

## **EMPIEMA NECESSITANS AKIBAT INFEKSI TUBERKULOSIS YANG DITATALAKSANA DENGAN PEMBEDAHAN: LAPORAN KASUS DAN TINJAUAN PUSTAKA**

**Amelinda Fortuna Dewi<sup>1\*</sup>, Fauzi Abdillah<sup>2</sup>, Arif Prasetyo Utomo<sup>3</sup>, Darmawan Ismail<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup>Departemen Bedah Torak, Kardiak dan Vaskular, RSUD Dr. Moewardi

<sup>\*)</sup>Email Korespondensi: fortunadewiamelinda@gmail.com

**Abstract: Empyema Necessitans due to Tuberculosis Infection Managed Surgically: Case Report and Review of the Literature.** *Empyema necessitans (EN) is a very rare consequence of untreated pleural infection. It occurs when an untreated empyema extended through the parietal pleura and forms abscesses in the subcutaneous tissue of the chest wall. An immediate response is necessary to avoid significant morbidity. Here we present A 51-year-old female with soft swelling on the right lower posterior chest wall. Chest X-ray then Computed Tomography (CT) thorax suggested lung abscess and empyema necessitans in the inferior lobe of the right lung, we found empyema intraoperatively instead. The patient was treated with a small incision and drainage; however, the condition remained unresolved. The treatment was continued with thoracotomy decortication as drainage and debridement of infected tissue and antibiotic escalation. The chest tube was removed and patient was discharged on day 5 postoperatively after showing a clinical improvement. The GeneXpert® test was done and confirmed that M. tuberculosis was the cause. EN rarely exists as the sole infection in lung and pleura. Accurate diagnosis based on specific physical examination findings and workups are important to prevent significant morbidity and mortality. Effective management of empyema necessitans involves prompt and accurate treatments, such as surgical intervention and antibiotic escalation.*

**Keywords:** *Empyema Necessitans, Tuberculosis, Thoracotomy Decortication*

**Abstrak: Empiema Necessitans Akibat Infeksi Tuberkulosis yang Ditatalaksana dengan Pembedahan: Laporan Kasus dan Tinjauan Pustaka.**

Empiema necessitans (EN) adalah konsekuensi yang sangat jarang terjadi dari infeksi pleura yang tidak diobati. Ini terjadi ketika empiema yang tidak diobati melalui pleura parietal dan membentuk abses di jaringan subkutis pada dinding dada. Respons segera diperlukan untuk menghindari morbiditas yang signifikan. Di sini kami sajikan seorang wanita berusia 51 tahun dengan pembengkakan lunak di dinding dada posterior kanan bawah. Rontgen dada dan Computed Tomography (CT) thorax menunjukkan adanya abses paru dan empiema necessitan di lobus inferior paru kanan, kami menemukan empiema intraoperatif. Pasien diobati dengan sayatan kecil dan drainase; namun, kondisinya tetap tidak terselesaikan. Perawatan dilanjutkan dengan dekortikasi torakotomi sebagai drainase dan debridemen jaringan yang terinfeksi serta eskalasi antibiotik. Selang dada dilepas dan pasien dipulangkan pada hari ke-5 pasca operasi setelah menunjukkan perbaikan klinis. Tes GeneXpert® telah dilakukan dan mengkonfirmasi bahwa M. tuberculosis adalah penyebabnya. EN jarang ditemukan sebagai satu-satunya infeksi pada paru-paru dan pleura. Diagnosis yang akurat berdasarkan temuan pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang yang spesifik adalah penting untuk mencegah morbiditas dan mortalitas yang signifikan. Manajemen yang efektif dari empiema necessitans melibatkan perawatan yang cepat dan akurat, seperti intervensi bedah dan eskalasi antibiotik.

**Kata Kunci:** Empiema Necessitans, Tuberkulosis, Dekortikasi Torakotomi

## PENDAHULUAN

Empiema necessitans adalah komplikasi empiema yang jarang terjadi yang ditandai dengan adanya nanah melalui jaringan lunak dinding dada dan akhirnya menembus kulit. Patogen yang paling sering dilaporkan adalah *Mycobacterium tuberculosis*, diikuti oleh *Methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA)* (Bandaru dkk., 2018). Pemeriksaan radiologi adalah standar emas untuk mendiagnosis empiema. Empiema berukuran besar dan dapat disalahartikan sebagai infeksi paru lainnya, seperti abses paru. Empiema pleura membawa morbiditas yang signifikan dan perawatan bedah direkomendasikan ketika terapi drainase awal tidak mencukupi atau infeksi yang memburuk seperti sepsis dalam terapi konservatif yang sedang berlangsung. Kami membahas sebuah kasus wanita berusia 51 tahun yang datang dengan empiema necessitans, yang ditangani dengan torakotomi terbuka.

## PRESENTASI KASUS

Seorang wanita berusia 51 tahun dirawat di unit gawat darurat dengan

keluhan utama pembengkakan dinding dada sebelah kanan yang progresif selama 2 minggu terakhir. Pasien juga merasakan nyeri sedang pada palpasi. Hal ini disertai dengan sesak napas dan demam ringan. Pasien melaporkan penurunan berat badan sekitar 5 kg dalam sebulan terakhir. Pasien tidak melaporkan adanya batuk, keringat malam atau benjolan di leher. Riwayat kesehatan dengan diabetes melitus tipe 2 yang tidak terkontrol dan hipertensi. Pasien menggunakan insulin selama satu bulan.

Pada pemeriksaan fisik, pasien memiliki kebersihan mulut yang buruk dengan gigi berlubang yang sudah lama. Index Massa Tubuh (IMT) pasien adalah 18,3, yang termasuk dalam kategori kurus. Terdapat pembengkakan dinding dada sebelah kanan dengan ukuran 20 x 19 cm. Pembengkakan dengan konsistensi lunak, imobile, dan berfluktuasi. Terdapat cairan bernanah, eritema lokal, dan nyeri ringan pada palpasi. Ditemukan suara napas yang berkurang pada paru kanan melalui auskultasi.



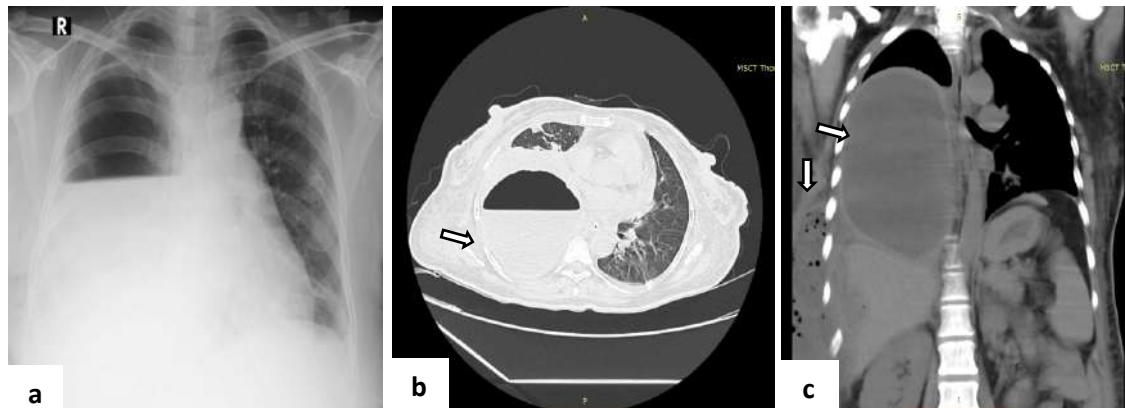
**Gambar 1. Ditemukan pembengkakan dinding dada sebelah kanan, berukuran 20 x 19 cm.**

Temuan laboratorium menunjukkan hemoglobin 9,6 g/dl, leukositosis 14,5 / $\mu$ L, urea serum 21 mg/dl, hiponatremia sedang 124,0 mmol/L, hipokalemia sedang 2,4 mmol/L, hipoalbuminemia 2,9, gula darah sewaktu tinggi 232 mmol/L. Rontgen dada menunjukkan efusi pleura

di paru kanan dengan tingkat cairan udara. *Contrast-enhanced Multislice Computed Tomography (MSCT)* pada dada menunjukkan adanya abses paru pada paru kanan, yang melekat pada beberapa organ intratoraks seperti pleura, arteri pulmonalis, bronkus primer dan sekunder, serta perikardium.

Abses meluas ke kulit dan daerah subkutan di dinding torakoid posterolateral kanan, dari ruang interkostal ke-8 hingga ke-12. Empiema

yang terlokalisasi juga ditemukan di subpleural kanan pada tingkat ruang interkostal anterior ke-3 sampai ke-4.

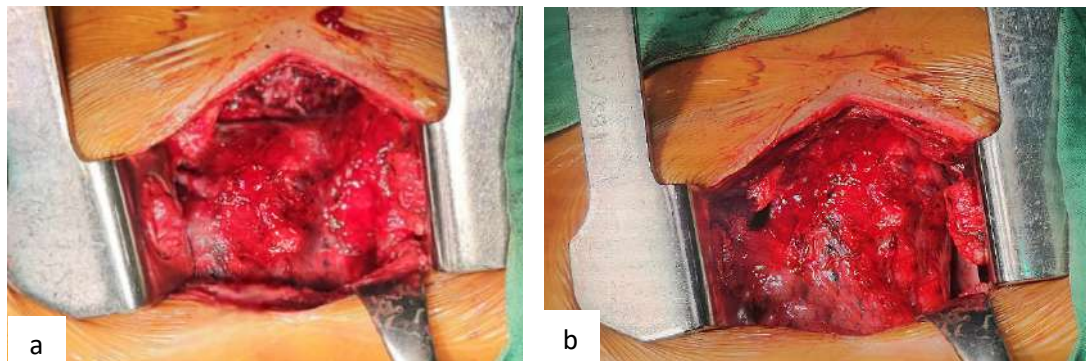


**Gambar 2. (a) Rontgen dada yang menunjukkan efusi pleura di paru kanan. (b) dan (c) Rontgen dada MSCT menunjukkan abses paru yang meluas ke peridiafragma kanan hingga ke daerah cutis subkutan pada dinding**

Pasien ini didiagnosis oleh departemen pulmonologi dengan abses paru kanan dengan empiema terlokalisasi sebagai diagnosis banding, diabetes melitus tipe 2 yang tidak terkontrol, anemia sedang, hipoalbuminemia, hiponatremia sedang, hipokalemia, dan malnutrisi. Antibiotik spektrum luas amoksisilin-klavulanat intravena (IV) 1200 mg setiap 8 jam dan antibiotik oral klindamisin 300 mg setiap 6 jam diberikan. Pasien segera dikonsultasikan ke bagian bedah toraks dan kardiovaskular.

Pasien menjalani insisi drainase abses. Cairan purulen ditemukan dan dikultur, dan ditemukan *Staphylococcus hominis*. Namun, kondisi tersebut tetap

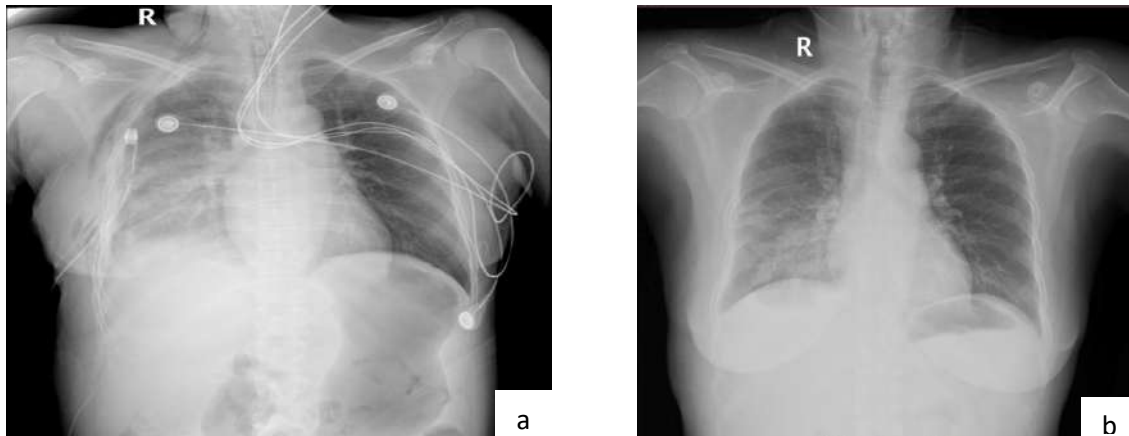
tidak membaik setelah satu bulan. Pasien direncanakan untuk menjalani torakotomi terbuka dengan dekortikasi. Intra operatif ditemukan paru-paru kanan dikompresi oleh cairan purulen, yang kemudian diambil untuk pemeriksaan. Secara total, 150 cc cairan purulen diperoleh. Ditemukan empiema terlokulasi, dan dekortikasi dilakukan untuk mengupas jaringan fibrotik dari pleura. Pleura yang terkelupas diperiksa dengan uji GeneXpert®. Setelah operasi, seluruh paru kanan mengembang sepenuhnya, dan abses paru tidak ditemukan. Selang dada dimasukkan ke dalam rongga pleura. Kemudian, diagnosis akhir pasien dari pembedahan tersebut adalah empiema terlokulasi.



**Gambar 3. (a) Dekortikasi torakotomi dilakukan. Pada paru-paru, Schwarte diamati. (b) Dekortikasi telah selesai. Paru-paru tampak jernih dan memiliki kapasitas untuk mengembang.**

Pasca operasi, pasien ditempatkan di *Intensive Care Unit (ICU)* selama 2 hari, dan ampicilin intravena (IV) diberikan kepada pasien setiap 8 jam. Terdapat perbaikan klinis pada pasien tanpa komplikasi, dan akhirnya pasien dipulangkan pada hari ke-5 pasca operasi. Pasien dijadwalkan untuk kontrol rutin seminggu sekali untuk perawatan luka operasi dan evaluasi

paru-paru. Tes uji GeneXpert MTB/RIF mendeteksi *M. tuberculosis*, tetapi hasilnya baru keluar setelah pasien dipulangkan. Pasien segera diberitahu tentang hasil tes tersebut, dan diberikan obat antituberkulosis selama 6 bulan. Rontgen dada lanjutan satu bulan kemudian menunjukkan hasil yang signifikan dengan paru-paru tampak jernih dan mengembang secara normal.



**Gambar 4. (a) Setelah dekortikasi torakotomi, CXR menunjukkan adanya penurunan cairan dan ekspansi paru. (b) Tindak lanjut selama satu bulan dilakukan, paru-paru tampak jernih dan memiliki kapasitas untuk mengembang.**

## DISKUSI

Empiema adalah efusi pleura yang mengandung nanah yang terjadi sebagai komplikasi penyakit pernapasan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai jenis infeksi, termasuk entitas yang disebut pleuritis tuberkulosis (Kono & Nauser, 2007). Empiema necessitans didefinisikan sebagai perluasan infeksi pleura keluar dari rongga pleura dan masuk ke jaringan lunak di sekitar dinding dada dan struktur di sekitarnya (Bandaru dkk., 2018). Hal ini dapat terjadi sebagai komplikasi dari pembedahan toraks sebelumnya, atau pengobatan empiema yang tidak memadai. Empiema necessitans memberikan tantangan unik bagi dokter yang merawat mengenai diagnosis, karena banyak gambaran klinisnya yang memiliki kemiripan dengan infeksi lain pada kulit atau paru-paru.

Sekitar 70% kasus empiema necessitans adalah efusi parapneumonik yang tidak diobati (White-Dzuro dkk.,

2021). Etiologi utama dari kondisi ini adalah *M. tuberculosis* (MTB) atau *A. israelii*, meskipun infeksi yang disebabkan oleh *S. Aureus* yang resisten terhadap Methicillin telah dilaporkan, dan cenderung lebih parah dibandingkan organisme lain (Nakamura dkk., 2024). Sepengetahuan kami, *S. hominis* jarang, jika pernah, dilaporkan sebagai organisme yang menyebabkan empiema, atau empiema necessitans. Pasien ini awalnya tidak dicurigai sebagai infeksi Tuberkulosis, tetapi karena tes GenXpert® mendeteksi MTB di jaringan pleura, pengobatan dialihkan ke obat antituberkulosis.

Secara demografi, empiema necessitans dikatakan lebih banyak ditemukan pada laki-laki, hampir 85% dari pasien dalam tinjauan oleh Kumar dkk. Menariknya, tinjauan yang sama menemukan bahwa sebagian besar kasus empiema necessitans ditemukan pada pasien imunokompeten, sekitar 62,7% kasus. Pasien ini mengalami

gangguan imunitas karena riwayat diabetes melitus tipe 2 yang tidak terkontrol, dan berat badan yang kurang. Hanya 8% dari pasien EN yang dianggap *immunocompromised* (Tripathi dkk., 2021). Kondisi hiperglikemia menyebabkan disfungsi sel imun yang dapat meningkatkan kerentanan paru terhadap infeksi (Irfan dkk., 2011).

Tampilan klinis pada pasien empiema necessitans tidak spesifik, dan dapat disalahartikan sebagai infeksi paru lainnya, atau bahkan kanker paru (Ellebrecht dkk., 2019). Empiema necessitans dapat muncul dengan nyeri dada pleuritik, batuk yang tidak produktif, dan biasanya muncul sebagai massa soliter di dinding dada bagian anterior, di antara garis midklavikula dan garis aksila anterior, dari ruang interkostal kedua sampai keenam (Benaragama dkk., 2019; Buell dkk., 2017). Lebih jarang, dapat melibatkan bronkus, tulang belakang, diafragma, payudara, mediastinum, retroperitoneum, perikardium, panggul atau selangkangan (Moh dkk., 2014). Perluasan empiema necessitans juga dapat terjadi di esofagus (Gonçalves dkk., 2023). Riwayat pasien dapat memiliki gejala yang tidak spesifik seperti pada pasien kami yang melaporkan sesak napas, demam ringan dan penurunan berat badan. Gejala-gejala ini dapat ditemukan pada tuberkulosis paru, empiema, abses paru, bahkan pada kanker paru (Ellebrecht dkk., 2019). Meskipun demikian, EN dapat ditemukan di mana saja di dinding dada, seperti pada pasien kami, yang ditemukan di dinding dada posterolateral.

Adanya massa soliter di dinding dada memerlukan pemeriksaan pencitraan diagnostik dini untuk mencegah misdiagnosis. *Contrast-enhanced Computed tomography (CECT)* dilakukan pada dada dapat mengkonfirmasi diagnosis dan menunjukkan keterlibatan jaringan yang berdekatan, sehingga memberikan informasi yang berharga bagi klinisi terkait manajemen pasien. Gambaran CT Empiema necessitans menunjukkan massa pleura berdinding tebal, terenkapsulasi dengan baik, yang

berhubungan dengan massa ekstrapleura di dinding dada sangat sugestif terhadap empiema tuberkulosis necessitans (Eschelmann dkk., 1991). Massa ekstrapleural divisualisasikan sebagai kumpulan cairan eksudatif yang terhubung ke rongga pleura, tempat empiema biasanya ditemukan (A. Kumar dkk., 2022). Meskipun, hasil CECT pada pasien ini menunjukkan abses paru sebagai sumber empiema necessitans, kami hanya menemukan empiema secara intraoperatif. Membedakan kedua kondisi tersebut dapat menjadi tantangan, terutama ketika abses paru mencapai dinding dada.

Tidak ada konsensus apakah ada perbedaan antara terapi empiema biasa dengan empiema necessitans. *American Association for Thoracic Surgery (AATS)* dan *European Society of Thoracic Surgeons (ESTS)* mengeluarkan rekomendasi untuk pengobatan empiema, termasuk rekomendasi untuk melakukan pembedahan dini pada pasien. (Nayak dkk., 2019; Shen dkk., 2017). VATS dipertimbangkan sebagai lini pertama jika pasien diputuskan untuk ditangani melalui pembedahan. VATS memiliki efektivitas yang setara dengan torakotomi terbuka (Chan dkk., 2007), tetapi VATS memberikan kontrol nyeri pasca operasi yang lebih baik, masa rawat inap yang lebih pendek, kompromi pernapasan yang lebih sedikit dan komplikasi pernapasan yang lebih sedikit (Bedawi dkk., 2023; Chambers dkk., 2010). Dalam tinjauan sistematis oleh D. S. Kumar dkk., 50% pasien menjalani VATS, debridemen dan reseksi paru-paru, torakosentesis dan selang drainase dada digunakan pada 21,4% dan 19,6% dari pasien, menghasilkan 80,8% pasien sembuh tanpa morbiditas (D. S. Kumar dkk., 2018).

VATS memiliki beberapa kontraindikasi yang perlu diperhatikan. Kontraindikasi absolut VATS adalah hemithorax tidak tervisualisasi sempurna, dan pasien yang tidak bisa mentoleransi ventilasi paru tunggal. Sedangkan kontraindikasi relatifnya adalah lesi besar yang membatasi visibilitas, adhesi yang tebal dan luas dan membutuhkan dekortikasi, keterlibatan dinding dada yang luas

(Agzarian & Shargall, 2017). Apabila masalah-masalah diatas baru ditemukan saat intraoperatif VATS, hal ini dapat membuat operasi perlu untuk dikonversi ke torakotomi terbuka (Jindal dkk., 2021). Prediktor terbesar dari konversi VATS ke torakotomi terbuka adalah lamanya waktu tunggu dari diagnosis ke pembedahan, yang membuat stadium empiema meningkat ke fibropurulen (Subotic dkk., 2018). Sayangnya, rekomendasi tersebut tidak mencakup terapi untuk empiema necessitans.

Beberapa laporan kasus menunjukkan bahwa empiema necessitans tidak cukup diobati dengan antibiotik saja, sehingga membutuhkan beberapa jenis intervensi bedah mulai dari pemasangan selang dada hingga torakotomi, baik dengan bedah terbuka maupun *Video Assisted Thoracoscopic Surgery (VATS)* (Akgül dkk., 2011; Parsons dkk., 2005). Torakotomi terbuka dapat langsung dipilih apabila terdapat kontraindikasi VATS yang dijelaskan diatas (Akgül dkk., 2011; Mizell dkk., 2008).

Dalam kasus ini, besarnya tampakan infeksi di paru serta keterlibatan dinding toraks membuat torakotomi terbuka dipilih guna menghindari komplikasi perdarahan yang berlebihan dan kemungkinan kebutuhan dekortikasi yang luas. Hal ini berguna untuk menghindari konversi tindakan VATS ke torakotomi terbuka, yang akan membuat durasi operasi lebih lama, meningkatkan efek samping pasca operasi dan meningkatkan biaya perawatan bagi pasien.

## KESIMPULAN

Empiema necessitans didefinisikan sebagai perluasan infeksi pleura keluar dari rongga pleura dan masuk ke jaringan lunak di sekitar dinding dada dan struktur di sekitarnya. Jarang sekali terjadi sebagai satu-satunya infeksi pada paru-paru dan pleura. Empiema necessitans biasanya diakibatkan oleh pneumonia yang tidak diobati atau abses paru yang jarang terjadi. *M. tuberculosis* adalah etiologi utama dari empiema necessitans. Etiologi empiema necessitans pada pasien ini adalah *M. tuberculosis* tetapi disamarkan oleh *Staphylococcus*

*hominis*. Diagnosis yang akurat berdasarkan temuan pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang yang spesifik adalah penting untuk mencegah morbiditas dan mortalitas yang signifikan. Manajemen yang efektif dari empiema necessitans melibatkan perawatan yang cepat dan akurat, seperti intervensi bedah dan eskalasi antibiotik. VATS kemungkinan lebih unggul daripada torakotomi terbuka untuk intervensi bedah lini pertama, tetapi terkadang faktor lain harus diperhatikan, terutama kondisi-kondisi yang mencegah VATS digunakan dalam terapi empyema necessitans, dan membutuhkan pembedahan torakotomi terbuka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agzarian, J., & Shargall, Y. (2017). Open thoracic surgery: Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) conversion to thoracotomy. Dalam *Shanghai Chest* (Vol. 1, Nomor 4). AME Publishing Company. <https://doi.org/10.21037/shc.2017.08.03>
- Akgül, A. G., Öрки, A., Öрки, T., Yüksel, M., & Arman, B. (2011). Approach to empyema necessitatis. *World Journal of Surgery*, 35(5), 981–984. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1035-5>
- Bandaru, S., Manthri, S., Sundaresan, V., & Prakash, V. (2018). Empyema Necessitans in the Setting of Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus* Causing Pneumonia and Bacteremia. *Case Reports in Infectious Diseases*, 2018, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2018/4906547>
- Bedawi, E. O., Ricciardi, S., Hassan, M., Gooseman, M. R., Asciak, R., Castro-Añón, O., Armbruster, K., Bonifazi, M., Poole, S., Harris, E. K., Elia, S., Krenke, R., Mariani, A., Maskell, N. A., Polverino, E., Porcel, J. M., Yarmus, L., Belcher, E. P., Opitz, I., & Rahman, N. M. (2023). ERS/ESTS statement on the management of pleural infection in adults. *European Respiratory*

- Journal*, 61(2).  
<https://doi.org/10.1183/13993003.01062-2022>
- Benaragama, H. N., Pushpakumara, J., & Wanigasuriya, K. P. (2019). Empyema Necessitans due to Interruption of Antituberculosis Treatment. *Case Reports in Infectious Diseases*, 2019, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2019/4810354>
- Buell, K. G., Ajmal, S., & Whitaker, J. A. (2017). A Complicated Case of Group B Streptococcus Empyema Necessitans. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.1591>
- Chambers, A., Routledge, T., Dunning, J., & Scarci, M. (2010). Is video-assisted thoracoscopic surgical decortication superior to open surgery in the management of adults with primary empyema? *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 11(2), 171–177. <https://doi.org/10.1510/icvts.2010.240408>
- Chan, D. T. L., Sihoe, A. D. L., Chan, S., Tsang, D. S. F., Fang, B., Lee, T. W., & Cheng, L. C. (2007). Surgical Treatment for Empyema Thoracis: Is Video-Assisted Thoracic Surgery “Better” Than Thoracotomy? *Annals of Thoracic Surgery*, 84(1), 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.03.019>
- Ellebrecht, D. B., Pross, M. M. F., Schierholz, S., & Palade, E. (2019). Actinomyces Meyeri Empyema Necessitatis—A Case Report and Review of the Literature. *The Surgery Journal*, 05(02), e57–e61. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693653>
- Eschelman, D. J., Gibbens, D. T., Fielding, J. R., Romo, L. V., Parker, D. R., Argy, N., & O’connor, J. F. (1991). *Chest Case of the Day Case 1: Tuberculous Empyema Necessitatis*.
- Gonçalves, M., Rebelo, A., & Arroja, B. (2023). Esophagopleural fistula due to empyema necessitans. *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas*, 115(10), 574–575. <https://doi.org/10.17235/reed.2022.9085/2022>
- Irfan, M., Jabbar, A., Haque, A. S., Awan, S., & Hussain, S. F. (2011). Pulmonary functions in patients with diabetes mellitus. *Lung India*, 28(2), 89–92. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.80314>
- Jindal, R., Nar, A., Mishra, A., Singh, R., Aggarwal, A., & Bansal, N. (2021). Video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy in the management of empyema: A comparative study. *Journal of Minimal Access Surgery*, 17(4), 470–478. [https://doi.org/10.4103/jmas.JMAS\\_249\\_19](https://doi.org/10.4103/jmas.JMAS_249_19)
- Kono, S. A., & Nauser, T. D. (2007). Contemporary Empyema Necessitatis. Dalam *American Journal of Medicine* (Vol. 120, Nomor 4, hlm. 303–305). <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.09.019>
- Kumar, A., Mohammad Azmi, M. A. F., Jasmani, A. H., & Mokhter, W. M. W. (2022). Empyema Necessitans Secondary to Tuberculosis: A Case Report. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 18, 11–14. <https://doi.org/10.47836/mjmhs18.s13.4>
- Kumar, D. S., Han, D., & Quon, B. (t.t.). *Empyema Necessitans in the Modern Era: Systematic Review*. [www.atsjournals.org](http://www.atsjournals.org)
- Mizell, K. N., Patterson, K. V., & Elliot Carter, J. (2008). Empyema necessitatis due to methicillin-resistant Staphylococcus aureus: Case report and review of the literature. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(10), 3534–3536. <https://doi.org/10.1128/JCM.00989-08>
- Moh, I. H., Lee, Y. K., Kim, H. J., Jung, H. Y., Park, J. H., Ahn, H. K., & Noh, J. W. (2014). Empyema necessitatis in a patient on peritoneal dialysis. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*, 77(2), 94–97. <https://doi.org/10.4046/trd.2014.77.2.94>

- Nakamura, T., Ishikawa, K., Murata, N., Sato, K., Kitamura, A., Mori, N., & Jinta, T. (2024). Empyema necessitans caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a case report and literature review. *BMC Infectious Diseases*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09062-0>
- Nayak, R., Brogly, S. B., Lajkosz, K., Diane Lougheed, M., & Petsikas, D. (2019). Outcomes of Operative and Nonoperative Treatment of Thoracic Empyema: A Population-Based Study. *The Annals of Thoracic Surgery*, 108, 1456–1463. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur>
- Parsons, S. J., Fenton, E., & Williams, M. (t.t.). *Paediatric Empyema: A Case Report and Literature Review*.
- Shen, K. R., Bribriesco, A., Crabtree, T., Denlinger, C., Eby, J., Eiken, P., Jones, D. R., Keshavjee, S., Maldonado, F., Paul, S., & Kozower, B. (2017). The American Association for Thoracic Surgery consensus guidelines for the management of empyema. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 153(6), e129–e146. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.01.030>
- Subotic, D., Lardinois, D., & Hojski, A. (2018). Minimally invasive thoracic surgery for empyema. Dalam *Breathe* (Vol. 14, Nomor 4, hlm. 302–310). European Respiratory Society. <https://doi.org/10.1183/20734735.025718>
- Tripathi, S., Meena, D. S., Rohila, A. K., T.R, N., Jain, V., Kumar, D., Yadav, T., & Garg, M. K. (2021). Empyema necessitans with osteomyelitis of fifth rib due to *Nocardia farcinica*: a case report. *BMC Infectious Diseases*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06452-6>
- White-Dzuro, C. G., Assi, P. E., Thomas, H. C., & Thayer, W. P. (2021). Unusual presentation of empyema necessitans: case report and review of the literature. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 69(6), 1026–1030. <https://doi.org/10.1007/s11748-021-01601-9>