

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1 Osteomielitis

2.1.1.1 Definisi

Osteomielitis adalah peradangan tulang yang disebabkan oleh organisme piogenik. Osteomielitis dapat dikategorikan menjadi akut dan kronis. Osteomielitis akut berkembang dalam waktu dua minggu setelah onset penyakit dan osteomielitis kronis setelah beberapa bulan.⁴

Osteomielitis merupakan salah satu penyakit yang kompleks, berbagai sistem klasifikasi telah muncul di luar kategori umum akut, subakut dan kronis. Klasifikasi *The Waldvogel* membagi osteomielitis ke dalam kategori hematogen, *contiguous* dan kronis. Ada sistem klasifikasi terbaru yaitu Klasifikasi *Cierny-Mader* dibuat berdasarkan pada status proses penyakit, bukan etiologi, kronisitas atau faktor lain. Istilah "akut" dan "kronis" tidak digunakan dalam sistem *Cierny-Mader*.^{4,9}

2.1.1.2 Klasifikasi

1. *The Lee and Waldvogel*

Klasifikasi ini mengelompokkan osteomielitis berdasarkan etiologi seperti *onset* (akut atau kronik), mekanisme (*contiguous* atau hematogen), dan ada atau tidaknya vaskularisasi yang cukup. Klasifikasi ini sedikit membantu dalam proses penyembuhan.

2. Cierny – Mader

Tabel 2.1 Sistem Staging Osteomielitis Kronis Cierny&Mader

<i>Anatomical Type</i>		
I	<i>Medullary</i>	Infeksi terbatas pada tulang intramedular. Contoh : osteomielitis hematogen
II	<i>Superficial</i>	Infeksi mencapai permukaan dasar jaringan tulang
III	<i>Localized</i>	Adanya sequestrum kortikal yang dapat dipotong tanpa mengubah stabilitas tulang
IV	<i>Diffuse</i>	Fitur I , II , dan III ditambah instabilitas mekanik sebelum atau setelah debridement

Dikutip dari : D' Ambrosia¹⁰

Klasifikasi Cierny-Mader mengembangkan sistem klasifikasi untuk osteomielitis kronis berdasarkan dari kriteria anatomis dan fisiologis, untuk menentukan derajat infeksi. Kriteria fisiologis dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan tiga tipe jenis *host*. *Host* kelas A memiliki respon pada infeksi dan operasi. *Host* kelas B memiliki kemampuan imunitas yang terbatas dan penyembuhan luka yang kurang baik. Ketika hasil penatalaksanaan berpotensi lebih buruk dibandingkan keadaan sebelum penanganan, maka pasien digolongkan menjadi *host* kelas C.

Kriteria anatomis mencakup empat tipe. Tipe I lesi *medullary* dengan ciri ganggaun pada endosteal. Pada tipe II, osteomielitis *superficial* terbatas pada permukaan luar tulang, dan infeksi terjadi akibat adanya defek pembungkus tulang. Tipe III merupakan suatu infeksi terlokalisir dengan lesi stabil, berbatas tegas dengan *sequestrasi kortikal* tebal, sedangkan tipe IV merupakan lesi osteomielitis *diffuse* yang menyebabkan instabilitas mekanik, baik pada saat pasien datang pertama kali atau setelah penanganan awal.

2.1.1.3 Etiologi

1. Berdasarkan Usia pasien

Mikroorganisme tertentu yang diisolasi dari pasien dengan osteomielitis yang dikarenakan bakteri sering dikaitkan dengan usia pasien.¹¹

Tabel 2.2 Tabel etiologi osteomielitis berdasarkan usia

Neonatal (<1 tahun)	Anak (1-16 tahun)	Dewasa (>16 tahun)
Group B <i>Streptococci</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	<i>S. aureus</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Haemophilus influenzae</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
		<i>Serratia marcescens</i>
		<i>E. coli</i>

Dikutip dari : D' Ambrosia¹⁰

2. Berdasarkan angka kejadian¹¹

- *S. Aureus* dan *Staphylococci* koagulase-negatif yang paling utama menyebabkan osteomielitis, kira-kira sebanyak 50% kasus.
- Sekitar >25% termasuk *Streptococci*, *Enterococci*, *Pseudomonas spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *E.coli*, *Serratia spp.*, anaerob.
- Kasus jarang (<5%) termasuk *M.tuberculosis*, *M. Avium complex*, dimorphic fungi, *Candida spp.*, *Aspergillus spp.*, *Mycoplasma spp.*, *Tropheryma whipplei*, *Brucella spp.*, *Salmonella spp.*, dan *Actinomyces spp.*
- Pada osteomielitis hematogen, infeksi biasanya monomikrobia, sedangkan infeksi *contiguous* seringnya polimikrobia.

2.1.1.4 Faktor Risiko

Faktor risiko penyakit osteomielitis meliputi Diabetes mellitus, penyakit *sickle cell*, AIDS, penyalahgunaan obat-obatan secara *intra vena*, alkohol, pengguna steroid jangka panjang, dan penurunan kekebalan tubuh. Kondisi-kondisi tersebut bisa menjadi faktor risiko ditambah dengan terjadinya fraktur terbuka.

2.1.1.5 Patologi

Tulang normal sangat resisten terhadap infeksi; Osteomielitis hanya terjadi setelah inokulasi dari inokula yang besar sebagai hasil dari trauma atau adanya material asing. Ketika dicerna oleh osteoklas, *S. Aureus* dapat bertahan di tempat dorman untuk waktu yang lama, sehingga menyulitkan untuk diobati oleh antimikrobal.⁴

Infeksi biasanya berkembang secara hematogen dari berbagai fokus. Fraktur, operasi dan *implant* metalik adalah faktor predisposisinya. Penyebaran langsung kemungkinan bukan menjadi penyebab utama.

Tidak ada satu bagian tulangpun yang kebal terhadap infeksi, tapi metafisis tulang panjang memiliki risiko lebih, terutama di femur bagian distal, tibia proksimal dan humerus. Kolumna vertebral juga termasuk bagian tersering.¹³

Ketika terjadi infeksi bakteri, akan mengakibatkan inflamasi akut. Eksudat menghasilkan tekanan antar tulang yang berlanjut pada infark vena dan arteri. Ketika tidak ada penghalang, eksudat menyebar di antara *marrow cavity* sehingga kompartemen tulang terisi oleh pus. Pus masuk ke sistem haversian dan

terakumulasi di periosteum untuk membentuk abses. Hal ini yang terlihat pada gambaran radiologis.¹⁵

Jika abses mengelilingi sebagian diafisis, penetrasi arteri bisa menjadi trombus dan infark eksaserbasi. Jumlah tulang yang mati disebut sekuestrum.¹³

2.1.1.6 Patofisiologi

Infeksi terjadi ketika mikroorganisme masuk melalui darah, secara langsung dari benda-benda yang terinfeksi atau luka tembus. Trauma, iskemia dan benda asing dapat meningkatkan risiko invasi mikroorganisme ke tulang melalui bagian yang terpapar sehingga organisme tersebut lebih mudah menempel. Pada daerah infeksi fagosit datang mengatasi infeksi dari bakteri tersebut, namun dalam waktu yang bersamaan fagosit juga mengeluarkan enzim yang dapat mengakibatkan tulang menjadi lisis. Bakteri dapat lolos dari proses tersebut dan akhirnya menempel pada bagian tulang yang lisis dengan cara masuk dan menetap pada osteoblas dan membungkus diri dengan *protective polysaccharide-rich biofilm*.⁵ Apabila tidak dilakukan perawatan, tekanan intramedular akan meningkat⁴ dan eksudat menyebar sepanjang korteks metafisis yang tipis mengakibatkan timbulnya abses subperiosteal. Abses subperiosteal dapat meningkat dan menyebar pada bagian tulang yang lain.⁶

Pus dapat menyebar melalui pembuluh darah, mengakibatkan peningkatan tekanan intraosseus dan gangguan pada aliran darah.⁵ Hal ini dapat mengakibatkan timbulnya trombosis.⁴ Nekrosis tulang mengakibatkan hilangnya peredaran darah periosteal.⁶ Nekrosis yang meluas pada tulang mengakibatkan timbulnya sekuestrum. Sekuestra ini memuat bagian infeksius yang mengelilingi bagian tulang yang sklerotik yang biasanya tidak mengandung pembuluh darah.

Kanal haversian diblok oleh jaringan parut dan tulang dikelilingi oleh bagian periosteum yang menebal dan jaringan parut otot.⁴ Sekuestra merupakan muara dari mikroorganisme dan mengakibatkan timbulnya gejala infeksi. Abses juga dapat keluar dari kulit membentuk sinus.⁶ Sinus kemungkinan tertutup selama beberapa minggu atau bulan memberikan gambaran penyembuhan, dapat terbuka (atau muncul di tempat lain) ketika tekanan jaringan meningkat.⁷

Antibiotik tidak dapat menembus bagian yang avaskular dan tidak efektif dalam mengatasi infeksi.⁴ Terbentuknya formasi tulang baru (*involucrum*) secara bersamaan karena periosteum berusaha untuk membentuk dinding atau menyerap fragmen sekuestrum dan membentuk stabilitas tulang baru.⁴ *Involucrum* memiliki morfologi yang bervariasi dan memiliki reaksi periosteal yang agresif yang dapat mengakibatkan timbulnya keganasan.⁶ Jika respon periosteal minimal, hilangnya segmen tulang secara fokal maupun segmental tidak dapat dihindarkan. *Sequestra* secara dapat diserap sebagian maupun penuh sebagai akibat dari respon inang atau bergabung dalam *involucrum*.^{6,7}

Gambaran morfologis dari osteomielitis kronis adalah adanya bagian tulang yang nekrosis ditandai dengan tidak adanya osteosit yang hidup. Kebanyakan mengandung sel mononuklear, granula dan jaringan fibrosa menggantikan tulang yang diserap oleh osteoklas. Jika diwarnai beberapa macam organisme dapat ditemukan.^{6,7}

Terdapat risiko munculnya artritis septik pada daerah dimana metafisis terdapat pada bagian intrartikular (proksimal femur, proksimal radius, proksimal humerus, distal fibula). Risiko meningkat pada anak-anak berusia kurang dari 2 tahun sebagai akibat dari khasnya aspek pembuluh darah pada anak-anak. Pembuluh

darah metafisis dan epifisis berhubungan sampai sekitar umur 12 -18 tahun dimana fisis berperan sebagai perisai mekanik terhadap penyebaran infeksi.^{6,7}

2.1.1.7 Diagnosis

Diagnosis seringkali ditentukan secara klinis dan dikombinasi dengan hasil gambaran radiologi dan histopatologi.¹⁰

- Tes darah – pemeriksaan sel darah putih biasanya normal atau meningkat; penanda inflamasi (Laju Endap Darah) biasanya meningkat
- Radiologi – meskipun kurang sensitif, Radiografi polos biasanya tersedia, tidak mahal, dan bisa memperlihatkan perubahan setelah 10-14 hari. Pemindaian tulang sensitif tapi tidak spesifik. Pemindaian CT atau MRI lebih mahal tapi sensitif dan spesifik, dan bisa menjadi pilihan. MRI menjadi kontraindikasi pada pasien yang mengenakan bahan-bahal metal; karena menyebabkan artefak pada CT
- Biopsi-Panduan radiologi atau biopsi untuk pembedahan, bisa menjadi pilihan utama dalam pemberian terapi antibiotik, ini direkomendasi untuk mengidentifikasi organisme penyebab

2.1.1.8 Gambaran radiologis

1) Foto polos

Gambaran normal dapat terlihat hingga 10 hari dengan tanda paling awal berupa pembengkakan jaringan lunak. Tulang yang terinfeksi pada awalnya kehilangan detailnya dan menjadi tidak berbatas jelas dengan reaksi periosteal dan bahkan destruksi tulang. Pada pencitraan sinar-X akan menunjukkan adanya resorpsi tulang, hilangnya densitas tulang, penebalan, dan sklerosis di sekitar tulang.

2) Pemindaian isotop tulang

Pemindaian menggunakan *technetium*, *gallium*, atau sel-sel darah putih yang telah ditandai. Semuanya menunjukkan peningkatan aktivitas walaupun tidak spesifik sebagaimana penyakit Paget atau neoplasia yang juga memperlihatkan ambilan yang meningkat. Penemuan radiologis harus disesuaikan dengan penemuan klinis

3) CT

Mendeteksi massa jaringan lunak dan sequestra yang disebabkan oleh penyakit ini. Ditemukannya gambaran tersebut mungkin memerlukan operasi pengangkatan.

4) MRI

Suatu teknik yang sensitif dalam mendeteksi infeksi.¹⁴

2.1.1.9 Komplikasi

Komplikasi yang terjadi pada osteomielitis adalah sebagai berikut¹⁴:

- 1) Abses jaringan lunak
- 2) Fistula
- 3) Penyatuan epifisis prematur
- 4) Deformitas
- 5) Artritis piogenik yang menyebabkan ankilosis tulang (misalnya penyatuan panggul)

2.1.1.10 Manajemen

- Prinsip umum

Tujuan terapi untuk mengeradikasi infeksi dan mengembalikan lagi fungsi organnya. Osteomielitis pada dewasa biasanya diobati oleh kombinasi *surgical debridement* dan antibiotik.

- Pembedahan

Prinsip terapi pembedahan adalah membersihkan jaringan yang terinfeksi, membersihkan *metalware*, manajemen dari celah yang mati (dengan ditutup), menutup luka, dan stabilisasi fraktur yang terinfeksi.

- Terapi antimikroba

Pemilihan antimikroba bergantung pada organisme yang terisolasi. Durasi optimal dari pengobatan tidak diketahui tapi biasanya disarankan 4-6 minggu dari terapi intravena.

- Terapi *adjunctive*

Hyperbaric oxygen sudah menunjukkan keefektifitasannya pada penelitian di hewan, tapi tidak ada data yang adekuat untuk mendukung.¹⁰

2.1.1.11 Gambaran Radiologis Osteomielitis

1. *Stage 1* Osteomielitis

Pada foto polos ini menunjukkan adanya penebalan dan *sclerosis* pada *midshaft* tibia.



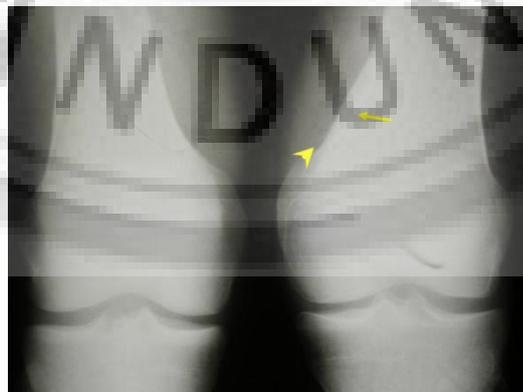
Gambar 2.1

Dikutip dari ESR

Keterangan : ESR: *European Society of Radiology*

2. *Stage 2* Osteomielitis

Pada foto polos terlihat adanya penebalan pada *focal cortical* (tanda panah) dan pemusnahan jaringan lemak serta reaksi periosteal.



Gambar 2.2

Dikutip dari ESR

Keterangan : ESR: *European Society of Radiology*

3. Stage 3 Osteomielitis

Gambaran ini menunjukkan adanya *ring sequesterum* pada fokus infeksi



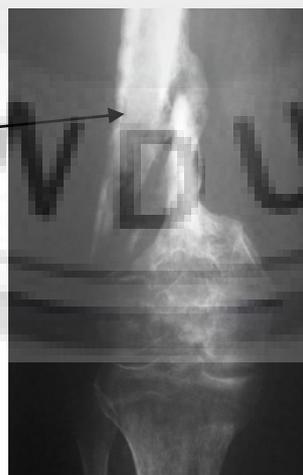
Gambar 2.3

Dikutip dari **ESR**

Keterangan : ESR: *European Society of Radiology*

4. Stage Osteomielitis

Gambaran ini menunjukkan adanya non-union dari fraktur distal femoral dengan lesi osteolisis dan osteosklerosis.



Gambar 2.4

Dikutip dari **ESR**

Keterangan : ESR: *European Society of Radiology*

2.1.2 Osteomielitis Kronis

Patogenesis osteomielitis akut dan kronis terlihat hampir sama, tapi ada beberapa karakteristik dapat membedakannya. Ciri patologis dari osteomielitis kronis adalah adanya nekrosis tulang, pembentukan tulang baru, dan adanya eksudat dengan mayoritas berisi limfosit histiosit.¹⁵

Tanda dari osteomielitis kronis adalah jaringan tulang mati di antara jaringan lunak. Penyebabnya bervariasi. Organisme patogen bisa mencapai ke tulang melalui darah, trauma terbuka, dan penyebaran secara *contiguous*.

Ketika terjadi infeksi, involucrum jaringan fibrous dan sel-sel inflamasi kronis membentuk granulasi, lalu terjadi penurunan vaskulasisasi di bagian infeksi dan kebutuhan metabolik untuk merespon adanya infeksi tidak terpenuhi, sehingga terjadi revascularisasi dan resorpsi di jaringan tulang yang mati dan akhirnya akan membentuk *scar*.¹⁶

2.2 Kerangka Pemikiran

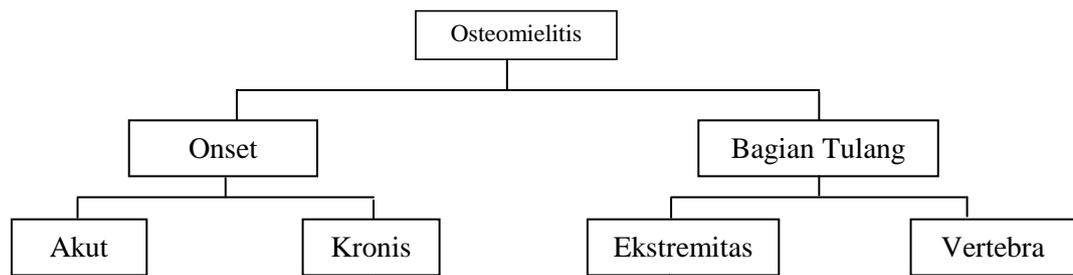
Osteomielitis merupakan infeksi pada tulang, dengan sebagian besar kasus disebabkan oleh *Staphylococcus aureus*; penyebab lainnya antara lain infeksi tuberkulosis. Proses peradangan dapat bersifat akut dan kronis, yang kronis akan menyebabkan nekrosis tulang dan pembentukan pus, di mana kadang-kadang terdapat cairan yang melewati kulit untuk membentuk hubungan sinus dengan tulang. Tulang yang nekrotik dapat terpisah dengan jaringan yang masih hidup untuk membentuk *sequesterum* sinus. Sumber infeksi dapat berasal dari :

- Hematogen: biasanya pada anak;
- Implantasi langsung akibat trauma, misalnya fraktur akibat pembedahan;

- Perluasan dari jaringan lunak di dekatnya, misalnya ulkus kaki pada diabetes

Terjadinya fraktur dan trauma yang menjadi faktor risiko dari osteomielitis menjadikan osteomielitis kejadian yang sering terjadi pada anak-anak, ditambah dengan struktur pembuluh darah yang khas yang meningkatkan terjadinya faktor osteomielitis pada anak-anak.

Meningkatnya kejadian osteomielitis menjadi kronik banyak disebabkan oleh terlambatnya diagnosis pengelompokan osteomielitis. Diagnosis tersebut salah satunya menggunakan hasil pencitraan sinar-X. Yang dapat dikelompokkan berdasarkan kerusakan anatomisnya, menjadi *medullary*, *superficial*, *localized*, dan *diffuse*.



Angka kejadian

Karakteristik

Usia	Jenis kelamin
26-35 tahun	
36-45 tahun	Perempuan
46-55 tahun	Laki-laki
56-65 tahun	

Gambaran pencitraan sinar-X

Medullary
Superficial
Localized
Diffuse

Gambar 2.5 Diagram Kerangka Pemikiran

Keterangan : Variabel yang akan diteliti