

Pemeriksaan Kepadatan Mineral Tulang dan Penyuluhan Osteoporosis di Posbindu Delima, Sawangan, Depok

Nurfitri Bustamam^{1,2*}, Cut Fauziah¹, Daniel Natanael¹

¹Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia

²Medical Education and Research Center, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia

*e-mail korespondensi: nurfitri.bustamam@upnvj.ac.id

Abstract

Osteoporosis is a silent disease that often remains undiagnosed until fractures occur. Beyond fractures, osteoporosis can lead to chronic pain, disability, and even increased mortality. In Indonesia, osteoporosis prevalence is estimated at 10.3%, and the growing elderly population in Depok emphasizes the need for community-based osteoporosis screening and education. This community service program aimed to assess bone mineral density status, improve knowledge about osteoporosis, and promote healthy lifestyle practices for bone health. The program was conducted at Posbindu Delima RW 11, Bedahan, Sawangan, Depok, and included assessment of osteoporosis risk factors, body mass index measurements, bone mineral density measurements using calcaneal quantitative ultrasound, and health education. A total of 88 residents participated, predominantly females (88.6%), aged 45-59 years, with 39.6% classified as obese 1. Screening results showed that the majority had reduced bone mineral density, with 63.6% classified as osteopenia and 28.4% osteoporosis. Participants were provided with education and follow-up recommendations based on their screening results. The program successfully increased participants' knowledge about osteoporosis from 30% to 70% and enhanced awareness of healthy lifestyle behaviors as an effort to prevent osteoporosis and its consequences.

Keywords: bone mineral density; health education; osteoporosis; screening

Abstrak

Osteoporosis adalah penyakit yang sering kali tidak terdeteksi hingga terjadi patah tulang (fraktur). Dampak osteoporosis tidak hanya sebatas fraktur, tetapi juga menyebabkan nyeri kronis, disabilitas, dan meningkatkan risiko kematian. Di Indonesia, prevalensi osteoporosis diperkirakan mencapai 10,3%. Meningkatnya populasi lanjut usia di Kota Depok memperkuat pentingnya skrining dan penyuluhan osteoporosis di masyarakat. Program pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran kepadatan mineral tulang, meningkatkan pengetahuan tentang osteoporosis, dan mendorong penerapan gaya hidup sehat untuk menjaga kesehatan tulang. Program PKM dilakukan di Posbindu Delima RW 11 Kelurahan Bedahan, Sawangan, Depok, mencakup: identifikasi faktor risiko osteoporosis, pengukuran indeks massa tubuh, pemeriksaan kepadatan mineral tulang menggunakan *quantitative ultrasound* kalkaneus, dan penyuluhan tentang osteoporosis. Kegiatan PKM diikuti oleh 88 warga yang mayoritas (88,6%) perempuan dengan rentang usia 45-59 tahun dan 39,6% obese 1. Hasil pemeriksaan didapatkan sebagian besar warga mengalami penurunan kepadatan mineral tulang, yaitu 63,6% osteopenia dan 28,4% osteoporosis. Selanjutnya, warga diberikan edukasi dan anjuran terkait hasil pemeriksaan kepadatan mineral tulang. Kegiatan PKM ini terbukti meningkatkan pengetahuan warga tentang osteoporosis dari 30% menjadi 70%, dan kesadaran untuk menerapkan gaya hidup sehat sebagai upaya mencegah osteoporosis dan dampaknya.

Kata Kunci: kepadatan mineral tulang; penyuluhan kesehatan; osteoporosis; skrining

Accepted: 2026-04-28

Published: 2026-07-16

PENDAHULUAN

Osteoporosis adalah penyakit tulang sistemik yang ditandai dengan berkurangnya kepadatan dan kualitas mikroarsitektur tulang, sehingga tulang menjadi lebih rapuh dan mudah patah. Penyakit ini dikenal sebagai *silent disease* karena umumnya tidak menimbulkan gejala hingga terjadi patah tulang (fraktur osteoporotik). Gejala atau tanda akibat fraktur osteoporotik antara lain nyeri tulang, penurunan tinggi badan, dan kelainan bentuk tulang. Oleh karena itu, deteksi dini melalui

pemeriksaan kepadatan mineral tulang sangat diperlukan (Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis, 2023).

Dampak osteoporosis tidak hanya sebatas fraktur, tetapi juga menyebabkan nyeri kronis, disabilitas, hilangnya kemandirian, dan peningkatan risiko kematian. Fraktur osteoporotik, terutama pada tulang panggul dan tulang belakang, dapat mengancam jiwa dan menjadi penyebab utama nyeri dan kecacatan. Osteoporosis pada tulang belakang sering kali menyebabkan nyeri punggung, penurunan tinggi badan, dan perubahan postur tubuh menjadi bungkuk (kyphosis). Selain itu, nyeri kronis dan keterbatasan mobilitas yang ditimbulkan berkontribusi pada penurunan kualitas hidup, peningkatan ketergantungan pada orang lain, kesulitan menjalankan aktivitas sehari-hari, dan masalah psikososial, antara lain perasaan terisolasi dan depresi (International Osteoporosis Foundation, 2019, 2022; Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis, 2023).

Secara global, osteoporosis merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting. Diperkirakan lebih dari 200 juta orang di seluruh dunia mengalami osteoporosis dengan angka kejadian fraktur osteoporotik sebanyak 8,9 juta kasus setiap tahun. Risiko terjadinya fraktur ini diperkirakan dialami oleh satu dari tiga perempuan dan satu dari lima laki-laki berusia ≥ 50 tahun sepanjang hidupnya (International Osteoporosis Foundation, n.d.-a)

Di Indonesia, prevalensi osteoporosis diperkirakan mencapai 10,3% dan berkaitan dengan peningkatan risiko fraktur osteoporotik hingga 40% (Saleh et al., 2025). Permasalahan ini diprediksi akan semakin meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk lanjut usia, yang diperkirakan mencapai 71 juta jiwa pada tahun 2050 (Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis, 2023).

Meskipun angka kejadian serta beban kesehatan dan ekonomi yang ditimbulkan oleh osteoporosis sangat tinggi, peningkatan masalah kesehatan ini pada umumnya belum diimbangi dengan upaya pencegahan yang memadai, termasuk skrining osteoporosis melalui pemeriksaan kepadatan mineral tulang (Goode et al., 2019). Padahal skrining berperan penting dalam deteksi dini dan penentuan strategi pencegahan maupun tatalaksana yang tepat. Menyadari pentingnya hal tersebut, Kementerian Kesehatan telah mengeluarkan panduan pencegahan dan pengobatan osteoporosis di Indonesia (Kementerian Kesehatan RI, 2017; Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis, 2023). Dalam panduan tersebut, pemeriksaan kepadatan mineral tulang direkomendasikan sebagai dasar penilaian risiko dan penentuan tatalaksana.

Salah satu metode pemeriksaan kepadatan mineral tulang adalah menggunakan *Quantitative Ultrasound* (QUS). Diketahui pemeriksaan menggunakan QUS pada kalkaneus memiliki akurasi sebesar 90,24% jika dibandingkan dengan dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) sebagai *gold standard* untuk mendiagnosis osteoporosis (Li et al., 2022). Selain itu, biaya pemeriksaan menggunakan QUS relatif lebih terjangkau, mudah digunakan, dan portabel karena ukurannya yang relatif kecil (Hans & Baim, 2017), sehingga efisien digunakan untuk skrining osteoporosis berbasis komunitas.

Dalam konteks skrining, pemahaman tentang faktor risiko menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi individu yang memerlukan perhatian lebih lanjut. Faktor risiko osteoporosis dikategorikan menjadi dua, yaitu faktor yang tidak dapat dimodifikasi dan faktor yang dapat dimodifikasi. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi mencakup usia, jenis kelamin, dan faktor genetik. Risiko osteoporosis cenderung meningkat sejalan dengan bertambahnya usia. Perempuan, terutama setelah menopause, memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan laki-laki, sedangkan riwayat keluarga atau faktor genetik berkontribusi terhadap peningkatan risiko terjadinya osteoporosis. Sementara itu, faktor risiko yang dapat dimodifikasi berkaitan dengan gaya hidup dan kondisi yang dapat dicegah atau dikendalikan. Faktor tersebut antara lain kurangnya aktivitas fisik, kurus, merokok, konsumsi alkohol, asupan gizi kurang terutama kalsium dan vitamin D, kurangnya paparan

sinar matahari, dan penggunaan obat-obatan tertentu, misalnya steroid. Identifikasi faktor risiko ini penting sebagai dasar pencegahan osteoporosis melalui modifikasi gaya hidup (Kemenkes 2017).

Strategi penting untuk mencegah fraktur osteoporotik yang menjadi komplikasi utama osteoporosis adalah identifikasi faktor risiko, skrining, diagnosis, dan terapi (Goode et al., 2019). Upaya pencegahan menjadi penting karena penanganan fraktur osteoporotik, khususnya pada lansia, sering kali kompleks dan membutuhkan biaya tinggi (Supartono et al., 2021). Oleh karena itu, skrining melalui pemeriksaan kepadatan mineral tulang disertai penyuluhan adalah langkah preventif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam menerapkan gaya hidup sehat guna mencegah fraktur osteoporotik.

Pada tahun 2025, Kota Depok telah memasuki *ageing population* yang ditandai dengan proporsi penduduk lanjut usia (lansia) lebih dari 10% dari total populasi. Jumlah lansia tercatat 230,4 ribu jiwa atau 10,63% dari total penduduk 2,16 juta. Angka ini diproyeksikan terus meningkat hingga 17,3% pada tahun 2035 (BPS Kota Depok, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan Kota Depok berisiko menghadapi masalah kesehatan terkait osteoporosis yang semakin besar di masa mendatang. Seiring dengan meningkatnya populasi lansia sebagai kelompok berisiko tinggi, diperlukan upaya preventif untuk menekan masalah kesehatan terkait osteoporosis.

Pemeriksaan kepadatan mineral tulang dan penyuluhan osteoporosis belum pernah dilakukan pada warga RW 11 Kelurahan Bedahan Sawangan, Depok. Padahal skrining dan edukasi merupakan langkah penting untuk mendeteksi dini risiko osteoporosis sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap upaya pencegahannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, tim pengabdian bekerja sama dengan kader Posbindu Delima melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran kepadatan mineral tulang dan meningkatkan pengetahuan tentang osteoporosis guna mendorong penerapan gaya hidup sehat dalam menjaga kesehatan tulang.

METODE

Tim PKM terdiri dari dosen dan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta (FKUPNVJ) serta Ibu-Ibu Kader Posbindu Delima RW 11 Kelurahan Bedahan, Sawangan, Depok. Kegiatan PKM mencakup identifikasi faktor risiko osteoporosis, pengukuran tinggi dan berat badan, pemeriksaan kepadatan mineral tulang, dan penyuluhan tentang osteoporosis. Kegiatan dilaksanakan di Gedung Balai Posbindu Delima pada tanggal 29 November 2025 (Gambar 1).

Kader Posbindu Delima menginformasikan kepada warga, khususnya warga usia pralansia dan lansia, untuk mengikuti kegiatan pemeriksaan kesehatan tulang dan penyuluhan osteoporosis. Warga yang datang ke Posbindu diwawancara secara langsung oleh mahasiswa untuk mendapatkan data demografis dan faktor risiko osteoporosis yang kemudian dicatat dalam Google Form. Selanjutnya, warga diukur tinggi dan berat badannya oleh kader posbindu, kemudian data yang didapat dikonversi menjadi data indeks massa tubuh (IMT).

Kepadatan mineral tulang diukur menggunakan QUS kalkaneus Osteosys, Sonost 3000. Sebelum digunakan, alat tersebut dikalibrasi terlebih dahulu. Prosedur pemeriksaan dimulai dengan mengoleskan gel secukupnya pada sisi luar dan dalam pergelangan kaki. Selanjutnya, warga diminta untuk menempatkan dan menekan kaki pada alat agar sensor dapat mendeteksi kepadatan mineral tulang secara optimal. Proses pemeriksaan berlangsung selama satu menit, yang ditandai dengan munculnya gambar pada alat. Hasil pengukuran kepadatan mineral tulang dikategorikan berdasarkan *T-score*, yaitu normal (*T-score* $\geq$ -1), osteopenia (*T-score*: -1 – -2,5), dan osteoporosis (*T-score* $\leq$ -2,5) (Steiner et al., 2019). Selanjutnya, hasil pemeriksaan dicetak dan diberikan kepada warga sehingga mereka mengetahui kepadatan mineral tulangnya dan dapat menggunakan hasil tersebut untuk berkonsultasi dengan dokter ahli ortopedi atau melakukan pemeriksaan lanjutan.



Gambar 1. a) Kegiatan PKM; b) Tim PKM bersama Kader Posbindu Delima Sawangan Depok

Setelah mengetahui kepadatan tulangnya, warga diberikan penjelasan terkait hasil pemeriksaan dan penyuluhan tentang osteoporosis yang mencakup faktor risiko, nutrisi dan olahraga untuk memelihara kepadatan mineral tulang, serta upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah risiko fraktur osteoporotik akibat terjatuh (Gambar 2). Penyuluhan penggunaan *PowerPoint-text* dan gambar agar informasi yang diberikan mudah dipahami dan diingat oleh warga. Tingkat pengetahuan warga juga dievaluasi untuk menilai pemahaman tentang definisi, tanda dan gejala, faktor risiko, pencegahan, dan dampak osteoporosis.



Gambar 2. Upaya Mengurangi Risiko Fraktur Osteoporotik Akibat Terjatuh (International Osteoporosis Foundation, n.d.-b)

HASIL DAN PEMBAHASAN

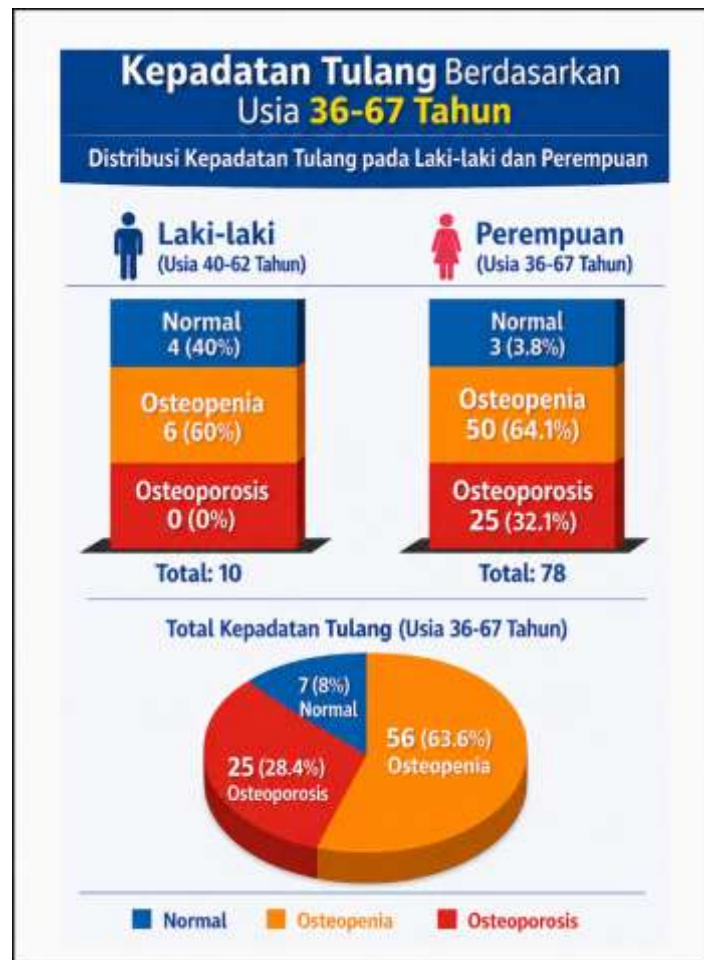
Kegiatan PKM dihadiri 88 warga dengan usia antara 42 – 67 tahun. Pada Tabel 1 dapat dilihat mayoritas yang mengikuti kegiatan PKM adalah perempuan, yaitu sebanyak 78 dari total 88 (88,6%) dengan rentang usia 45–59 tahun dan IMT tergolong obese 1. Berdasarkan karakteristik tersebut, dapat dikatakan bahwa kegiatan PKM ini sudah tepat sasaran dalam deteksi dini dan edukasi pencegahan osteoporosis. Perempuan, terutama setelah menopause, diketahui berisiko tinggi mengalami osteoporosis (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Sebagian besar peserta kegiatan berada pada usia pralansia yang merupakan periode penting dalam upaya preventif sebelum terjadi penurunan massa tulang secara progresif. Skrining pada kelompok usia ini bermanfaat untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap risiko osteoporosis sekaligus mendorong penerapan gaya hidup sehat yang mendukung kesehatan tulang.

Tabel 1. Karakteristik Peserta

No.	Variabel	Jumlah (N)	Persentase (%)
1.	Jenis Kelamin		
	Perempuan	78	88,6
	Laki-laki	10	11,4
2.	Usia		
	< 45 tahun	3	3,4
	45 - 59 tahun (pralansia)	74	84,1
	> 60 tahun (lansia)	11	12,5
3.	Indeks Massa Tubuh (IMT)		
	Kurus < 18,5 kg/m ²	0	0
	Normal (18,5 – 22, 9 kg/m ²)	28	31,8
	Berat badan lebih (23,0 – 24, 9 kg/m ²)	10	11,4
	Obese I (25,0 – 29,9 kg/m ²)	35	39,8
	Obese II (≥ 30 kg/m ²)	15	17

Berdasarkan IMT, mayoritas peserta termasuk obese 1. Kelebihan berat badan secara umum sering dikaitkan dengan efek protektif terhadap massa tulang, karena berat badan lebih meningkatkan beban mekanik yang menstimulasi pembentukan tulang (Angelo et al., 2018). Selain itu, peningkatan produksi estrogen melalui aktivitas enzim aromatase di jaringan lemak dapat memperlambat kehilangan massa tulang (Palermo et al., 2016). Sebaliknya, diketahui bahwa obesitas dapat menurunkan kualitas tulang karena jaringan lemak dapat menghasilkan zat-zat inflamasi (TNF- α dan IL-6) yang mengganggu remodeling tulang sehingga tulang menjadi rapuh (Gkastaris et al., 2020). Oleh karena itu, karakteristik IMT obese yang didapatkan pada sebagian besar warga perlu menjadi perhatian dalam program pencegahan osteoporosis di Posbindu Delima di masa datang.

Hasil pemeriksaan kepadatan mineral tulang didapatkan sebanyak 56 (63,6%) warga mengalami osteopenia dan 25 (28,4%) mengalami osteoporosis. Berdasarkan jenis kelamin, warga yang mengalami osteoporosis seluruhnya adalah perempuan (Gambar 3). Data PKM ini menunjukkan tingginya risiko gangguan kesehatan tulang di komunitas, bahkan pada kelompok pralansia, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mencegah progresi osteopenia menjadi osteoporosis. Data PKM ini juga menunjukkan pentingnya perempuan sebagai kelompok prioritas dalam skrining dan edukasi berbasis komunitas. Data PKM ini sejalan dengan hasil pemeriksaan kepadatan mineral tulang menggunakan QUS di Cimanggis, Depok yang menunjukkan tingginya kejadian penurunan kepadatan mineral tulang (Supartono et al., 2021)



Gambar 3. Data Pemeriksaan Kepadatan Mineral Tulang

Hasil kegiatan PKM didapatkan sejumlah faktor risiko osteoporosis, yaitu: perempuan menopause (61 orang), rendahnya asupan kalsium (50 orang), kurangnya aktivitas fisik (45 orang), lansia (11 orang), diabetes melitus (7 orang), merokok (4 orang), dan hipertiroid (1 orang). Data tersebut menunjukkan terdapat sejumlah faktor risiko yang dapat dikendalikan melalui modifikasi gaya hidup.

Faktor risiko yang paling banyak ditemukan adalah rendahnya asupan kalsium. Kalsium adalah nutrisi yang penting dalam pembentukan, pertumbuhan, dan pemeliharaan tulang. Kebutuhan kalsium harian untuk orang dewasa adalah 1000 mg/hari dan meningkat menjadi 1200 mg/hari pada perempuan usia ≥ 70 tahun (International Osteoporosis Foundation, 2022a). Asupan kalsium yang rendah juga dilaporkan di Malaysia, Filipina dan India, dengan rata-rata 500 mg/hari (International Osteoporosis Foundation, n.d.-a). Rendahnya asupan kalsium yang didapatkan dalam PKM ini menunjukkan masih terbatasnya pengetahuan warga mengenai makanan sumber kalsium. Oleh karena itu, diperlukan penyuluhan untuk mengenalkan sejumlah sumber pangan yang kaya kalsium di Posbindu Delima. Beberapa kegiatan PKM sebelumnya telah mengenalkan pangan lokal yang kaya kalsium kepada masyarakat, seperti puding kelor (*Moringa oleifera*) (Ridho & Fitria, 2024) dan sawi putih (*Brassica pekinensis*) yang diolah menjadi sawi gulung tahu (Widiyanto & Alviani, 2023).

Selain asupan kalsium yang cukup, faktor gaya hidup yang perlu menjadi perhatian pada warga di Posbindu Delima adalah aktivitas fisik. Aktivitas fisik menyebabkan tekanan mekanik pada tulang yang berperan penting dalam proses pembentukan dan *remodeling* tulang (Chang et al., 2022).

Rendahnya aktivitas fisik pada warga di Posbindu Delima menunjukkan perlunya program pendampingan guna mengenalkan olahraga yang diperlukan dan aman untuk memelihara kesehatan tulang.

Pada akhir kegiatan PKM, diberikan penyuluhan secara individual berdasarkan hasil pemeriksaan dan tindak lanjut yang diperlukan. Kepada warga dengan osteoporosis terutama diedukasi untuk mencegah terjadinya fraktur osteoporotik, mencakup upaya mencegah jatuh melalui latihan untuk meningkatkan keseimbangan tubuh, kekuatan otot, dan keamanan lingkungan rumah, serta menjaga kekuatan tulang melalui olahraga dan pemenuhan asupan kalsium. Selain itu, warga dianjurkan untuk konsultasi ke dokter untuk mendapatkan obat-obatan atau suplemen yang diperlukan (Wien & Febyan, 2023).

Selain secara medis, upaya pencegahan melalui modifikasi gaya hidup ditekankan kepada seluruh peserta PKM sebagai bagian dari pemeliharaan kesehatan tulang. Secara umum disampaikan pentingnya menjaga kesehatan tulang dengan melakukan aktivitas fisik selama 30–40 menit sebanyak tiga hingga empat kali per minggu, termasuk latihan beban dan latihan resistensi, menerapkan pola makan bergizi seimbang yang mencukupi kebutuhan kalsium dan protein, serta lebih banyak beraktivitas di luar ruangan untuk memperoleh vitamin D yang cukup, atau mengonsumsi suplemen bila diperlukan (International Osteoporosis Foundation, 2022).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penyuluhan dalam kegiatan PKM berkontribusi meningkatkan pengetahuan warga tentang osteoporosis. Didapatkan peningkatan pengetahuan mengenai definisi, tanda dan gejala osteoporosis, faktor risiko, pencegahan, dan dampak osteoporosis, dari 30% menjadi 70%. Peningkatan pengetahuan ini penting untuk meningkatkan kesadaran menerapkan gaya hidup sehat sebagai upaya mencegah osteoporosis dan dampaknya.

KESIMPULAN

Kegiatan PKM di Posbindu Delima yang diikuti oleh 88 warga menunjukkan bahwa sebagian besar warga telah mengalami penurunan kepadatan mineral tulang, yaitu 63,6% osteopenia dan 28,4% osteoporosis. Data ini menunjukkan pentingnya skrining osteoporosis di tingkat komunitas. Melalui pemeriksaan kepadatan mineral tulang dan penyuluhan, kegiatan PKM ini berkontribusi meningkatkan pengetahuan sekaligus kesadaran warga untuk menerapkan gaya hidup sehat guna mencegah osteoporosis dan dampaknya.

Kelebihan PKM ini adalah mengintegrasikan skrining osteoporosis dengan edukasi dan konsultasi individual, sehingga peserta tidak hanya mengetahui status kesehatan tulangnya, tetapi juga memperoleh saran tindak lanjut. Hasil kegiatan ini juga dapat menjadi dasar program promotif dan preventif di Posbindu. Secara keseluruhan, PKM ini menunjukkan potensi model pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran, deteksi dini, dan pencegahan osteoporosis berbasis komunitas. Namun demikian, kegiatan ini memiliki keterbatasan karena skrining dilakukan satu kali dan belum dapat menggambarkan dampak intervensi terhadap perbaikan kesehatan tulang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada ibu-ibu kader Posbindu Delima, RW 11 Bedahan, Sawangan, Depok atas kontribusi aktifnya dalam mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

Angelo, F., Luca, I., Maurizio, R., Davide, G., Giovanni, A., & Alessandro, G. (2018). The obesity paradox and osteoporosis. *Eat Weight Disord*, 23, 293–302. <https://doi.org/10.1007/s40519-018-0505-2>

- Chang, X., Xu, S., & Zhang, H. (2022). Regulation of bone health through physical exercise: Mechanisms and types. *Frontiers in Endocrinology*, (December), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1029475>
- Gkastaris, K., Goulis, D. G., Potoupnis, M., & Anastasilakis, A. D. (2020). Obesity, osteoporosis, and bone metabolism. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 20(3), 372–381. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7493444/>
- Goode, S. C., Wright, T. F., & Lynch, C. (2019). The Journal for Nurse Practitioners Osteoporosis Screening and Treatment: A Collaborative Approach. *The Journal for Nurse Practitioners*, 10–13. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2019.10.017>
- Hans, D., & Baim, S. (2017). Quantitative Ultrasound (QUS) in the Management of Osteoporosis and Assessment of Fracture Risk. *Journal of Clinical Densitometry*, (3), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2017.06.018>
- International Osteoporosis Foundation. (n.d.-a). *Key Statistics for Asia*. Retrieved January 12, 2026, from <https://www.osteoporosis.foundation/facts-statistics/key-statistic-for-asia>
- International Osteoporosis Foundation. (n.d.-b). *Reduce Your Risk of Falls and Fractures*. Retrieved April 26, 2026, from <https://www.osteoporosis.foundation/sites/iofbonehealth/files/2020-10/falls-prevention-fact-sheet-PRESSEN.pdf>
- International Osteoporosis Foundation. (2019). *That's Osteoporosis: A compact guide to osteoporosis and its prevention and treatment*. International Osteoporosis Foundation. <https://www.osteoporosis.foundation/educational-hub/files/thats-osteoporosis-compact-guide-osteoporosis-and-its-prevention-and>
- International Osteoporosis Foundation. (2022). *Love Your Bones Protect your future*. https://osteoporosis.org.za/wp-content/uploads/2025/09/2016_KnowYourRiskBrochure_Brochure_English.pdf
- Li, C., Sun, J., & Yu, L. (2022). Diagnostic value of calcaneal quantitative ultrasound in the evaluation of osteoporosis in middle-aged and elderly patients. *Medicine*, 101(2), 1–6. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000028325>
- Palermo, A., Tuccinardi, D., Defeudis, G., Watanabe, M., & Manfrini, S. (2016). BMI and BMD: The Potential Interplay between Obesity and Bone Fragility. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(544). <https://doi.org/10.3390/ijerph13060544>
- Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Osteoporosis, Pub. L. HK.01.07/MENKES/2171/2023 (2023). <https://kemkes.go.id/id/pnpk-2023---tata-laksana-osteoporosis>
- Ridho, M. F., & Fitria, F. (2024). Inovasi Puding Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Upaya Prevntif Osteoporosis Pada Lansia. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 11(4), 633–638. <https://ejurnalmalahayati.ac.id/index.php/kesehatan/article/view/14620>
- Saleh, I., Akbar, A., Hasan, H. S., & Yulisa, N. D. (2025). Clinical Characteristics and Bone Mineral Density Score in Post-Stroke Neuromuscular Deficit. *J Clin Med Res.*, 17(2), 119–124. <https://doi.org/10.14740/jocmr6070>
- Steiner, B., Dimai, H. P., Steiner, H., Cirar, S., & Fahrleitner-pammer, A. (2019). Prescreening for Osteoporosis With Postmenopausal White Women. *J Ultrasound Med*, 38, 1553–1559. <https://doi.org/10.1002/jum.14844>

- Supartono, B., Wardhani, S., & Kusumaningsih, P. (2021). Skrining Osteoporosis dengan Ultrasonografi Kalkaneus Sebagai Upaya Pencegahan Patah Tulang Pada Usia Lanjut. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(2), 122–134. <https://doi.org/10.37802/society.v1i2.132>
- Widiyanto, A., & Alviani, E. L. (2023). Implementasi Pemberian Sawi Putih Gulung Tahu “Salahu” Sebagai Terapi Non Farmakologi Pencegahan Osteoporosis di Dusun Ngablak, Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar. *Jurnal Pengabdian Komunitas*, 02(01), 8–15. <https://jurnalpengabdiankomunitas.com/index.php/pengabmas/article/view/26>
- Wien, A. I. G. N., & Febyan, F. (2023). Konsep Diagnosis dan Penatalaksanaan Fraktur Osteoporosis Terkini Current Concepts in The Diagnosis and Management of Konsep Diagnosis dan Penatalaksanaan Fraktur Osteoporosis Terkini. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 10(4), 228–235. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v10i4.1030>