

Gambaran Radiologi Osteosarkoma

Syahla Faizasha¹

Universitas Malikussaleh¹

Corresponding email: syahla.200610019@mhs.unimal.ac.id

ARTICLE INFO

Article

History

Received : 27-04-2026

Revised : 02-05-2026

Accepted : 26-05-2026

Keywords

Radiology

Sunburst

Tumor

Bone

Kata kunci

Radiologi

Sinar Matahari

Tumor

Tulang

ABSTRACT

Osteosarcoma is the most common type of cancer that occurs in bone, originating from primitive bone-forming mesenchymal cells characterized by osteoid production from neoplastic cells. The incidence is higher in adolescence, and the male-to-female ratio is 1.4:1. Osteosarcoma can affect any bone, but most commonly affects distal long bones near the metaphyseal growth plate, especially within the medullary cavity and involves the bone cortex. The underlying cause of osteosarcoma is unknown, but many risk factors have been identified. Genetic mutations and environmental factors are also strong contributors to osteosarcoma. Symptoms may generally appear weeks or months after the illness. Radiologic examination is the initial diagnostic obtained when a potential bone mass is identified on physical examination. Osteosarcoma may appear in various ways on X-ray, but common findings include sunburst and Codman triangle. Management of osteosarcoma involves a multidisciplinary approach consisting of surgery, chemotherapy, radiotherapy, as well as targeted therapy and immunotherapy. The prognosis of osteosarcoma is highly dependent on several factors, including tumor location, size, presence of metastases, and response to therapy.

Abstrak

Osteosarkoma adalah jenis kanker tulang yang paling umum, berasal dari sel mesenkim pembentuk tulang primitif yang ditandai dengan produksi osteoid dari sel neoplastik. Insidennya lebih tinggi pada masa remaja, dan rasio laki-laki terhadap perempuan adalah 1,4:1. Osteosarkoma dapat menyerang tulang mana pun, tetapi paling sering menyerang tulang panjang distal di dekat lempeng pertumbuhan metafisis, terutama di dalam rongga medula dan melibatkan korteks tulang. Penyebab osteosarkoma yang mendasarinya tidak diketahui, tetapi banyak faktor risiko telah diidentifikasi. Mutasi genetik dan faktor lingkungan juga merupakan kontributor kuat terhadap osteosarkoma. Gejala umumnya dapat muncul beberapa minggu atau bulan setelah penyakit. Pemeriksaan radiologi adalah diagnosis awal yang diperoleh ketika massa tulang potensial diidentifikasi pada pemeriksaan fisik. Osteosarkoma dapat tampak dalam berbagai cara pada rontgen, tetapi temuan umum meliputi bentuk seperti sinar matahari dan segitiga Codman. Penanganan osteosarkoma melibatkan pendekatan multidisiplin yang terdiri dari pembedahan, kemoterapi, radioterapi, serta terapi target dan imunoterapi. Prognosis osteosarkoma sangat bergantung pada beberapa faktor, termasuk lokasi tumor, ukuran, keberadaan metastasis, dan respons terhadap terapi.

Pendahuluan

Menurut American Cancer Society (ACS), osteosarcoma adalah jenis kanker paling umum yang terjadi pada tulang, terutama sel-sel yang membentuk tulang baru. Penyakit ini paling sering terjadi pada tulang panjang seperti tulang paha, lutut, dan lengan, namun bisa juga terjadi di bagian tubuh lain. Osteosarcoma biasanya terjadi pada masa pertumbuhan remaja (American Cancer Society, 2020).

Osteosarcoma berasal dari sel-sel mesenkimal pembentuk tulang primitif yang ditandai dengan produksi osteoid dari sel neoplastik (Pilavaki et al., 2023; Prater, 2024). Osteosarcoma dapat terjadi secara primer (tidak ada kelainan tulang yang mendasarinya) dan sekunder (patologi yang mendasarinya telah mengalami degenerasi/transformasi ganas) dan mencakup sekitar 20% dari seluruh tumor tulang primer. Dalam manifestasinya osteosarcoma sangat heterogen dan dibagikan menjadi beberapa sub tipe tergantung pada derajat diferensiasi, lokasi intraoseus, dan variasi histologis. Sub tipe ini berbeda dalam pencitraan, demografi, dan perilaku biologis (Prater, 2024).

Menurut klasifikasi terbaru world health organization (WHO), sub tipe osteosarkoma tingkat tinggi mencakup osteosarkoma konvensional yang paling umum, jenis biasanya muncul di dalam rongga sumsum tulang. osteosarkoma telangiectasis, dan osteosarkoma sel kecil. Osteosarkoma periosteal, yang terutama bersifat kondroblastik ialah osteosarkoma tingkat menengah, sedangkan osteosarkoma sentral dan paraosteal tingkat rendah dilaporkan sebagai neoplasma tingkat rendah (WHO Classification of Tumours Editorial Board, 2020; Rothzerg et al., 2023).

Metode

Penelitian menggunakan analisis deskriptif dari data yang diperoleh. Penelitian menyajikan hasil penelusuran mengenai osteosarkoma. Literature review dilakukan dengan fokus pada artikel original yang memuat abstrak, pendahuluan, metode, dan hasil. Pencarian artikel dilakukan pada database Sinta dengan kata kunci osteosarkoma. Kriteria data jurnal yang digunakan meliputi:

1. Jurnal terbit dalam rentang waktu 2018 - 2025
2. Data jurnal diperoleh melalui <https://sinta.ristekbrin.go.id/>
3. Data yang digunakan berupa jurnal yang terkait dengan osteosarkoma

Hasil dan Pembahasan

Osteosarkoma merupakan tumor ganas primer tulang yang paling sering ditemukan, terutama pada remaja dan dewasa muda. Tumor ini berasal dari sel mesenkimal yang menghasilkan osteoid (American Cancer Society, 2020). Hanya < 0,2 % tumor para ganas yang terdeteksi dalam basis data EURO CARE memiliki tumor primer. tumor yang terdeteksi dalam data dasar EURO CARE memiliki tumor primer. Setiap tumor memiliki pola insidensi yang berbeda. Osteosarkoma memiliki kejadian yang relatif tinggi pada dekade kedua kehidupan (Casali et al., 2014).

Osteosarkoma merupakan kanker tulang primer (insiden: 0,3 per 100.000 per tahun). Insidensinya lebih tinggi pada masa remaja (0,8–1,1 per 100.000 per tahun pada usia 15–19 tahun) yang bertepatan dengan percepatan pertumbuhan pubertas, puncak kedua pada dekade ketujuh dan kedelapan kehidupan sering kali merupakan keganasan sekunder, atau terkait dengan penyakit Paget (Pilavaki et al., 2023). Pada tumor ini rasio penderita yang

berjenis kelamin laki-laki dan perempuan adalah 1,4:1. Pria biasanya mengalami pertumbuhan tulang yang lebih intens dan berkepanjangan, yang dapat meningkatkan kemungkinan sel-sel tulang bermutasi dan membentuk tumor. Selain itu, perbedaan hormonal mungkin berperan, seperti kadar hormon pertumbuhan dan testosterone. Meskipun sebagian besar osteosarkoma terjadi pada ekstremitas pasien yang lebih muda, proporsi lokasi tumor aksial meningkat seiring bertambahnya usia (Casali et al., 2018).

Patofisiologi dan Etiologi

Osteosarkoma dapat menyerang tulang mana pun, namun paling sering menyerang distal tulang panjang dekat lempeng pertumbuhan metafisis, terutama di dalam rongga medulla dan melibatkan korteks tulang, akibatnya, terbentuklah pseudokapsul di sekeliling tumor yang menembus. Osteosarkoma dicirikan sebagai tumor yang sangat seluler yang terdiri dari sel-sel berbentuk gelendong pleomorfik yang bertanggung jawab untuk memproduksi matriks osteoid (Refandy, 2022).

Penyebab utama osteosarkoma belum diketahui secara pasti, namun banyak faktor risiko yang telah diidentifikasi dalam hal ini. Osteosarkoma disebabkan oleh beberapa faktor predisposisi, antara lain:

1. Faktor pertumbuhan

Gangguan faktor pertumbuhan dapat menyebabkan percepatan proliferasi sel. Faktor pertumbuhan yang paling penting meliputi: transforming growth factor (TGF), insulin-like growth factor (IGF), connective tissue growth factor (CTGF), parathyroid hormone (PTH) (Verrecchia & R dini, 2018).

2. Kelainan kromosom

Berbagai macam sindrom kromosom dan genetik diketahui terkait dengan patofisiologi osteosarkoma. Sementara itu, osteosarkoma dapat meningkatkan resiko pada pasien dengan kelainan genetik berikut (Romadhon et al., 2024), yaitu Sindrom Bloom yang ditandai dengan cacat genetik pada keluarga helicase RecQ, Sindrom Rothmund-Thompson yang ditandai dengan cacat genetik pada keluarga helicase RecQ, Sindrom Werner yang ditandai dengan cacat genetik pada keluarga helicase RecQ, Sindrom Li-Fraumeni, serta Retinoblastoma herediter.

3. Pertumbuhan Tulang dan Tumorigenesis

Terdapat korelasi positif yang signifikan antara perkembangan osteosarkoma dan pertumbuhan tulang yang cepat selama masa pubertas. Oleh karena itu, usia puncak perkembangan osteosarkoma sedikit lebih awal pada populasi wanita. Selain itu, lempeng pertumbuhan epifisis pada femur distal dan tibia proksimal diketahui bertanggung jawab atas peningkatan tinggi badan yang terjadi selama masa pubertas. Pada penderita penyakit Paget menyebabkan insiden osteosarkoma yang lebih tinggi (Haralambiev et al., 2019).

Mutasi genetik dan faktor lingkungan juga menjadi salah satu faktor kuat terjadinya osteosarkoma, dikarenakan terdapat adanya inaktivasi jalur pensinyalan P53 dan RB yang berperan dalam pertumbuhan osteosarkoma. Osteoblas mempunyai fungsi membentuk struktur tulang. Osteosarkoma mengalami mutasi pada gen pengendali osteoblas, yaitu gen onkogen dan gen supresor tumor. Mutasi ini menyebabkan proliferasi osteoblas yang berlebihan sehingga menyebabkan tumor ganas. Hal ini menyebabkan jaringan osteoid ganas terbentuk di dalam tulang, sehingga menekan sumsum tulang. Hal ini dapat menurunkan produksi sel darah merah, melemahkan sistem kekebalan tubuh dan membuat tubuh lebih

rentan terhadap infeksi. Selain tekanan pada sumsum tulang, juga terjadi metastasis sel kanker dan peningkatan tekanan pada tulang sehingga menimbulkan nyeri, bengkak, dan patah tulang. Selain tekanan pada sumsum tulang, juga terjadi metastasis sel kanker dan peningkatan tekanan pada tulang sehingga menimbulkan nyeri, bengkak, dan patah tulang (Siddiqui et al., 2019).

Manifestasi Klinis

Gejala umumnya muncul berminggu-minggu atau berbulan-bulan setelah sakit. Nyeri biasanya merupakan gejala pertama. Nyeri yang dirasakan mungkin berkaitan dengan adanya massa atau tidak teraba. Rasa sakitnya terasa sangat dalam dan kuat. Pada pemeriksaan fisik terdapat benjolan nyeri, terasa keras, pergerakan terganggu, fungsi normal daerah nyeri berkurang, terdapat edema, terdapat rasa hangat setempat, dan kulit yang terkena tumor hiperemis menyebabkan pelebaran pembuluh darah. Kondisi ini bisa terjadi pada tulang mana pun, namun lebih sering terjadi pada tulang panjang. Osteosarkoma juga bisa bermetastasis ke area perut. Gejala utamanya adalah massa yang nyeri dan tumbuh perlahan. Selain itu, dalam beberapa kasus, massa bisa mengalami ulserasi. Rata-rata tumor yang teraba adalah 9 cm (Siddiqui et al., 2019).

Osteosarkoma dapat menyerang tulang mana pun, namun paling sering menyerang tulang panjang dan lokasi yang paling umum adalah (Prater, 2024):

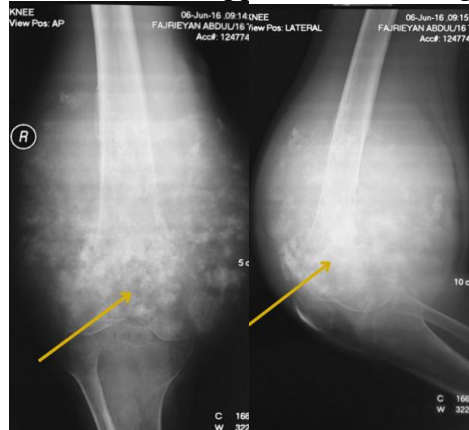
1. Tulang paha pada 42% kasus (tulang paha bagian distal terkena pada sekitar 75%).
2. Tibia 19% kasus (tibia proksimal terkena sekitar 80%).
3. Humerus 10% kasus (humerus proksimal terkena sekitar 90%).
4. Tengkorak dan Rahang 8% kasus.

Gambaran Radiologi

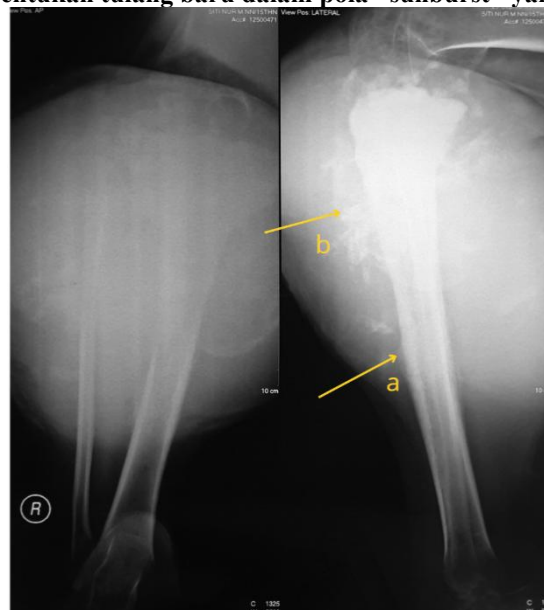
Radiograf umumnya merupakan studi pertama yang diperoleh ketika massa tulang potensial diidentifikasi pada pemeriksaan fisik. Meskipun MRI adalah standar emas untuk pencitraan diagnostik osteosarkoma. MRI juga dapat digunakan dalam penentuan stadium lokal dengan menilai perluasan tumor intraoseus (misalnya lempeng pertumbuhan/epifisis, sendi, lesi loncat) dan keterlibatan jaringan lunak. CT dada, pemindaian tulang, dan PET berperan dalam penentuan stadium jarak jauh Sinar-X memberikan gambaran struktur padat, seperti tulang, dan sangat membantu dalam mendiagnosis osteosarkoma. Osteosarkoma dapat muncul dalam berbagai cara pada sinar-X, tetapi temuan yang umum meliputi:

1. Pembentukan tulang baru dalam pola "**sunburst**"
Reaksi periosteal sunburst mencerminkan periostitis agresif. Penampakan sunburst terjadi ketika lesi tumbuh terlalu cepat dan periosteum tidak memiliki cukup waktu untuk membentuk lapisan baru dan sebagai gantinya serat Sharpey meregang tegak lurus ke tulang.
2. **Onion-skinning** — pelapisan jaringan pada bagian luar tulang
Reaksi periosteal berlapis-lapis, yang juga dikenal sebagai reaksi periosteal berlapis-lapis atau reaksi periosteal kulit bawang, menunjukkan beberapa lapisan tulang baru yang sejajar dan konsentris yang berdekatan dengan korteks, yang mengingatkan pada lapisan-lapisan pada bawang. Lapisan-lapisan tersebut diperkirakan merupakan hasil dari periode pertumbuhan yang bervariasi² dan menunjukkan proses patologis dengan agresivitas sedang.

3. **Codman triangle** — pelapisan jaringan pada permukaan tulang dan kerusakan tulang
Codman triangle adalah jenis reaksi periosteal yang terlihat pada lesi tulang agresif. Periosteum tidak memiliki waktu untuk mengeras dengan cangkang tulang baru (misalnya seperti yang terlihat pada reaksi periosteal satu lapisan dan berlapis-lapis) pada lesi agresif, jadi hanya tepi periosteum yang terangkat yang akan mengeras.
4. Penampakan "cumulus cloud" appearance — lesi putih seperti awan



Gambar 1. Gambaran X-ray menunjukkan osteosarkoma di os tibia dextra. Terdapat pembentukan tulang baru dalam pola "sunburst" yang khas



Gambar 2. Gambaran X-ray menunjukkan osteosarkoma di os femur dextra; (a) adanya reaksi periosteal yang khas yaitu Codman Triagle; (b) Terdapat pembentukan tulang baru dalam pola "sunburst"



**Gambar 3. Gambaran osteosarcoma pada os distal femur dengan menggunakan MRI
(Sumber: radiopedia 2024)**

Tatalaksana

Penatalaksanaan osteosarcoma melibatkan pendekatan multidisipliner yang terdiri dari pembedahan, kemoterapi, radioterapi, serta terapi target dan imunoterapi yang terus berkembang (Pilavaki et al., 2023).

1. **Pembedahan:** Pembedahan merupakan pengobatan utama osteosarkoma berdasarkan prinsip reseksi en bloc, menjaga fungsi semaksimal mungkin.
Limb salvage surgery (LSS) adalah prosedur pembedahan untuk mengangkat tumor dari anggota tubuh dengan tujuan menyelamatkan anggota tubuh. Operasi LSS terdiri dari pengangkatan lengkap tumor tulang atau sarkoma jaringan lunak dan rekonstruksi cacat tulang atau sendi dengan megaprotesis (endoprotesis), rekonstruksi biologis (cangkok tulang padat, autograft atau allograft), atau kombinasi megaprotesis pengobatan yang terdiri dari dan pencangkokan tulang (Kamal, 2020).
Amputasi osteosarkoma dilakukan bila persyaratan LSS tidak terpenuhi. Untuk osteosarkoma agresif yang tidak dapat diobati dengan kemoterapi pra operasi (misalnya, jika terdapat ulserasi, perdarahan, atau tumor yang sangat besar), pembedahan segera dilakukan, diikuti dengan kemoterapi tambahan.
2. **Kemoterapi:** Kemoterapi menjadi dasar perawatan osteosarcoma, terutama dengan obat-obatan seperti methotrexate dosis tinggi, doxorubicin, dan cisplatin (MAP). Kemoterapi dilakukan sebelum (neoadjuvant) dan setelah pembedahan (adjuvant) untuk mengecilkan tumor dan membasmi sel-sel kanker yang tersisa.
3. **Imunoterapi dan Terapi Target:** Imunoterapi termasuk checkpoint inhibitors (misalnya pembrolizumab) dan adopsi seluler (seperti CAR-T cells) mulai menunjukkan potensi dalam pengobatan osteosarcoma. Selain itu, terapi target seperti tyrosine kinase inhibitors (TKIs) digunakan untuk menghambat jalur sinyal yang mendukung pertumbuhan tumor, misalnya, pazopanib dan sorafenib.

4. **Radioterapi:** Meskipun osteosarcoma relatif resisten terhadap radiasi, terapi ini dapat digunakan dalam kasus-kasus tertentu, terutama ketika tumor tidak dapat diangkat sepenuhnya melalui operasi.

Prognosis

Prognosis osteosarcoma sangat bergantung pada beberapa faktor, termasuk lokasi tumor, ukuran, keberadaan metastasis, dan respons terhadap terapi. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Prognosis (Pilavaki et al., 2023; Wu et al., 2022):

1. **Metastasis**

Pasien osteosarcoma yang tidak memiliki metastasis pada saat diagnosis memiliki prognosis yang lebih baik. Tingkat kelangsungan hidup 5 tahun pada pasien dengan osteosarcoma lokal sekitar 60-70% dengan terapi kombinasi (pembedahan dan kemoterapi). Pasien yang didiagnosis dengan metastasis, terutama ke paru-paru, memiliki prognosis yang lebih buruk. Hanya sekitar **20-30%** pasien dengan metastasis yang bertahan lebih dari 5 tahun.

2. **Respon terhadap Kemoterapi**

Pasien yang merespons baik terhadap kemoterapi (tumor menyusut lebih dari 90% setelah neoadjuvant chemotherapy) memiliki prognosis yang lebih baik dibandingkan dengan pasien yang responsnya buruk terhadap kemoterapi.

3. **Ukuran dan Lokasi Tumor**

Osteosarcoma yang terletak di ekstremitas (seperti di distal femur atau proksimal tibia) memiliki prognosis yang lebih baik daripada yang terjadi di lokasi non-ekstremitas (seperti panggul).

Kesimpulan

Osteosarkoma merupakan tumor ganas tulang yang paling sering terjadi pada remaja dengan sifat agresif dan potensi metastasis tinggi. Diagnosis dini melalui pemeriksaan radiologi sangat penting dalam menentukan tatalaksana yang tepat. Penanganan osteosarkoma memerlukan pendekatan multidisipliner untuk meningkatkan angka keberhasilan terapi. Prognosis sangat bergantung pada stadium penyakit, metastasis, dan respons terhadap pengobatan.

Referensi

- American Cancer Society. (2020). Osteosarcoma (pp. 1–12).
- Pilavaki, P., Gahanbani Ardakani, A., Gikas, P., & Constantinidou, A. (2023). Osteosarcoma: Current concepts and evolutions in management principles. *Journal of Clinical Medicine*, 12(8), 1–13.
- Prater, S., & M. B. (2024). Osteosarcoma. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549868/>
- Baumhoer, D., Böhling, T. O., Cates, J. M., Cleton-Janson, A. M., Hogendoorn, P. C., O'Donnell, P. G., & WHO Classification of Tumours Editorial Board. (2020). Soft tissue and bone tumours. International Agency for Research on Cancer. <https://publications.iarc.fr>
- Rothzerg, E., Xu, J., & WD. (2023). Different subtypes of osteosarcoma: Histopathological patterns and clinical behaviour. *JMP*, 4(2), 99–108.
- Casali, P. G., Blay, J. Y., Bertuzzi, A., Bielack, S., Bjerkehagen, B., Bonvalot, S., et al. (2014). Bone sarcomas: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and

- follow-up. *Annals of Oncology*, 25(3), 113–123.
<http://dx.doi.org/10.1093/annonc/mdu256>
- Casali, P. G., Bielack, S., Abecassis, N., Aro, H. T., Bauer, S., Biagini, R., et al. (2018). Bone sarcomas: ESMO-PaedCan-EURACAN clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*, 29, iv79–iv95.
- Refandy, T. D. (2022). Osteosarkoma dengan metastasis pada sistem digestif. *Unram Medical Journal*, 11(3), 1112–1116.
- Verrecchia, F., & R dini, F. (2018). Transforming growth factor- β signaling plays a pivotal role in the interplay between osteosarcoma cells and their microenvironment. *Frontiers in Oncology*, 8, 1–11.
- Romadhon, Y. A., & Kurniati, Y. P. (2024). Pathway pengaruh lingkungan dalam inisiasi dan progresivitas kanker tulang dan jaringan lunak (pp. 1–347).
- Haralambiev, L., Wien, L., Gelbrich, N., Kramer, A., Mustea, A., Burchardt, M., et al. (2019). Effects of cold atmospheric plasma on the expression of chemokines, growth factors, TNF superfamily members, interleukins, and cytokines in human osteosarcoma cells. *Anticancer Research*, 39(1), 151–157.
- Siddiqui, S., Singh, A., Ali, S., Yadav, M., Pandey, V., & Sharma, D. (2019). Metallothionein: Potential therapeutic target for osteosarcoma. *Journal of Oncology Science*, 5(1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.jons.2019.02.002>
- Kamal, A. F. (2020). Limb salvage surgery untuk meningkatkan fungsi ekstremitas dan psikologis pasien osteosarkoma pada era jaminan kesehatan nasional. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 8(1).
- Wu, W., Jing, D., Cao, L., Pu, F., & Shao, Z. (2022). Current status and prospects of immunotherapy for osteosarcoma. *Cancer Research and Prevention Treatment*, 49(7), 721–727.