

1. Pendahuluan

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan merupakan penyakit dengan morbiditas dan mortalitas yang tinggi terutama di negara berkembang.¹⁻³ Berdasarkan estimasi *World Health Organization* (WHO), daerah dengan kasus TB baru yang tertinggi pada tahun 2009 adalah di daerah Asia Tenggara yang merupakan 35% dari insidensi global. Sekitar 1,3 juta populasi meninggal akibat TB pada tahun 2009.⁴

Tabel 1. Estimasi insidensi, prevalensi dan mortalitas TB pada tahun 2009.⁴

Regio WHO	Insidensi			Prevalensi		Mortalitas	
	Jumlah (per 1000)	% dari total global	Rasio per 100.000 populasi	Jumlah (per 1000)	Rasio per 100.000 populasi	Jumlah (per 1000)	Rasio per 100.000 populasi
Afrika	2800	30%	340	3900	450	430	50
Amerika	270	2,9%	29	350	37	20	2,1
Timur Tengah	660	7,1%	110	1000	180	99	18
Eropa	420	4,5%	47	560	63	62	7
Asia Tenggara	3300	35%	180	4900	280	480	27
Pasifik Barat	1900	21%	110	2900	160	240	13
Total global	9400	100%	140	14000	164	1300	19

Estimasi insidensi TB di Indonesia pada tahun 2009 adalah 430.000 kasus dengan mortalitas sebesar 61.000.⁵

Tabel 2. Estimasi insidensi, prevalensi dan mortalitas TB pada tahun 2009 di Indonesia.⁵

Estimasi	Jumlah (dalam ribuan)	Rasio (per 100.000 populasi)
Mortalitas (tidak termasuk HIV)	61 (36–95)	27 (16–41)
Prevalensi (termasuk HIV)	660 (280–1100)	285 (120–482)
Insidensi (termasuk HIV)	430 (350–520)	189 (154–228)
Insidensi (HIV-positif)	13 (5,5–25)	5,8 (2,4–11)

Pasien dengan TB paru aktif dapat asimtomatis atau disertai gejala batuk ringan, namun dapat pula datang dengan gejala seperti demam, lemah, penurunan berat badan, keringat malam dan batuk berdarah. Jika TB paru dideteksi secara dini dan diobati secara tuntas maka penderita TB paru dapat cepat menjadi non-infeksius dan akhirnya sembuh. Oleh karena itu diagnosis memegang peran penting dalam pengendalian infeksi TB di komunitas.⁶

Diagnosis definitif dari TB hanya dapat ditegakkan melalui kultur *Mycobacterium tuberculosis* terhadap spesimen yang diambil dari pasien. Namun oleh karena kesulitan dalam melakukan kultur kuman yang tumbuh lambat ini, maka diperlukan pemeriksaan-pemeriksaan lain. Pemeriksaan sputum basil tahan asam (BTA) merupakan pemeriksaan yang dapat dilakukan di hampir semua tempat dan relatif cepat. Diagnosis presumtif TB dapat ditegakkan melalui temuan BTA pada sputum sesuai dengan rekomendasi dari *International Standards for Tuberculosis Care (ISTC)* yang dikeluarkan oleh *Tuberculosis Coalition for Technical Assistance (TBCTA)*.⁷ Meskipun demikian, pemeriksaan sputum BTA tidak definitif oleh karena tidak semua basil tahan asam adalah *Mycobacterium tuberculosis*.⁸ Pemeriksaan sputum BTA juga memiliki kendala pada perolehan spesimen dengan kualitas yang baik.⁷

2. Peran foto toraks dan tomografi komputer

Pemeriksaan foto toraks dan tomografi komputer merupakan teknik-teknik pencitraan yang dapat membantu penegakkan diagnosis TB paru.⁶ Pemeriksaan foto toraks merupakan pemeriksaan yang sensitif namun tidak

spesifik untuk mendeteksi TB.⁷ Pemeriksaan foto toraks bermanfaat untuk mengidentifikasi pasien-pasien yang memerlukan pemeriksaan lanjutan jika terdapat kecurigaan terhadap TB paru. Namun diagnosis TB paru tidak dapat ditegakkan hanya berdasarkan foto toraks. Ketergantungan pada foto toraks sebagai satu-satunya tes diagnostik untuk TB akan menyebabkan *over-diagnosis* dan *missed-diagnosis*.⁷ Pada penelitian di India dengan 2.229 pasien, terdapat 227 pasien yang didiagnosis TB paru berdasarkan kriteria radiografik.⁹ Dari 227 pasien tersebut, 81 (36%) pasien memiliki hasil kultur yang negatif, sementara dari sisanya sebanyak 2.002 pasien, terdapat 31 (1,5%) pasien yang memiliki hasil kultur yang positif. Sebanyak 32 (20%) dari 162 kasus dengan hasil kultur yang positif, luput dari diagnosis melalui foto toraks. Berdasarkan data-data tersebut maka pemeriksaan foto toraks saja untuk diagnosis TB bukan merupakan pilihan. Foto toraks berguna untuk mengevaluasi pasien dengan hasil pemeriksaan sputum BTA yang negatif untuk mencari tanda-tanda TB paru maupun kelainan lain yang merupakan penyebab gejala.⁷

Foto toraks masih merupakan pilihan terbaik untuk skrining TB paru oleh karena pemeriksaan ini cepat dan mudah dilakukan. Dahulu, skrining TB paru dilakukan tanpa kriteria seleksi dengan menggunakan *mass miniature radiography* (MMR) yang disebut *active case-finding*. Namun saat ini metode tersebut sudah ditinggalkan oleh karena metode tersebut tidak spesifik dan tidak efektif dari segi biaya. Metode yang lebih baik adalah dengan membatasi skrining hanya pada pasien dengan manifestasi klinis yang sugestif suatu TB paru.¹⁰

Tomografi komputer berperan pada diagnosis kasus TB paru yang pada foto toraks tidak memberikan gambaran TB paru, namun disertai kecurigaan secara klinis.¹¹ Tomografi komputer dapat memperlihatkan TB milier sebelum tampak pada foto toraks.¹² Pembesaran kelenjar getah bening dapat lebih mudah diperlihatkan dengan tomografi komputer.¹³ Aktivitas dari TB paru juga dapat dinilai dengan tomografi komputer. Nodul sentrilobular dan gambaran *tree-in-bud* merupakan temuan yang menunjukkan TB paru yang aktif.¹¹ Kavitas yang pada foto polos juga merupakan petunjuk TB paru aktif, dapat lebih baik diperlihatkan dengan tomografi komputer.¹³

Hal yang perlu diperhatikan pada interpretasi TB paru melalui teknik pencitraan baik foto toraks maupun tomografi komputer adalah pengetahuan mengenai gambaran TB paru yang klasik dan atipikal. Diagnosis yang terlambat seringkali terjadi akibat kurangnya pengetahuan mengenai gambaran TB paru yang atipikal.¹²

Pengalaman juga memegang peran penting dalam interpretasi suatu pencitraan. Hal ini dapat dilihat pada suatu penelitian yang memperlihatkan peran pengalaman terhadap interpretasi foto toraks. Penelitian ini dilakukan oleh *The Research Institute of Tuberculosis* di Tokyo. Subjek yang membaca foto toraks hanya diminta untuk menentukan apakah foto-foto yang diberikan kepada mereka memerlukan pemeriksaan lanjutan untuk TB atau tidak. Kegagalan untuk meminta pemeriksaan lanjutan pada foto dengan kelainan dikategorikan sebagai *under-reading*. Sementara permintaan untuk pemeriksaan lanjutan pada foto yang

normal dikategorikan sebagai *over-reading*. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 3.¹⁴

Tabel 3. Peran pengalaman terhadap interpretasi foto toraks.¹⁴

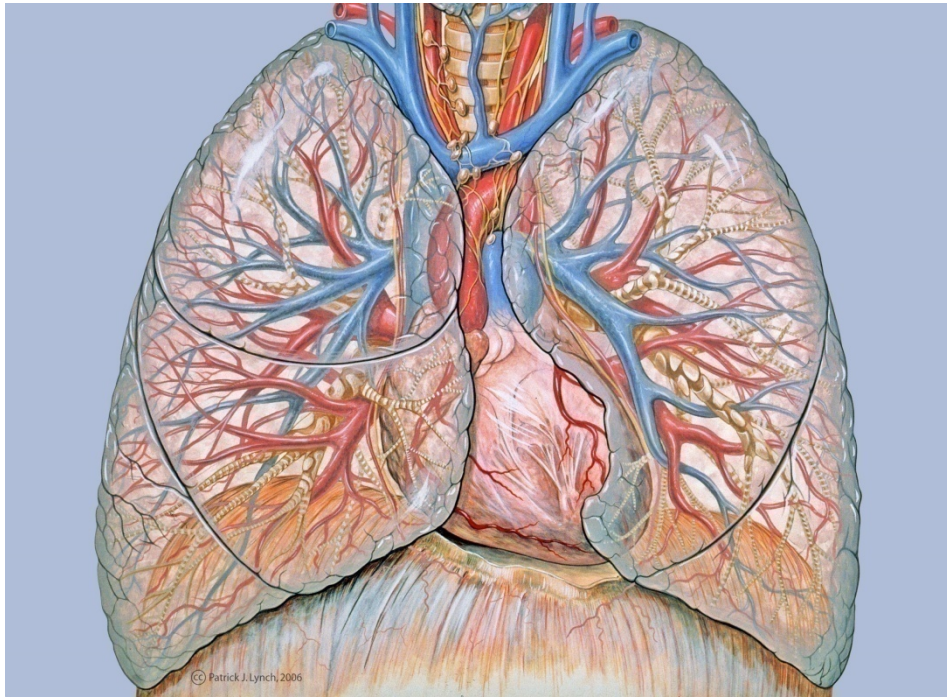
Pengalaman	Jumlah subjek	<i>Under-reading</i> (%)	<i>Over-reading</i> (%)
1–4 tahun	37	28,0	18,0
5–9 tahun	37	19,2	19,0
>10 tahun	88	17,6	17,0

Pengalaman berdasarkan penelitian tersebut memegang peran penting dalam interpretasi TB paru pada foto toraks karena lama pengalaman akan menurunkan kasus-kasus *under-reading* dan *over-reading*.

3. Anatomi Paru

Pemahaman mengenai anatomi paru dan struktur di sekitarnya akan membantu dalam memahami gambaran TB paru baik pada foto toraks maupun tomografi komputer. Oleh karena itu, anatomi paru dan struktur di sekitarnya akan dibahas secara singkat di makalah ini.

Paru-paru merupakan organ berbentuk konus yang terletak di dalam rongga toraks dan masing-masing dilapisi oleh pleura viseral. Kedua paru masing-masing dipisahkan oleh mediastinum yang berisi jantung dan pembuluh-pembuluh besar. Pada bagian medial paru-paru terdapat hilus yang dibentuk oleh struktur-struktur yang masuk atau keluar dari paru-paru yaitu arteri pulmonalis, vena pulmonalis, bronkus, saraf, pembuluh limfe, dan kelenjar.^{15,16}

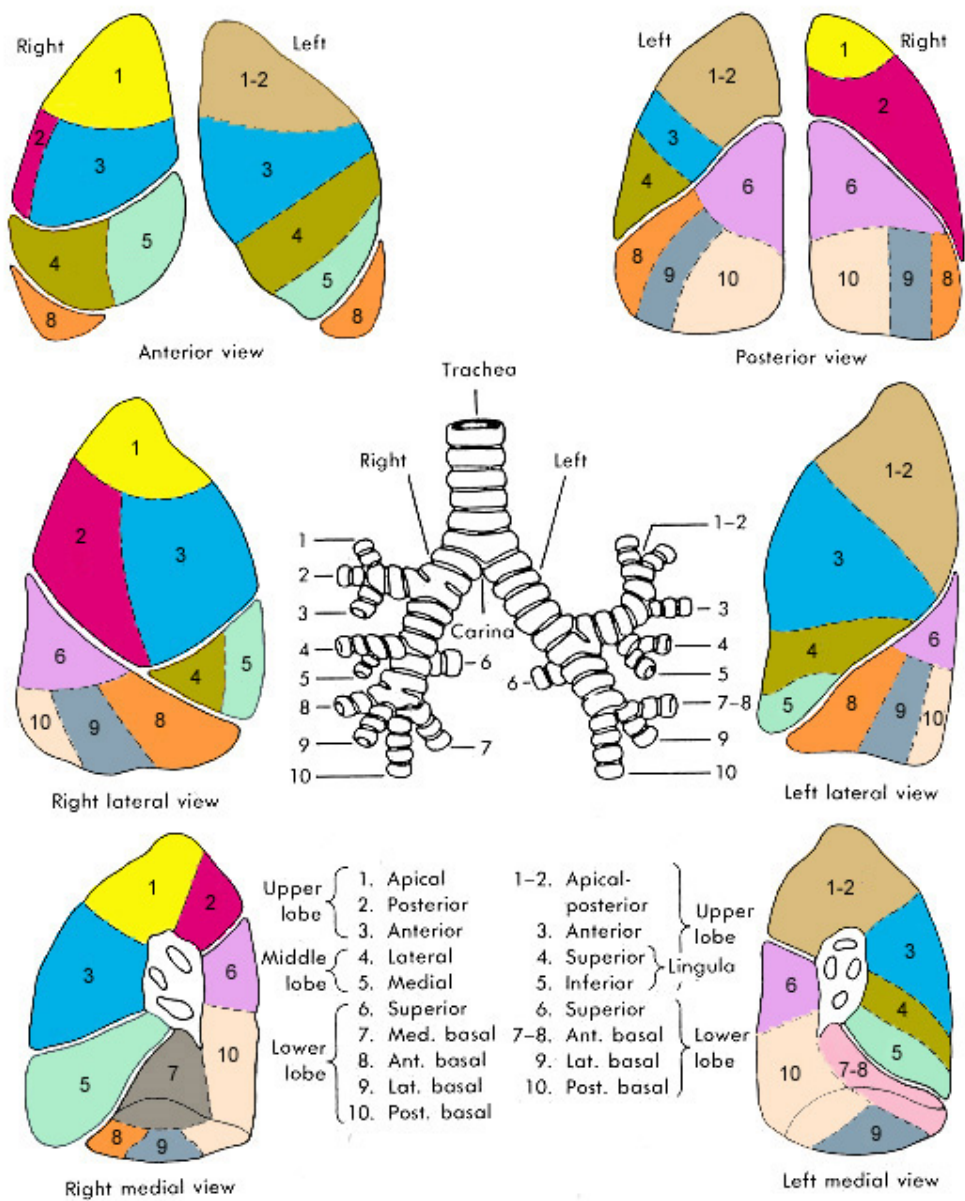


Gambar 1 Anatomi paru-paru.¹⁷

Paru kanan dibagi menjadi tiga lobus oleh fissura mayor (oblik) dan minor (horizontal), selanjutnya masing-masing lobus terbagi dalam beberapa segmen. Fissura minor memisahkan lobus superior dengan lobus medius, sedangkan fissura mayor memisahkan lobus inferior dari lobus medius dan superior. Pada paru kiri fissura mayor memisahkan lobus superior dari inferior. Bagian anteroinferior lobus superior paru kiri memiliki proyeksi yang berbentuk seperti lidah, yang disebut lingula.^{15,16}

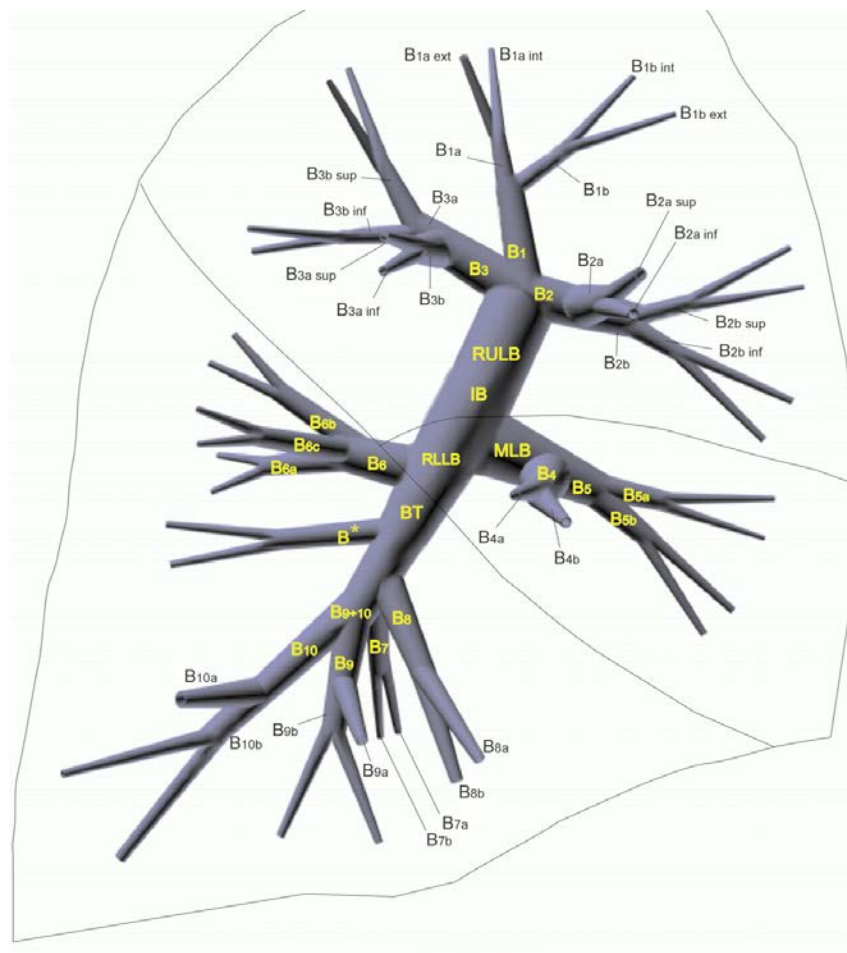
Sesuai dengan segmen bronkus, lobus paru dibagi lagi menjadi beberapa segmen, yaitu sepuluh segmen pada paru kanan dan delapan segmen pada paru kiri. Berbeda dengan lobus, segmen paru tidak dibatasi oleh pleura. Lobus superior kanan terdiri dari tiga segmen : (1) segmen apikal, (2) segmen posterior, dan (3) segmen anterior. Lobus medius terdiri dari dua segmen : (4) segmen

lateral dan (5) segmen medial. Lobus inferior kanan terdiri dari lima segmen : (6) segmen superior, (7) segmen mediobasal, (8) segmen anterobasal, (9) segmen laterobasal, dan (10) segmen posterobasal. Berbeda dengan paru kanan, pada paru kiri terdapat lingula yang merupakan bagian dari lobus superior dan terdapat beberapa segmen yang bersatu, sehingga paru kiri terbagi menjadi delapan segmen. Lobus superior kiri terdiri dari empat segmen (1,2) segmen apikoposterior, (3) segmen anterior, (4) lingula segmen superior, dan (5) lingula segmen inferior. Lobus inferior kiri terdiri dari empat segmen : (6) segmen superior, (7,8) segmen anteromedial, (9) segmen laterobasal, dan (10) segmen posterobasal.^{15,16}

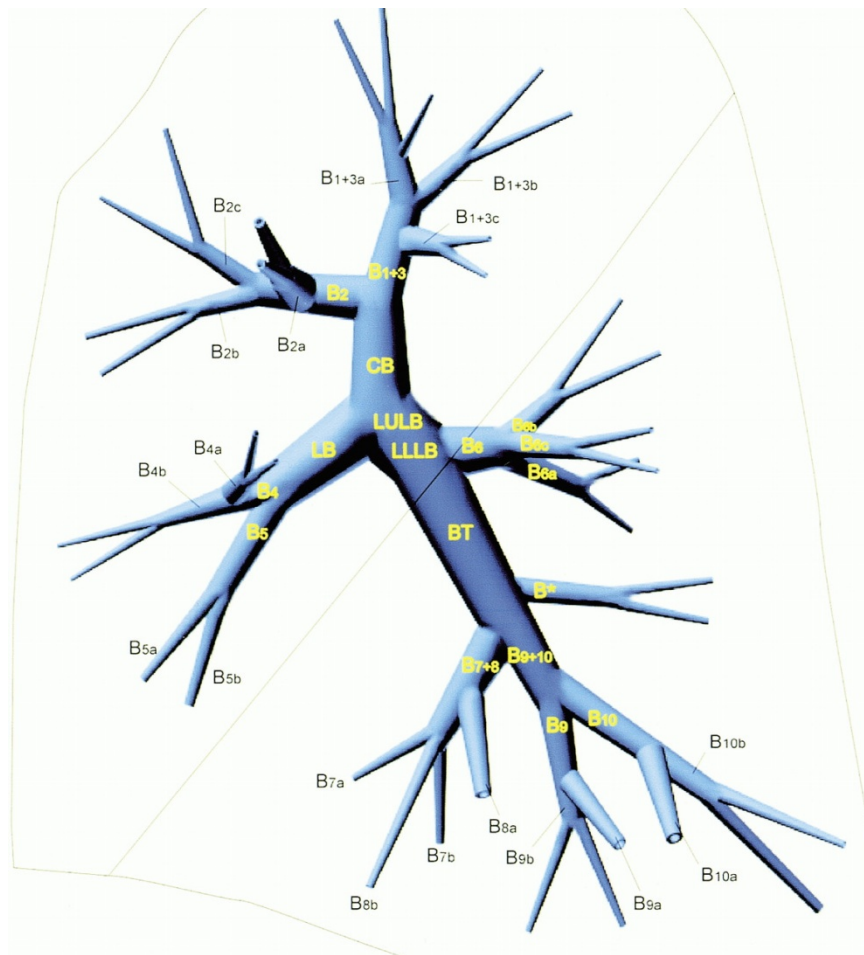


Gambar 2 Anatomi segmen paru.¹⁸

Bronkus dimulai dari percabangan trakea kemudian bercabang menjadi bronkus utama kanan dan kiri. Tempat percabangan bronkus disebut carina. Bronkus utama kanan lebih pendek, lebih lebar, dan lebih curam daripada bronkus utama kiri. Bronkus utama kanan memberikan cabang untuk lobus superior, lobus medius, dan lobus inferior. Bronkus utama kiri lebih panjang dan lebih kecil dan lebih landai daripada kanan. Bronkus utama kiri kemudian bercabang menuju lobus superior dan lobus inferior paru kiri.^{15,16}



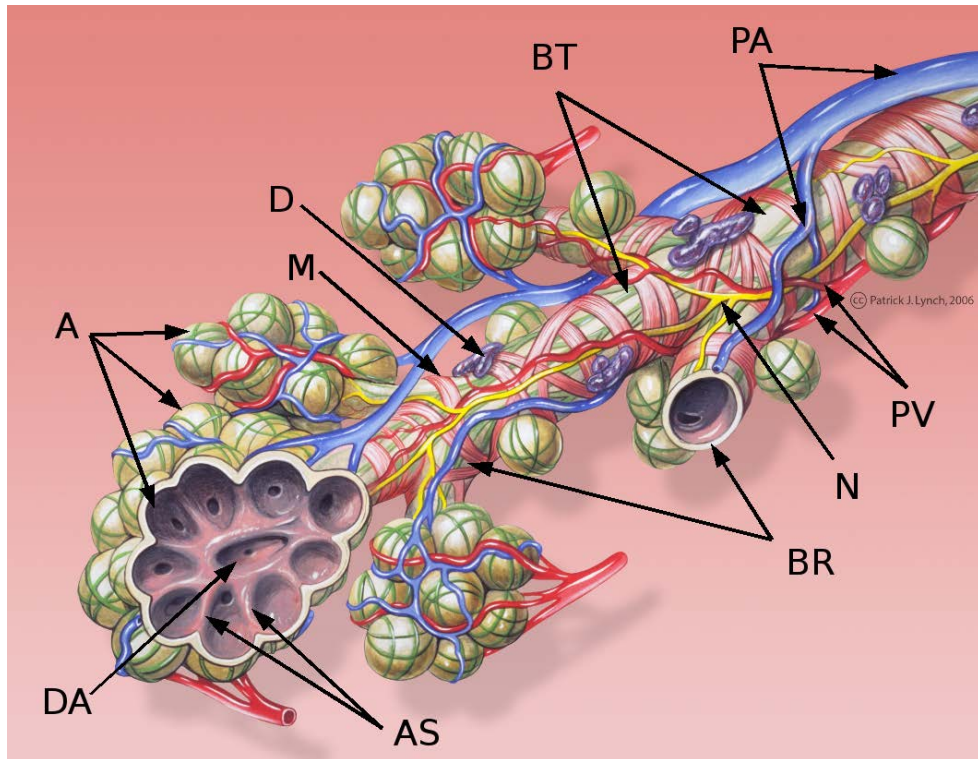
Gambar 3. Gambaran skematik (pandangan lateral) dari percabangan bronkus paru kanan.¹⁹



Gambar 4. Gambaran skematik (pandangan lateral) dari percabangan bronkus paru kiri.¹⁹

Cabang utama bronkus kanan dan kiri bercabang-cabang menjadi bronkus sekunder (lobaris), kemudian menjadi bronkus segmental. Percabangan ini terus menerus sampai pada cabang terkecil yaitu bronkiolus terminalis, yang berdiameter sekitar 0,2 mm. Bronkiolus terminalis kemudian bercabang menjadi dua sampai tiga bronkioli respiratorius yang masing-masing bercabang menjadi dua sampai sebelas duktus alveolari. Setiap duktus terdiri dari dua sampai enam sacus alveolaris, yang merupakan struktur akhir dari paru-paru. Setiap alveolus

dipisahkan dari alveolus di dekatnya oleh dinding tipis atau septa yang memiliki lubang kecil yang disebut pores of Kohn. Mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveolus disebut sebagai asinus yang merupakan unit fungsional paru-paru.^{15,16}



Gambar 5. Gambaran skematik dari percabangan bronkiolus.²⁰

Keterangan: *DA: ductus alveolaris, AS: alveolar septum, BR: bronchus respiratorius, BT: bronchus terminalis, D: mucous gland, M: musculus, N: nervus, PA: branch of pulmonary artery, PV: branch of pulmonary vein.*

Paru-paru diperdarahi oleh arteri-arteri pulmonalis yang berasal dari trunkus pulmonalis. Arteri pulmonalis membawa darah deoksigenasi (kadar oksigen rendah) ke paru-paru. Arteri pulmonalis kanan dan kiri memberikan cabang ke lobus superior sebelum memasuki hilus. Di dalam paru-paru a. pulmonalis berjalan posterolateral terhadap cabang bronkus utama dan memberikan cabang ke tiap-tiap lobus dan segmen. Cabang terminal a. pulmonalis

kemudian terbagi menjadi kapiler-kapiler pada dinding alveoli di mana terjadi pertukaran gas. Darah yang sudah teroksigenasi meninggalkan kapiler-kapiler alveoli, masuk ke cabang-cabang vena pulmonalis, yang berjalan di septal interlobular. Vena-vena tersebut mengalir setiap segmen bronkopulmonalis, biasanya di permukaan anterior bronkus. Pada paru kanan dan kiri, dua vena pulmonalis, yaitu superior dan inferior masuk ke dalam atrium kiri aspek posterior.^{15,16}

Arteri-arteri bronkhialis mengalirkan darah ke jaringan ikat percabangan bronkus. Pembuluh darah ini berasal dari aorta torakalis dan berjalan di sepanjang aspek posterior bronkus sampai ke bronkiolus respiratorius. Vena bronkhialis mengalir ke dalam vena azigos dan hemiazigos.^{15,16}

Pembuluh limfe paru berasal dari pleksus superfisialis dan pleksus profunda. Pleksus superfisialis terletak di bawah pleura viseral kemudian mengalir ke dalam nodus limfatikus bronkopulmonalis yang terletak di hilus. Limfe kemudian dialirkan ke nodus limfatikus trakeobronkhialis yang terletak di bifurkatio trakea. Pleksus superfisialis ini berfungsi mengalir paru dan pleura viseral. Pleksus profunda terletak di submukosa bronkus dan di jaringan ikat peribronkhial. Pembuluh-pembuluh limfe tersebut kemudian mengalir ke nodus limfatikus pulmonalis yang berjalan di sepanjang bronkus dan a.pulmonalis menuju hilus. Limfe kemudian dialirkan ke nodus limfatikus bronkopulmonalis, menuju ke nodus limfatikus trakeobronkhialis. Semua cairan limfe baik dari pleksus superfisialis maupun profunda kemudian mengalir masuk ke dalam

trunkus limfatikus bronkomediastinalis, berjalan turun pada sisi-sisi trakea lalu mengalir ke dalam v. brakiosefalika atau duktus torasikus.^{15,16}

4. Patogenesis TB

TB merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang merupakan basil aerob, non-motil, dan tahan terhadap asam, pengeringan serta alkohol.⁶ TB secara klasik dibagi menjadi primer dan sekunder. TB primer terjadi pada penderita yang sebelumnya belum pernah terpajan dengan *M. tuberculosis*. TB sekunder terjadi pada penderita yang sebelumnya pernah tersensitasi oleh *M. tuberculosis*.²¹ Seseorang dengan TB paru aktif yang tidak mendapat terapi, dapat menginfeksi rata-rata 10–15 orang per tahun. Kemungkinan penularan ini bergantung pada jumlah droplet yang ditransmisikan, durasi pajanan, serta virulensi dari *M. tuberculosis*.⁶

4.1 Patogenesis TB primer

Setelah pencegahan penularan TB bovin melalui pasteurisasi susu diterapkan, infeksi TB enterogenik di negara maju hampir tidak ada dan infeksi TB primer biasanya melalui saluran pernafasan. Infeksi terjadi akibat inhalasi droplet (2–10 μ m) yang mengandung basil (1–4 μ m). Droplet tersebut akan dibawa oleh silia ke bronkiolus terminalis dan alveoli. Inokulasi terjadi pada area dengan ventilasi yang paling banyak, biasanya pada segmen anterior lobus superior, lobus medius, lingula, dan segmen basal dari lobus inferior.^{6,12} Makrofag alveolar akan menangkap basil. Basil TB tersebut akan bereplikasi di dalam makrofag alveolar.

Makrofag alveolar akan berinteraksi dengan limfosit T dan menyebabkan differensiasi makrofag menjadi histiosit epiteloid.²² Histiosit epiteloid dan limfosit akan beragregasi membentuk granuloma. Pada granuloma, limfosit T CD4 akan mensekresi sitokin seperti interferon- γ yang akan mengaktifasi makrofag untuk membunuh basil TB di dalamnya. Limfosit T CD 8 (limfosit T sitotoksik) juga dapat langsung membunuh sel yang terinfeksi.²³ Meskipun demikian, basil TB tidak selalu tereliminasi dari granuloma, namun basil tersebut dapat menjadi dorman. Granuloma juga dapat mengalami nekrosis di bagian tengahnya.⁶

Reaksi imunologis yang disebabkan oleh basil TB merupakan hipersensitivitas tipe IV (hipersensitivitas lambat) yang akan bermanifestasi setelah kurang lebih 4–10 minggu setelah infeksi. Pada saat tersebut, reaksi tuberkulin akan menjadi positif. Reaksi ini akan menyebabkan nekrosis perkijuan pada fokus infeksi dengan atau tanpa keterlibatan kelenjar getah bening (KGB). Fokus primer di parenkim disebut sebagai fokus primer atau fokus Ghon.²⁴ Kombinasi fokus primer dengan pembesaran KGB yang menerima aliran limfatik dari fokus primer tersebut dinamakan kompleks primer atau kompleks Ghon.^{12,21} Fokus primer ini akan terjadi di daerah dengan ventilasi yang paling banyak, biasanya pada segmen anterior lobus superior, lobus medius, lingula, dan segmen basal dari lobus inferior. Fokus primer ini biasanya terdapat di daerah subpleural. Limfangitis lokal yang terjadi antara fokus primer dan KGB terkadang dapat terlihat pada foto toraks.

Perkembangan dari infeksi primer bergantung pada beberapa faktor seperti jumlah dan virulensi dari basil TB, imunitas alami dan imunitas spesifik yang

dimiliki inang serta reaksi hipersensitivitas yang timbul.¹² Pada pasien yang imunokompeten, imunitas spesifik yang timbul biasanya cukup untuk membatasi multiplikasi basil TB sehingga lesi akan sembuh tanpa menimbulkan gejala.²⁵ Pada kasus-kasus seperti ini, tes tuberkulin yang positif dapat menjadi satu-satunya pertanda telah terjadi infeksi primer. Proses ini terjadi pada 95% pasien yang imunokompeten. Penyembuhan TB terjadi dengan resorpsi nekrosis kaseosa yang disertai deposisi kolagen (fibrosis) dan kalsifikasi.²⁶

Proses ini terjadi di paru, KGB yang terlibat, maupun di jaringan ekstrapulmonal (ginjal, metafisis tulang panjang, dan otak) yang berasal dari penyebaran hematogen yang minimal. Gambaran radiologi dari lesi penyembuhan ini adalah fokus kalsifikasi. Kombinasi fokus Ghon dengan kalsifikasi di KGB yang terlibat disebut sebagai kompleks Ranke.^{27,28} Walaupun ada juga literatur yang menyamakan istilah kompleks Ranke dengan kompleks Ghon atau kompleks primer.¹² Fokus Simon merupakan kalsifikasi di apeks paru yang merupakan tanda lesi yang mengalami penyembuhan. Distribusi fokus Simon yang terdapat di apeks paru menunjukkan telah terjadi penyebaran hematogen yang minimal.¹² Lesi penyembuhan ini dapat mengandung basil yang bersifat dorman yang tetap memberikan stimulus antigenik terhadap reaksi hipersensitivitas. Pada keadaan imunodepresi, basil ini dapat mengalami reaktivasi.

Pada 5% populasi yang terinfeksi, imunitas yang dimiliki tidak adekuat dan TB paru dapat berkembang dalam satu tahun sejak terjadinya infeksi primer. Keadaan ini disebut sebagai infeksi primer yang progresif.²⁹

4.2 Patogenesis TB sekunder

TB sekunder berasal dari reaktivasi fokus yang dorman. Pada 5% populasi yang terinfeksi TB, reaktivasi endogen dapat terjadi beberapa tahun setelah infeksi primer.²⁹ Reaktivasi TB ini biasanya terjadi di apeks paru. Lesi di apeks ini didapatkan melalui penyebaran hematogen selama infeksi primer beberapa tahun sebelumnya. Segmen apikal dan posterior dari lobus superior serta segmen apikal lobus inferior merupakan tempat reaktivasi sering terjadi. Hal ini diakibatkan tekanan oksigen di tempat tersebut merupakan yang paling tinggi dibandingkan bagian paru lainnya. Penjelasan lain adalah sistem pengaliran limfatik di daerah tersebut yang kurang baik. Lesi di apeks tersebut merupakan kelanjutan dari fokus Simon yang terjadi setelah infeksi primer. Setelah reaktivasi, lesi di fokus Simon akan berkonfluens, dan mengalami likuefaksi serta ekskavasi.¹² Infeksi sekunder juga dapat terjadi akibat reinfeksi, walaupun hal ini jarang terjadi bila pasien berdomisili di negara-negara maju.¹²

5. Gambaran TB paru klasik dan atipikal pada foto toraks dan tomografi komputer.

Secara klasik, TB paru dibagi menjadi TB paru primer dan TB paru sekunder, sehingga gambaran TB paru yang sesuai dengan pembagian tersebut disebut juga gambaran TB paru yang klasik atau tipikal.¹² Terdapat beberapa pendapat mengenai batasan TB atipikal. Beberapa ahli berpendapat bahwa TB atipikal adalah gambaran TB primer pada orang dewasa.^{12,30} Hal tersebut terjadi karena menurunnya kejadian infeksi pada masa kanak-kanak akibat semakin berhasilnya program kesehatan masyarakat dan perkembangan obat-obat antituberkulosis yang pesat sehingga infeksi baru terjadi pada orang dewasa.³¹⁻³³ TB atipikal dikatakan juga berkaitan dengan epidemi penyakit *acquired immunodeficiency syndrome* (AIDS), karena TB pada pasien dewasa dengan AIDS sering memberikan gambaran TB primer.⁶ Namun ahli-ahli yang lain berpendapat bahwa TB atipikal adalah gambaran TB yang tidak khas baik dari lokasi maupun gambaran radiologisnya.^{6,12,27} Oleh karena itu gambaran TB paru yang klasik perlu dipahami sebelum kita dapat membedakan gambaran TB paru yang klasik dengan gambaran TB paru atipikal.

Penggunaan istilah atipikal juga harus diperhatikan dengan hati-hati karena terdapat juga infeksi oleh *mycobacterium* yang atipikal. Istilah atipikal di makalah ini digunakan untuk menjelaskan TB paru yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dengan gambaran atipikal. Sementara infeksi oleh *mycobacterium* yang atipikal adalah infeksi yang disebabkan oleh *mycobacterium* lain seperti *Mycobacterium avium complex* (MAC) dan *Mycobacterium*

scrofulaceum.³⁴ Makalah ini tidak membahas gambaran radiologi penyakit yang disebabkan oleh *mycobacterium* yang atipikal ini.

5.1 TB paru klasik

5.1.1 TB paru primer

TB primer terjadi pada pasien yang sebelumnya belum pernah terpajan dengan *M. tuberculosis*. TB primer paling sering terjadi pada bayi dan anak di bawah 5 tahun.²⁷ TB paru primer memberikan gambaran foto toraks yang normal pada 15% pasien yang telah terbukti mengidap TB paru.³⁵

5.1.1.1 Foto toraks

Bercak lunak pada parenkim paru biasanya terletak di bagian perifer dari paru terutama di area subpleura. Bercak lunak lebih sulit dilihat dengan foto toraks oleh karena volumenya yang kecil. CT biasanya diperlukan untuk melihat lesi ini dengan lebih jelas.¹² Segmen anterior dari lobus superior, lobus media, lingula dan lobus inferior merupakan bagian paru yang sering terkena.³⁶

Gambar 6. Bercak lunak terdapat di lapang tengah paru kiri yang disebut juga fokus primer

Lesi di parenkim juga dapat berupa perselubungan opak yang menyerupai pneumonia dengan batas yang tidak tegas.²⁷ Perselubungan opak ini terdapat pada 70% pasien dengan TB primer.³⁷ Leung dkk. menemukan bahwa keterlibatan lesi parenkim paru lebih sedikit pada anak-anak berusia di bawah 3 tahun (51%) dibandingkan dengan anak-anak berusia di atas 3 tahun (78%).³⁷ Petunjuk yang dapat membedakannya dengan pneumonia adalah ada tidaknya limfadenopati. Perselubungan opak pada TB biasanya disertai limfadenopati.²⁷ Lesi parenkim TB primer jarang disertai kavitas.³⁶

Gambar 7. Foto toraks seorang anak berusia 4 tahun menunjukkan pembesaran KGB perihiler (panah) disertai perselubungan opak lobus superior kanan

Gambar 8. Foto toraks seorang anak berusia 4 tahun dengan TB, tampak perselubungan opak di lobus superior.

Seiring dengan timbulnya imunitas, penyembuhan akan terjadi. Pada sekitar dua pertiga kasus, fokus parenkim dapat sembuh tanpa bekas pada foto toraks, namun resolusi ini dapat memerlukan waktu hingga 2 tahun. Sisanya, dapat mengalami kalsifikasi.²⁷ Opasitas pada paru akan mengecil sampai tersisa nodul kecil yang akan mengalami kalsifikasi (fokus Simon).¹²

Gambar 9. Fokus Simon. Foto toraks di daerah lobus superior kanan memperlihatkan lesi kalsifikasi multipel di apeks paru.¹²

Limfadenopati merupakan manifestasi paling umum dari TB paru primer. Adanya limfadenopati hilar dan mediastinal dapat membedakan TB paru primer dengan TB paru sekunder, karena limfadenopati hanya terjadi pada 5% pasien TB sekunder.²⁷ Limfadenopati tanpa lesi parenkim dapat terjadi sebagai satu-satunya pertanda TB paru primer pada foto toraks. Limfadenopati perihiler terjadi pada sekitar 60% pasien dengan TB paru primer. Limfadenopati paratrakea terjadi pada 40% pasien dan limfadenopati subkarina terjadi pada 80% pasien TB paru primer.³⁶ Limfadenopati biasanya bersifat unilateral dan terdapat di sebelah kanan.²⁷ Gambaran limfadenopati TB tidak dapat dibedakan dengan sarkoidosis maupun limfoma. Penyembuhan akan membuat limfadenopati mengecil dan mengalami kalsifikasi.³⁶ Kombinasi kalsifikasi KGB perihiler dengan fokus Ghon disebut sebagai kompleks Ranke.²⁷

Gambar 10. Fokus Ghon (panah kecil) yang disertai limfadenopati perihiler kanan (panah besar).

Gambar 11. Kompleks Ranke. Fokus primer (panah besar) dan KGB yang mengalami kalsifikasi (panah kecil).

Gambar 12. Limfadenopati pada TB primer. Foto toraks memperlihatkan limfadenopati di perihiler kiri dan di paratrakea kanan.²⁷

Gambar 13. Kompleks Ranke. Fokus primer (panah besar) dan KGB paratrakea kanan (panah kecil) yang mengalami kalsifikasi.¹²

Gambar 14. Limfadenopati pada TB paru primer.³⁸

Lesi TB primer juga dapat melibatkan saluran pernafasan. Limfadenopati dapat menekan saluran pernafasan yang mengakibatkan terjadinya atelektasis. Atelektasis yang diakibatkan oleh limfadenopati disebut juga sebagai epituberkulosis. Atelektasis biasanya terjadi pada segmen anterior dari lobus

superior dan segmen medial dari lobus media. Atelektasis akan menghilang seiring dengan regresi dari limfadenopati. Resolusi yang mendadak dari atelektasis menandakan perforasi KGB yang terinfeksi ke saluran pernafasan sehingga terbebas dari obstruksi.³⁶

Gambar 15. Foto toraks pada anak berusia 3 tahun yang menderita TB primer dengan atelektasis lobus inferior kanan dengan penarikan fissura mayor (panah).³⁹

Gambar 16. Epituberkulosis yang diakibatkan limfadenopati perihiler kanan.¹²

KGB di mediastinum juga terkadang dapat mengerosi saluran pernafasan di dekatnya (bronkolitiasis).⁴⁰

Gambar 17. Bronkolitiasis (panah lengkung) pada TB yang menyebabkan atelektasis parsial lobus superior kanan (panah lurus).⁴⁰

Saluran pernafasan dapat terlibat pada TB melalui berbagai macam cara seperti infeksi langsung dari KGB, penyebaran endobronkial, penyebaran limfatik maupun hematogen.^{36,41} Komplikasi jangka panjang dari keterlibatan saluran pernafasan adalah stenosis trakeobronkial. Stenosis bronkial dapat bermanifestasi sebagai atelektasis segmental atau lobaris yang persisten, hiperinflasi lobar, pneumonia obstruktif, atau impaksi mukoid.⁴²

Gambar 18. Foto toraks yang memperlihatkan atelektasis paru kanan akibat stenosis bronkus utama kanan dan bronkus lobus superior kanan.³⁹

Efusi pleura dapat ditemukan pada kurang lebih seperempat pasien dengan TB paru primer.⁴³ Namun, efusi jarang ditemukan pada bayi dengan TB paru. Efusi biasanya bersifat unilateral dan jarang disertai komplikasi empiema, fistulisasi atau erosi tulang. Efusi pleura dapat mengakibatkan penebalan dan kalsifikasi pleura.²⁷

Gambar 19. Foto toraks yang memperlihatkan efusi pleura (panah lengkung), dan limfadenopati perihiler kanan (panah lurus).³⁹

5.1.1.2 Tomografi komputer

Tomografi komputer akan membantu memperlihatkan bercak lunak pada parenkim serta limfadenopati. Tomografi komputer merupakan teknik pencitraan terpilih untuk memperlihatkan limfadenopati dan keterlibatan saluran pernafasan. Limfadenopati yang menyebabkan kompresi bronkial dapat terdeteksi. Limfadenopati akan memberikan gambaran hipoatenuasi sentral dengan penyangatan di bagian tepi dengan pemberian zat kontras. Bronkolitiasis juga dapat diperlihatkan dengan tomografi komputer. Tomografi komputer akan mendeteksi efusi pleura minimal dengan lebih mudah.³⁶

Gambar 20. Tomografi komputer pada ketinggian bronkus lobus media kanan dengan *mediastinal window* memperlihatkan perselubungan opak pada lobus media yang disertai pembesaran KGB perihiler kanan dan subkarina (panah).⁶

Gambar 21. Tomografi komputer dengan *mediastinal window* yang juga memperlihatkan pembesaran KGB perihiler kanan dan subkarina (panah).⁶

Gambar 22. Tomografi komputer dengan *mediastinal window* memperlihatkan limfadenopati yang mengalami kalsifikasi yang disertai fokus primer yang mengalami kalsifikasi (Kompleks Ranke).¹²

Gambar 23. Tomografi komputer memperlihatkan epituberkulosis pada segmen anterior dari lobus superior paru kiri.¹²

Gambar 24. Efusi pleura kanan.⁴²

5.1.2 TB paru sekunder

TB paru sekunder biasanya mengenai remaja dan orang dewasa. TB paru sekunder terjadi pada pasien yang sebelumnya pernah terpajan oleh *M. tuberculosis*. TB paru sekunder dapat bermanifestasi dengan lesi parenkimal, lesi pada saluran pernafasan, serta pleura. Limfadenopati merupakan manifestasi yang jarang.²⁷

5.1.2.1. Foto toraks

Temuan paling awal pada lesi parenkimal adalah bercak lunak biasanya di segmen apikal dan posterior dari lobus superior.⁴⁴ Pada kebanyakan kasus lebih dari satu segmen paru yang terlibat dan TB yang bilateral terdapat pada sepertiga sampai dua pertiga kasus.²⁷

Gambar 25. TB sekunder dengan bercak lunak di apeks dan lapang atas kedua paru yang disertai noda keras dan garis keras.²⁷

Gambar 26. Bercak lunak di area infraklavikular yang disebut juga fokus Assmann.^{12,21}

Kavitas yang merupakan pertanda TB paru sekunder terdapat pada sekitar 50% pasien. Kavitas biasanya memiliki dinding yang tebal dan ireguler yang akan menjadi tipis seiring dengan pengobatan. Kavitas biasanya multipel dan terjadi pada area perselubungan opak. Kavitas dapat disertai gambaran *air-fluid level* yang menandakan adanya superinfeksi.²⁷ Superinfeksi dengan *Aspergillus* akan mengakibatkan aspergilloma atau misetoma. Sekitar 25–55% pasien dengan aspergilloma memiliki riwayat TB dengan kavitas.

Gambar 27. TB sekunder pada pria berusia 55 tahun yang memperlihatkan kavitas di lapang atas paru kanan.⁶

Gambar 28. *Air-fluid level* di dalam kavitas TB.¹²

Gambar 29. Aspergilloma. Suatu massa nodular terdapat di dalam kavitas yang berdinding tebal dan gambaran udara yang tersisa memberikan gambaran bulan sabit (panah).¹²

Penyebaran endobronkial merupakan komplikasi yang paling umum dari kavitas TB. Basil TB menyebar melalui saluran pernafasan setelah terjadi nekrosis kaseosa pada dinding bronkus.⁴² Basil TB akan menginfeksi parenkim pada bagian paru yang sebelumnya tidak terlibat melalui saluran pernafasan.³⁶ Gambaran pada foto toraks berupa bercak lunak yang terdistribusi secara segmental atau lobaris, namun jauh dari kavitas yang menjadi sumber infeksi. Penyebaran endobronkial biasanya mengenai lapang bawah paru.¹² Bercak lunak tersebut dapat berkonfluen dan menyerupai pneumonia bakterial. Penyebaran dari lobus superior ke lobus inferior sering terjadi dan disebut pola *upstairs-downstairs*.

Gambar 30. Foto toraks pada wanita berusia 83 tahun yang memperlihatkan kavitas di lobus superior kanan yang mengalami atelektasis parsial serta penyebaran endobronkial ke bagian paru lain.⁴⁵

Walaupun tuberkuloma biasanya terjadi pada TB primer yang mengalami penyembuhan, tuberkuloma terdapat pada 3–6% kasus TB sekunder.⁴⁶ Tuberkuloma merupakan granuloma yang disebabkan basil tahan asam yang dikelilingi oleh reaksi peradangan granulomatosa dan jaringan ikat.⁴⁷ Kavitas yang menyembuh juga merupakan salah satu kemungkinan penyebab tuberkuloma.⁴⁶ Diameter tuberkuloma berkisar antara 0,4–5cm dan dapat soliter maupun multipel. Tuberkuloma biasanya berbatas tegas. Kebanyakan lesi memiliki ukuran yang stabil dan dapat disertai kalsifikasi. Kalsifikasi terdapat pada 20–30% tuberkuloma dan dapat bersifat noduler maupun difus.⁴⁷ Lesi satelit dapat ditemukan pada 80% tuberkuloma.¹²

Gambar 31. Tuberkuloma yang disertai kalsifikasi pada TB paru sekunder.¹²

Gambar 32. Tuberkuloma pada TB paru primer yang memberikan gambaran nodul berbatas tegas (panah).⁴²

TB milier merupakan TB dengan penyebaran yang difus secara hematogen. TB milier terjadi pada 2–6% TB primer namun lebih banyak terjadi pada TB sekunder.⁴⁸ Pada TB sekunder, TB milier dapat tampak dengan atau tanpa lesi tipikal lain pada parenkim. Setiap fokus infeksi merupakan granuloma lokal yang terdiri dari nekrosis sentral yang dikelilingi histiosit epiteloid dan jaringan fibrosa.⁶ Gambaran khas dari TB milier adalah nodul multipel berukuran 1–3mm yang terdistribusi di seluruh lapang paru. Lesi lain yang menyokong diagnosis TB seperti perselubungan opak, kavitasi, limfadenopati terdapat pada 30% kasus TB milier. Gambaran foto toraks yang normal pada TB milier dapat terjadi pada permulaan penyakit dan terjadi pada 25–40% pasien pada saat

pemeriksaan awal.⁴⁸ Gambaran TB milier yang khas dapat tidak tampak tiga sampai enam minggu setelah penyebaran hematogen.⁴⁹

Gambar 53. Tomografi komputer pada pasien yang sama dengan pasien pada Gambar 51. Kedua gambar memperlihatkan keterlibatan ekstrapulmonal yaitu limfadenopati di daerah leher kanan dan aksila kiri.⁶

Gambar 54. TB paru pada pria berusia 51 tahun dengan AIDS dan hitung CD4 sebesar 4 sel/ μ L. Foto toraks memperlihatkan perselubungan opak di lapang atas kedua paru yang menyerupai massa.⁶

Gambar 55. Tomografi komputer dengan ketinggian vena inominata kiri pada pasien yang sama dengan pasien pada Gambar 54. Kedua gambar memperlihatkan perselubungan opak yang menyerupai massa dengan *air bronchogram*, nodul-nodul kecil sentrilobular (panah), dan opasitas *ground-glass* di kedua lobus superior paru.⁶