiological signs of OA, predominantly grade II (60.9%), followed by grade III (21.8%), grade I (11.5%), and grade IV (4.6%), while only 1.1% showed normal results. Female participants (74.7%) predominated across all OA grades, indicating hormonal and biomechanical influences on disease progression. The mean age increased with OA severity, supporting the degenerative theory that aging leads to decreased chondrocyte function and cartilage elasticity. In addition to screening, participants received education on weight management, muscle strengthening exercises, and injury prevention. The results demonstrate that simple radiological screening is an effective, practical, and cost-efficient community-based approach for early detection of knee OA. Integrating such preventive strategies within primary care systems could significantly reduce the burden of disability among the elderly population.

Abstrak

Osteoarthritis (OA) genu merupakan salah satu penyebab utama disabilitas pada populasi lanjut usia. Penyakit ini ditandai oleh kerusakan progresif tulang rawan artikular dan perubahan struktural sendi yang menurunkan mobilitas serta kualitas hidup. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk mendeteksi dini OA genu melalui pemeriksaan radiologis sederhana sebagai strategi promotif–preventif dalam menekan risiko disabilitas muskuloskeletal. Kegiatan dilaksanakan di Gereja Asisi, Jakarta Selatan, dengan melibatkan 87 partisipan berusia 54–87 tahun (rerata $70,77 \pm 7,32$ tahun). Pemeriksaan radiologis menggunakan foto polos lutut proyeksi anteroposterior, kemudian hasil dianalisis berdasarkan derajat Kellgren–Lawrence. Hasil menunjukkan bahwa 98,9% partisipan memiliki tanda radiologis OA, dengan distribusi terbanyak pada derajat II (60,9%), diikuti derajat III (21,8%), derajat I (11,5%), dan derajat IV (4,6%). Hanya 1,1% peserta menunjukkan hasil normal. Analisis berdasarkan jenis kelamin memperlihatkan dominasi perempuan (74,7%) pada seluruh derajat keparahan OA, yang mengindikasikan pengaruh hormonal dan biomekanik terhadap progresivitas penyakit. Rerata usia meningkat seiring bertambahnya derajat OA, mendukung teori degeneratif bahwa penuaan

mempercepat penurunan fungsi kondrosit dan elastisitas sendi. Kegiatan ini juga memberikan edukasi mengenai pengendalian berat badan, latihan penguatan otot lutut, dan pencegahan cedera untuk mencegah progresivitas OA. Hasil PKM menegaskan bahwa pemeriksaan radiologis sederhana efektif sebagai metode skrining komunitas yang praktis, ekonomis, dan relevan dalam mendeteksi dini OA genu serta mendorong intervensi preventif berbasis masyarakat untuk menurunkan risiko disabilitas pada populasi lansia.

Kata Kunci: Edukasi Kesehatan; Intervensi Preventif; Lansia; Osteoarthritis Genu; Pemeriksaan Radiologis.

1. PENDAHULUAN

Osteoarthritis (OA) merupakan salah satu penyakit muskuloskeletal degeneratif yang paling sering dijumpai dan menjadi penyebab utama disabilitas pada populasi dewasa dan lanjut usia. OA didefinisikan sebagai kelainan sendi kronis yang ditandai oleh kerusakan progresif pada tulang rawan artikular, perubahan pada tulang subkondral, pembentukan osteofit, serta keterlibatan jaringan periartikular yang berujung pada nyeri, kekakuan, dan keterbatasan fungsi gerak. (Singh & Sinha, 2023; Thrapsanioti et al., 2024) Secara global, beban penyakit OA terus meningkat seiring dengan pertambahan usia harapan hidup, transisi demografi, serta perubahan gaya hidup masyarakat. Pada tahun 2021, diperkirakan terdapat sekitar 606,5 juta kasus prevalen OA (95% UI 537,9–674,4 juta) di seluruh dunia, dengan angka prevalensi yang mengalami peningkatan bermakna sejak tiga dekade terakhir. Data Global Burden of Disease (GBD) menunjukkan bahwa angka prevalensi usia-standar meningkat dari 6.393,1 per 100.000 penduduk pada tahun 1990 menjadi 6.967,3 per 100.000 pada tahun 2021 (95% UI 6.180,7–7.686,1). Beban OA juga bervariasi antarwilayah. Di kawasan Asia Tenggara, angka prevalensi usia-standar mencapai 5.675,8 per 100.000 (95% UI 5.001,8–6.320,9), menempatkan wilayah ini sebagai salah satu kontributor besar terhadap angka global. Indonesia, sebagai negara dengan populasi terbesar di kawasan, menghadapi tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan terkait OA. Dari total estimasi penduduk Indonesia sebesar 259,4 juta jiwa pada tahun 2019, sekitar 5,5 juta perempuan dan 4,1 juta laki-laki diperkirakan menderita OA. Jika dibandingkan dengan tahun 1990, jumlah kasus OA di Indonesia meningkat tajam, yakni sebesar 153,12% pada laki-laki dan 143,36% pada perempuan. (Butarbutar et al., 2024; Wang et al., 2024)

Tingginya prevalensi osteoarthritis (OA) merupakan konsekuensi dari interaksi kompleks berbagai faktor risiko yang bersifat biologis, mekanis, dan metabolik. Proses penuaan menyebabkan penurunan kemampuan regeneratif kondrosit, penipisan tulang rawan artikular, serta perubahan biomekanik sendi yang secara kumulatif meningkatkan kerentanan terhadap degenerasi. Faktor jenis kelamin, khususnya pada perempuan pascamenopause, memperberat risiko akibat penurunan hormon estrogen yang berperan dalam menjaga homeostasis jaringan sendi. Obesitas memberikan kontribusi ganda, tidak hanya melalui

peningkatan beban mekanik pada sendi penopang tubuh, tetapi juga melalui efek sistemik berupa sekresi adipokin proinflamasi yang mempercepat degradasi tulang rawan. Riwayat trauma sendi dan aktivitas berulang yang menimbulkan beban berlebih pada sendi menimbulkan ketidakstabilan struktural yang memicu proses degeneratif. Selain itu, predisposisi genetik dan komorbiditas metabolik seperti diabetes melitus, hipertensi, serta dislipidemia memperkuat proses inflamasi kronis dan gangguan mikrosirkulasi yang mempercepat kerusakan artikular. (Li et al., 2024; Mocanu et al., 2024; Pritzker & Gahunia, 2020; Wakale et al., 2023; Wei et al., 2023; Yogie & Santoso, 2025)

Oleh karena itu, tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk meningkatkan deteksi dini osteoarthritis genu melalui pemeriksaan radiologis sebagai salah satu strategi promotif-preventif dalam menurunkan risiko disabilitas pada populasi berisiko. Pemeriksaan radiologis sederhana, seperti foto polos lutut, memiliki peran penting dalam mengidentifikasi perubahan awal pada sendi, termasuk penyempitan celah sendi, pembentukan osteofit, dan sklerosis tulang subkondral, bahkan sebelum gejala klinis yang berat muncul. Dengan deteksi dini, intervensi dapat dilakukan lebih cepat dan tepat, sehingga progresivitas penyakit dapat ditekan dan kualitas hidup penderita tetap terjaga. Selain itu, kegiatan ini juga diarahkan untuk memperkuat pemahaman masyarakat mengenai faktor risiko utama osteoarthritis, seperti usia lanjut, obesitas, riwayat trauma sendi, aktivitas fisik berlebihan, dan penyakit metabolik, serta menekankan pentingnya pemeriksaan kesehatan berkala sebagai upaya menjaga fungsi muskuloskeletal. Melalui pendekatan edukasi berbasis bukti dan pemanfaatan modalitas radiologi yang mudah diakses, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya deteksi dini osteoarthritis genu, mendukung proses rujukan medis yang lebih tepat waktu, serta pada akhirnya berkontribusi dalam menurunkan beban disabilitas muskuloskeletal di tingkat komunitas.

2. METODE

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Gereja Asisi, Kecamatan Tebet, Jakarta Selatan, dengan melibatkan masyarakat dewasa sebagai peserta utama. Tujuan kegiatan adalah melakukan deteksi dini osteoarthritis genu melalui pemeriksaan radiologis, sekaligus memberikan edukasi promotif-preventif untuk menekan risiko kecacatan akibat kerusakan sendi. Pendekatan ini menekankan pentingnya kesadaran masyarakat mengenai faktor risiko osteoarthritis, urgensi pencegahan, serta langkah-langkah menjaga kesehatan sendi lutut. Alur kegiatan dimulai dengan registrasi peserta dan pemberian informed consent. Selanjutnya dilakukan penyuluhan terkait osteoarthritis genu, yang mencakup mekanisme degeneratif sendi,

faktor risiko yang mempengaruhi, gejala klinis khas seperti nyeri lutut dan keterbatasan gerak, serta dampaknya terhadap aktivitas harian. Pemeriksaan radiologis dilakukan menggunakan foto polos lutut dengan teknik standar, posisi tegak, sesuai protokol radiologi. Pemeriksaan dilaksanakan oleh tenaga kesehatan terlatih, kemudian hasil foto dianalisis oleh dokter. Interpretasi awal diberikan secara langsung kepada peserta untuk meningkatkan pemahaman terhadap kondisi sendi. Peserta juga mendapatkan edukasi mengenai pencegahan, seperti menjaga berat badan ideal, latihan otot sekitar lutut, pencegahan cedera, serta pemeriksaan kesehatan secara rutin untuk mencegah progresivitas penyakit. (Gambar 1)



Gambar 1. Skrining Osteoarthritis pada Masyarakat.

Pelaksanaan program skrining osteoarthritis genu diorganisasi dengan menggunakan siklus *Plan-Do-Check-Action* (PDCA). Pendekatan ini dipilih karena mampu memastikan intervensi berjalan secara sistematis, terukur, dan berkesinambungan, sehingga tidak hanya menghasilkan data radiologis, tetapi juga berdampak promotif-preventif dalam pencegahan disabilitas terkait penyakit sendi.

Tahap Perencanaan (*Plan*)

Analisis kebutuhan kesehatan masyarakat dilakukan dengan mempertimbangkan tingginya prevalensi keluhan muskuloskeletal pada kelompok dewasa dan lanjut usia, yang salah satu bentuk utamanya adalah osteoarthritis genu. Tujuan utama kegiatan ini adalah memperoleh gambaran radiologis dini terkait perubahan degeneratif sendi lutut, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat akan faktor risiko, gejala awal, serta urgensi pencegahan.

Perencanaan mencakup penetapan lokasi, penyusunan jadwal kegiatan, penyediaan sarana pemeriksaan radiologi sederhana (foto polos lutut posisi standar), serta koordinasi lintas sektor dengan tenaga medis, akademisi, mahasiswa, dan petugas teknis radiologi.

Tahap Pelaksanaan (*Do*)

Tahap awal kegiatan dimulai dengan registrasi peserta dan pemberian informed consent. Peserta selanjutnya diwawancarai singkat mengenai data demografi, riwayat keluhan muskuloskeletal, riwayat trauma atau aktivitas berat, status gizi, serta kebiasaan aktivitas fisik. Pemeriksaan radiologis berupa foto polos lutut dilakukan dengan teknik standar proyeksi anteroposterior (AP) sesuai protokol. Setelah pemeriksaan, peserta mengikuti sesi edukasi mengenai osteoarthritis genu, termasuk faktor risiko (usia lanjut, obesitas, cedera lutut berulang, beban kerja fisik tinggi), dampak jangka panjang berupa penurunan fungsi mobilitas, serta strategi pencegahan melalui pengendalian berat badan, latihan otot periartikular, dan penerapan pola hidup sehat.

Tahap Evaluasi (*Check*)

Hasil foto lutut dianalisis untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal osteoarthritis (OA), seperti penyempitan celah sendi, pembentukan osteofit, sklerosis subkondral, serta kelainan bentuk artikulasi. Evaluasi dilakukan berdasarkan sistem Kellgren–Lawrence (KL) untuk menentukan derajat keparahan OA, dengan cutoff sebagai berikut: Grade 0 menunjukkan gambaran radiologis normal tanpa kelainan struktural; Grade 1 menunjukkan adanya osteofit kecil atau kecurigaan penyempitan celah sendi; Grade 2 menandakan osteofit yang jelas disertai penyempitan celah sendi minimal; Grade 3 menunjukkan penyempitan celah sendi yang nyata dengan sklerosis subkondral dan kemungkinan deformitas tulang ringan; sedangkan Grade 4 mencerminkan penyempitan celah sendi yang berat, sklerosis luas, deformitas tulang yang jelas, serta pembentukan osteofit besar.

Tahap Tindak Lanjut (*Act*)

Peserta dengan hasil radiologis yang mengarah pada osteoarthritis diberikan konseling individual mengenai langkah-langkah pencegahan progresivitas penyakit. Edukasi meliputi anjuran pengendalian berat badan, latihan penguatan otot sekitar lutut, penggunaan alas kaki yang tepat, pencegahan aktivitas yang membebani sendi, serta kepatuhan melakukan pemeriksaan kesehatan berkala. Peserta yang menunjukkan kelainan signifikan diarahkan untuk pemeriksaan lanjutan ke fasilitas kesehatan, termasuk konsultasi ortopedi atau rehabilitasi medik.

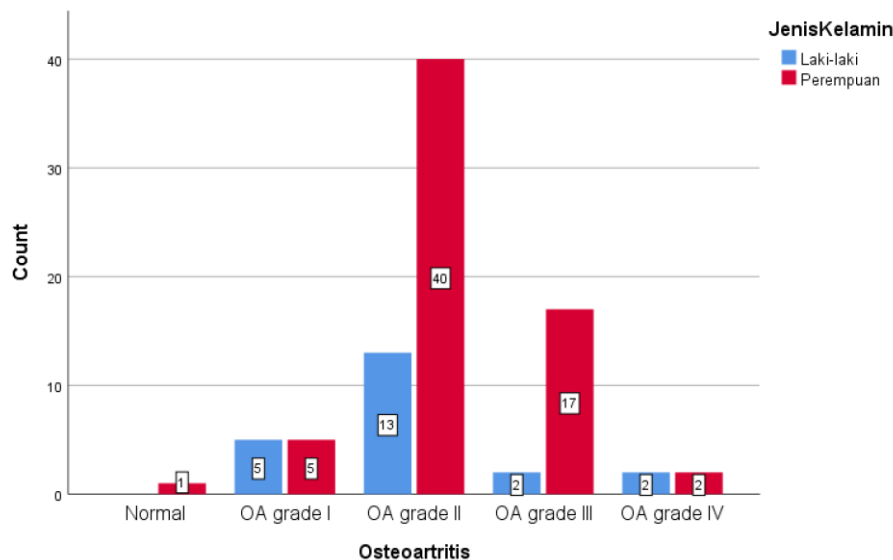
3. HASIL

Berdasarkan Tabel 1, total partisipan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini berjumlah 87 orang. Rata-rata usia partisipan adalah 70,77 tahun dengan simpangan baku 7,32 tahun, serta rentang usia antara 54 hingga 87 tahun, dengan median 72 tahun. Berdasarkan distribusi jenis kelamin, mayoritas partisipan adalah perempuan sebanyak 65 orang (74,7%), sedangkan laki-laki berjumlah 22 orang (25,3%). Hasil pemeriksaan radiologis menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan mengalami osteoarthritis (OA) derajat II, yaitu sebanyak 53 orang (60,9%). Selain itu, terdapat 10 orang (11,5%) dengan OA derajat I, 19 orang (21,8%) dengan OA derajat III, dan 4 orang (4,6%) dengan OA derajat IV. Hanya satu partisipan (1,1%) yang memiliki hasil radiologis normal. Secara keseluruhan, temuan ini menggambarkan bahwa mayoritas peserta PKM merupakan kelompok lansia dengan derajat keparahan OA ringan hingga sedang.

Tabel 1. Karakteristik Partisipan.

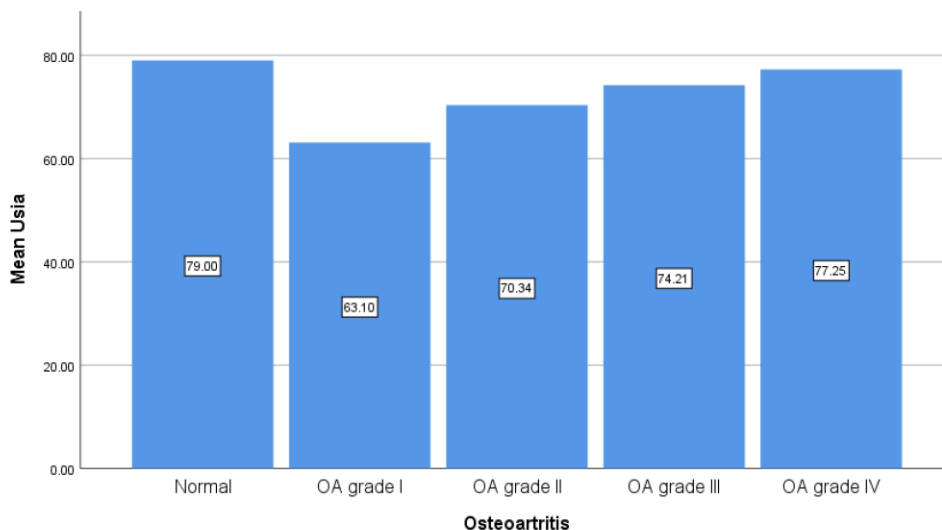
Parameter	N (%)	Rerata (SD)	Med (Min – Max)
Usia (tahun)	87 (100%)	70,77 (7,32)	72 (54 – 87)
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	22 (25,3%)		
• Perempuan	65 (74,7%)		
Hasil Pemeriksaan Radiologis			
• Normal	1 (1,1%)		
• OA grade I	10 (11,5%)		
• OA grade II	53 (60,9%)		
• OA grade III	19 (21,8)		
• OA grade IV	4 (4,6%)		

Berdasarkan grafik distribusi hasil pemeriksaan radiologis terhadap derajat osteoarthritis (OA) menurut jenis kelamin, terlihat bahwa partisipan perempuan mendominasi pada seluruh kategori OA. Pada kelompok normal hanya terdapat 1 partisipan perempuan tanpa temuan radiologis OA. Pada OA derajat I, jumlah partisipan laki-laki dan perempuan seimbang, masing-masing sebanyak 5 orang. Proporsi meningkat tajam pada OA derajat II, dengan 13 laki-laki dan 40 perempuan, menjadikannya kelompok terbanyak secara keseluruhan. Pada OA derajat III, terdapat 2 laki-laki dan 17 perempuan, sedangkan pada OA derajat IV masing-masing 2 laki-laki dan 2 perempuan.



Gambar 1. Gambaran Osteoarthritis (OA) berdasarkan Jenis Kelamin.

Berdasarkan grafik rerata usia menurut derajat osteoarthritis (OA), terlihat adanya kecenderungan peningkatan usia seiring dengan meningkatnya derajat keparahan OA. Partisipan dengan hasil radiologis normal memiliki rerata usia tertinggi, yaitu 79 tahun. Rerata usia kemudian menurun pada kelompok OA derajat I sebesar 63,10 tahun, dan meningkat kembali pada kelompok OA derajat II menjadi 70,34 tahun. Selanjutnya, rerata usia terus meningkat pada OA derajat III sebesar 74,21 tahun dan mencapai 77,25 tahun pada OA derajat IV. Pola ini menunjukkan bahwa tingkat keparahan OA cenderung lebih tinggi pada kelompok usia lanjut. Secara keseluruhan, temuan ini menggambarkan bahwa usia berperan penting dalam progresivitas osteoarthritis, di mana individu yang lebih tua lebih sering mengalami derajat keparahan OA yang lebih tinggi.



Gambar 2. Gambaran Rerata Usia berdasarkan Hasil Osteoarthritis (OA).

4. DISKUSI

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan merupakan kelompok usia lanjut dengan rerata usia $70,77 \pm 7,32$ tahun dan rentang 54–87 tahun. Hasil pemeriksaan radiologis memperlihatkan bahwa mayoritas partisipan mengalami osteoarthritis (OA) derajat II (60,9%), diikuti OA derajat III (21,8%), OA derajat I (11,5%), dan OA derajat IV (4,6%), sementara hanya 1,1% partisipan menunjukkan hasil radiologis normal. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar lansia di komunitas telah berada pada fase OA ringan hingga sedang, suatu kondisi yang umumnya ditandai oleh nyeri sendi kronik, keterbatasan aktivitas, dan penurunan kualitas hidup akibat proses degeneratif sendi yang progresif.

Berdasarkan distribusi jenis kelamin, perempuan mendominasi hampir seluruh derajat keparahan OA, dengan puncak pada OA derajat II sebanyak 40 orang. Kondisi ini memperkuat teori hormonal yang menyatakan bahwa penurunan kadar estrogen pascamenopause berperan penting dalam mempercepat degenerasi tulang rawan artikular. Estrogen diketahui memiliki efek protektif terhadap metabolisme kondrosit dan sintesis matriks ekstraseluler, sehingga penurunannya meningkatkan aktivitas enzim destruktif seperti metalloproteinase yang merusak kolagen dan proteoglikan sendi. Selain faktor hormonal, anatomi sendi perempuan yang relatif lebih sempit, kekuatan otot quadriceps yang lebih rendah, serta gaya hidup yang lebih sedentari turut memperburuk proses degeneratif dan menurunkan stabilitas sendi lutut. (Jung et al., 2019; Peshkova et al., 2022; Segal et al., 2024; Taskina et al., 2022)

Analisis rerata usia per derajat OA juga memperlihatkan kecenderungan peningkatan keparahan seiring bertambahnya usia. Partisipan dengan OA derajat I memiliki rerata usia terendah (63,10 tahun), sedangkan OA derajat III dan IV ditemukan pada usia yang lebih lanjut (74,21 dan 77,25 tahun). Hal ini sejalan dengan teori degeneratif yang menyebutkan bahwa penuaan menyebabkan penurunan kemampuan kondrosit dalam mempertahankan dan memperbaiki matriks kartilago. Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan stres oksidatif, penurunan aktivitas sintetik kondrosit, serta akumulasi mikrotrauma pada jaringan sendi yang memicu hilangnya elastisitas dan kemampuan redaman beban. (Lox, 2022; Martin & Buckwalter, 2002; Shane Anderson & Loeser, 2010; Toh et al., 2016; Zhang et al., 2021)

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil menunjukkan bahwa pemeriksaan radiologis sederhana pada sendi genu mampu mengidentifikasi berbagai derajat osteoarthritis (OA) pada populasi lansia, dengan 98,9% peserta menunjukkan temuan radiologis OA dan mayoritas berada pada derajat II. Temuan ini memiliki signifikansi penting bagi sistem kesehatan komunitas, karena deteksi dini perubahan struktural sendi memungkinkan intervensi

preventif sebelum timbulnya disabilitas yang lebih berat. Dampak langsung kegiatan meliputi identifikasi kasus baru dan pemberian edukasi mengenai manajemen OA nonfarmakologis, sedangkan dampak tidak langsung mencakup peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya mobilitas sendi, aktivitas fisik terukur, serta penguatan peran kader dan fasilitas layanan primer dalam deteksi dini gangguan muskuloskeletal. Selain itu, evaluasi efektivitas biaya dari integrasi skrining OA dalam program promotif-preventif komunitas perlu dilakukan untuk memastikan keberlanjutan program. Pendekatan ini berpotensi menjadi bagian dari strategi nasional dalam pencegahan disabilitas akibat osteoarthritis, terutama pada populasi lansia, sekaligus memperkuat kapasitas layanan primer dalam deteksi dan manajemen dini penyakit degeneratif sendi.

5. KESIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan ini menunjukkan bahwa pemeriksaan radiologis sederhana pada sendi genu merupakan metode skrining yang praktis, relevan, dan bernilai tinggi dalam mendeteksi dini osteoarthritis (OA) pada masyarakat lansia. Pemeriksaan ini memungkinkan identifikasi perubahan struktural sendi sebelum timbul gejala klinis berat, sehingga intervensi preventif dapat dilakukan lebih awal untuk menurunkan risiko disabilitas. Integrasi antara pemeriksaan radiologis dengan edukasi berbasis bukti mengenai pentingnya aktivitas fisik terukur, pengendalian berat badan, serta pemeliharaan kekuatan otot dan fleksibilitas sendi terbukti meningkatkan kesadaran peserta terhadap faktor risiko degeneratif dan strategi pencegahan jangka panjang. Temuan ini menegaskan bahwa pemeriksaan radiologis tidak hanya berperan dalam mendeteksi individu dengan risiko tinggi OA, tetapi juga berkontribusi signifikan dalam upaya pencegahan progresivitas penyakit, penurunan nyeri kronik, serta pemeliharaan kemandirian fungsional pada usia lanjut. Dengan demikian, penerapan pemeriksaan radiologis sendi genu sebagai bagian dari strategi promotif-preventif di tingkat komunitas dapat menjadi intervensi dasar yang penting dalam memperkuat kesehatan muskuloskeletal masyarakat, menurunkan beban disabilitas akibat OA, dan mendukung peningkatan kualitas hidup lansia secara berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Butarbutar, J. C., Basuki, P., Sungono, V., Riantho, A., & Fidiasrianto, K. (2024). Burden of osteoarthritis in Indonesia: A Global Burden of Disease (GBD) study 2019. *Narra J*, 4(2), e884. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i2.884>
- Jung, J. H., Bang, C. H., Song, G. G., Kim, C., Kim, J.-H., & Choi, S. J. (2019). Knee osteoarthritis and menopausal hormone therapy in postmenopausal women: A nationwide cross-sectional study. *Menopause*, 26(6), 598–602. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001280>
- Li, B., Yang, Z., Li, Y., Zhang, J., Li, C., & Lv, N. (2024). Exploration beyond osteoarthritis: The association and mechanism of its related comorbidities. *Frontiers in Endocrinology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1352671>
- Lox, D. (2022). Knee OA as a systemic model of aging. *Innovation in Aging*, 6(Supplement_1), 663–664. <https://doi.org/10.1093/geroni/igac059.2447>
- Martin, J. A., & Buckwalter, J. A. (2002). Aging, articular cartilage chondrocyte senescence and osteoarthritis. *Biogerontology*, 3(5), 257–264. <https://doi.org/10.1023/A:1020185404126>
- Mocanu, V., Timofte, D. V., Zără-Dănceanu, C.-M., & Labusca, L. (2024). Obesity, metabolic syndrome, and osteoarthritis require integrative understanding and management. *Biomedicines*, 12(6), 1262. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12061262>
- Peshkova, M., Lychagin, A., Lipina, M., Di Matteo, B., Anzillotti, G., Ronzoni, F., Kosheleva, N., Shpichka, A., Royuk, V., Fomin, V., Kalinsky, E., Timashev, P., & Kon, E. (2022). Gender-related aspects in osteoarthritis development and progression: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5), 2767. <https://doi.org/10.3390/ijms23052767>
- Pritzker, K. P. H., & Gahunia, H. K. (2020). Articular cartilage: Homeostasis, aging and degeneration. In *Articular Cartilage of the Knee* (pp. 99–122). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7587-7_3
- Segal, N. A., Nilges, J. M., & Oo, W. M. (2024). Sex differences in osteoarthritis prevalence, pain perception, physical function and therapeutics. *Osteoarthritis and Cartilage*, 32(9), 1045–1053. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2024.04.002>
- Shane Anderson, A., & Loeser, R. F. (2010). Why is osteoarthritis an age-related disease? *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(1), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.08.006>
- Singh, A., & Sinha, B. K. (2023). Osteoarthritis with its physiotherapeutic management. *Acta Scientific Microbiology*, 15–21. <https://doi.org/10.31080/ASMI.2023.06.1302>
- Taskina, E., Alekseeva, L., Kashevarova, N., Telyshev, K., Kudinsky, D., Demin, N., Alekseeva, O., Cherkasova, M., Samarkina, E., Strebkova, E., Sharapova, E., Bibulatova, F., Tenkova, O., Aboleshina, A., Kharlamova, E., Raskina, T., Averkieva, J., Usova, E., Vinogradova, I., ... Lila, A. (2022). AB0995 Metabolic phenotype of knee osteoarthritis: Characteristic biochemical and imaging features. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 81, 1622–1623. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-eular.4242>
- Thrapsanioti, L.-N., Berdiaki, A., Kakridonis, F., Tsatsakis, A., & Nikitovic, D. (2024). Osteoarthritis. In *Telomeres* (pp. 391–408). Jenny Stanford Publishing.

<https://doi.org/10.1201/9781003568094-17>

- Toh, W. S., Brittberg, M., Farr, J., Foldager, C. B., Gomoll, A. H., Hui, J. H. P., Richardson, J. B., Roberts, S., & Spector, M. (2016). Cellular senescence in aging and osteoarthritis. *Acta Orthopaedica*, 87(sup363), 6–14. <https://doi.org/10.1080/17453674.2016.1235087>
- Wakale, S., Wu, X., Sonar, Y., Sun, A., Fan, X., Crawford, R., & Prasad, I. (2023). How are aging and osteoarthritis related? *Aging and Disease*, 14(3), 592. <https://doi.org/10.14336/AD.2022.0831>
- Wang, Z., Xiao, Z., Sun, C., Xu, G., & He, J. (2024). Global, regional and national burden of osteoarthritis in 1990–2021: A systematic analysis of the global burden of disease study 2021. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 1021. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08122-5>
- Wei, G., Lu, K., Umar, M., Zhu, Z., Lu, W. W., Speakman, J. R., Chen, Y., Tong, L., & Chen, D. (2023). Risk of metabolic abnormalities in osteoarthritis: A new perspective to understand its pathological mechanisms. *Bone Research*, 11(1), 63. <https://doi.org/10.1038/s41413-023-00301-9>
- Yogie, G. S., & Santoso, A. H. (2025). Pengaruh indeks massa tubuh dengan derajat osteoarthritis genu berdasarkan derajat Kellgren Lawrence di Rumah Sakit Sumber Waras tahun 2024. *Ebers Papyrus*, 31(1), 20–31.
- Zhang, X.-X., He, S.-H., Liang, X., Li, W., Li, T.-F., & Li, D.-F. (2021). Aging, cell senescence, the pathogenesis and targeted therapies of osteoarthritis. *Frontiers in Pharmacology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.728100>