

TATALAKSANA EMFISEMA SUBKUTIS PADA PNEUMOTHORAX: REVIEW LITERATUR

THE MANAGEMENT OF SUBCUTANEOUS EMPHYSEMA IN PNEUMOTHORAX: A LITERATURE REVIEW

Fitri Pranita Milyarona¹, Saut Idoan Sijabat²

¹Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²Departemen Ilmu Bedah, RSUD dr. Hardjono S. Ponorogo

Korespondensi: author 1. Alamat email: j500160122@student.ums.ac.id

ABSTRAK

Emfisema subkutis merupakan suatu kondisi dimana terdapat udara bebas pada jaringan subkutis. Emfisema subkutis adalah komplikasi yang sering dan sering sembuh spontan dari tindakan thorakostomi atau tindakan kardioraks lainnya. Pada kondisi yang jarang, emfisema subkutis yang parah dan luas ditandai dengan adanya krepitasi, disfagia, disfonia, penutupan palpebra atau terkait dengan pneumoperitoneum, dan kegagalan pernapasan. Emfisema subkutis sering terjadi bersamaan dengan pneumothoraks. Biasanya kondisi tersebut tidak signifikan secara klinis, tetapi dalam beberapa kasus dapat mengancam gangguan napas pasien. Tidak ada uji coba terkontrol dan tidak ada pedoman manajemen, selain itu penyebabnya harus diidentifikasi dan diobati sedapat mungkin. Tujuan artikel ini adalah untuk meninjau pendekatan yang dijelaskan untuk emfisema subkutis pada pneumothoraks dan memberikan referensi kepada dokter. Pengobatan dapat diarahkan terutama untuk mengobati pneumothoraks yang mendasari dan/atau emfisema subkutis. Penatalaksanaan pneumothoraks yang mendasari meliputi tatalaksana konservatif; penggunaan negative suction; dan manajemen definitif bedah. Penatalaksanaan emfisema subkutis dapat mencakup teknik dekompresi seperti: insisi blow hole atau angio-kateter subkutis atau drainase.

Kata Kunci: *Emfisema subkutis, surgical emphysema, pneumothoraks, suction drain dada, drainase interkostal*

ABSTRACT

Subcutaneous emphysema (SE) is a clinical condition that occurs when air gets into soft tissues under the skin. Subcutaneous emphysema is a frequent and often self-limiting complication of tube thoracostomy or other cardiothoracic procedures. On rare occasions, severe and extensive surgical emphysema marked by palpable cutaneous tension, dysphagia, dysphonia, palpebral closure or associated with pneumoperitoneum and respiratory failure. Subcutaneous emphysema is often observed by clinicians in the context of pneumothorax. There are no controlled trials and no guidelines on management, other than that the cause should be identified and treated wherever possible. The goal of this article is to review the described approaches to subcutaneous emphysema in pneumothorax and provide a reference to the clinician. Summary Treatment can be directed primarily towards treating an underlying pneumothorax and or towards the subcutaneous emphysema. Management of the underlying pneumothorax includes conservative management; use of the negative suction; siting of wider bore intercostal drains and definitive surgical management. Management of subcutaneous emphysema may include decompression techniques such as: 'blow hole' incisions or subcutaneous angio-catheters or tunnelled drains.

Keywords: *Subcutaneous emphysema, surgical emphysema, pneumothorax, chest drain suction, intercostal drainage*

PENDAHULUAN

Emfisema subkutis adalah suatu kondisi dimana terdapat udara atau gas di bawah kulit.

Secara klinis, emfisema subkutis ditandai dengan adanya krepitus yang memiliki sensasi taktil patognomonik seperti “berjalan di atas salju”.

Secara radiografi, emfisema subkutis tampak

sebagai gambaran radiolusen yang melintasi jaringan subkutis dan otot (Ahmed Z, 2017).

Emfisema subkutis adalah salah satu komplikasi dari pneumothoraks dan lebih sering berhubungan dengan pneumothoraks dibandingkan kondisi patologi lainnya. Belum terapat dada yang jelas terkait kejadian emfisema subkutis dengan pneumothoraks, namun telah dilaporkan 27% diakibatkan pasien trauma dan fraktur costae, sedangkan pada 15-20% pasien yang menjalani perawatan drainase interkostal dari pneumothoraks. Selebihnya sekitar 7% pasien mengalami emfisema subkutis setelah tindakan medis thoracoscopy (Aghajanzadeh *et al*, 2017). Tidak ada panduan pedoman tentang pengelolaan emfisema subkutis. Namun, terdapat beberapa rekomendasi berbasis kasus dalam literatur, tetapi tidak ada uji coba terkontrol yang dilakukan sampai saat ini. Artikel ini bertujuan untuk meninjau teknik yang dijelaskan dalam keberhasilan manajemen emfisema subkutis (Bong S, 2017).

DEFINISI

Emfisema diartikan sebagai terkumpulnya udara secara patologik dalam jaringan atau organ. Subkutis merupakan suatu

lapisan kulit setelah dermis. Sehingga definisi emfisema subkutis adalah emfisema interstitial yang ditandai dengan adanya udara bebas dalam jaringan subkutis, yang biasanya disebabkan oleh cedera intra-thoraks, dan pada kebanyakan kasus disertai dengan adanya pneumothoraks dan pneumomediastinum sehingga disebut juga pneumoderma (Bayu I, 2021).

Emfisema subkutis merupakan suatu kondisi yang sebenarnya relatif tidak mengancam nyawa, namun menimbulkan ketidaknyamanan pada pasien. Hal ini disebabkan karena terdapatnya sekumpulan udara di dalam rongga subkutis pada dinding dada yang menjalar ke jaringan lunak di wajah, leher, dada atas, dan bahu. Terkumpulnya udara di wajah menimbulkan pembengkakan pada kelopak mata yang menyebabkan pasien tidak dapat membuka mata, selain itu juga disertai adanya perubahan suara yang menjadi lebih tinggi akibat dari pengumpulan udara di dalam laring. Udara pada jaringan subkutis yang terkumpul dapat menyebar secara langsung ke daerah sekitar, sehingga bagian tubuh atas lebih sering terkena daripada bagian tubuh bawah (James & Helen, 2021).

Keadaan yang tampak pada emfisema subkutis adalah pembengkakan pada kulit yang

jika dipalpasi teraba seperti *crunchy*. Pada gambaran radiologi akan tampak pengumpulan udara pada permukaan kulit yang biasanya meliputi sebagian besar dari tubuh (Kamran AK *et al*, 2022).

ETIOLOGI

Emfisema subkutis dihipotesiskan terjadi pada pneumothoraks spontan melalui *Macklin effect*. Kondisi ini dikarenakan pecahnya alveoli pada pneumothoraks spontan yang diikuti kebocoran udara ke dalam jaringan ikat longgar yang mengelilingi pembuluh darah paru. Udara ini mengalir di sepanjang selubung bronkovaskular ke mediastinum. Pada pneumothoraks traumatik dan pada pasien yang dilakukan drainase interkostal, emfisema subkutis terjadi ketika terdapat trauma atau robekan pleura parietalis. Kondisi ini menyebabkan udara masuk ke dalam jaringan subkutis secara langsung (Peter, 2018).

Dalam kasus pasien dengan drainase interkostal in-situ yang berkembang menjadi emfisema subkutis, dihipotesiskan bahwa volume udara yang melewati pleura parietalis dari rongga pleura ke jaringan subkutis melebihi volume udara yang dikeluarkan dari rongga pleura. Hal ini diakibatkan oleh

ketidakseimbangan laju aliran antara robekan pada pleura parietalis dan drainase interkostal yang relatif kecil. Penyumbatan saluran interkostal adalah contoh dari ketidakseimbangan tersebut, dan dalam suatu penelitian dari 25 pasien yang mengalami emfisema subkutis setelah pemasangan drainase interkostal, penyumbatan drainase interkostal adalah penyebab utama dalam 6 kasus. Selain itu, emfisema subkutis telah dilaporkan terjadi pada fistula bronkopleural yang sering mengakibatkan pneumothoraks refrakter yang persisten. Penempatan drainase interkostal multipel juga meningkatkan risiko emfisema subkutis (Wang, 2018).

Emfisema subkutis dapat disebabkan oleh trauma pada sistem respirasi ataupun sistem gastrointestinal. Umumnya trauma yang terjadi pada dada dan leher, dimana udara dapat terperangkap sebagai hasil dari trauma tajam seperti luka tembak atau luka tikam, maupun luka tumpul. Emfisema subkutis juga dapat disebabkan oleh prosedur dan tindakan medis, yang menyebabkan tekanan pada alveoli, sehingga alveoli menjadi ruptur (Bong S *et al*, 2017).

Hal ini biasanya disebabkan oleh pneumothoraks dan *chest tube*. Keadaan ini

disebut sebagai *surgical emphysema*. Beberapa kondisi yang menyebabkan terjadinya emfisema subkutis dijelaskan pada bagian dibawah ini:

- Trauma

Trauma tumpul maupun trauma penetrasi merupakan kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya emfisema subkutis. Trauma pada bagian dada merupakan penyebab umum terjadinya emfisema subkutis, dimana udara yang berasal dari dada dan paru dapat masuk ke kulit dinding dada. Sebagai contoh terjadinya luka tusuk atau luka tembak pada dada yang menyebabkan robeknya pleura, sehingga udara yang berasal dari paru menyebar ke otot-otot dan lapisan subkutis. Emfisema subkutis juga dapat terjadi pada pasien dengan patah tulang iga, dimana iga melukai parenkim paru yang menyebabkan rupturnya alveolus (Kamaran AK *et al*, 2022).

- Tindakan Medis

Emfisema subkutis merupakan suatu komplikasi yang umum disebabkan pada berbagai tindakan operasi, seperti operasi dada, operasi daerah sekitar esofagus, operasi gigi, tindakan laparoscopy, cricothyrotomy, dan sebagainya (Kamaran AK *et al*, 2022).

- Infeksi

Udara dapat terperangkap di bawah kulit yang mengalami infeksi nekrosis seperti pada gangren. Gejala emfisema subkutis terjadi ketika organisme infeksius memproduksi gas sebagai hasil dari fermentasi. Kemudian gas ini menyebar ke sekitar lokasi awal pembentukan infeksi, maka terbentuklah emfisema subkutis (Kamaran AK *et al*, 2022).

PATOGENESIS

Emfisema subkutis terjadi karena peningkatan tekanan di dalam paru dikarenakan rupturnya alveoli. Udara dapat masuk ke jaringan lunak pada leher dari mediastinum dan retroperitoneum. Pada emfisema subkutis, udara menyebar dari alveoli yang ruptur ke *interstitial space* dan sepanjang pembuluh darah paru, masuk ke mediastinum dan berlanjut ke jaringan lunak pada leher dan kepala (Bayu, 2018).

Emfisema pada daerah subkutis, servikofasial, mediastinum terjadi karena udara yang masuk ke jaringan fasial kepala dan daerah leher. Daerah ini mempunyai suatu rongga yang memungkinkan untuk terisi dengan udara. Daerah ini dibatasi oleh fasia otot, organ, dan struktur lainnya. Udara yang masuk ke daerah

leher dapat masuk ke retrofaringeal yang terletak antara dinding posterior dan kolumna vertebra, dari sini akan diteruskan ke posterior fasial kemudian ke *Grodinsky and Holyoke's area* yang disebut sebagai daerah yang berbahaya karena berhubungan langsung ke posterior mediastinum. Jika udara mengalir pada daerah ini akan menekan vena trunkus dan menyebabkan gagal jantung atau asfiksia karena adanya tekanan di trakea (Ghosh I, 2018).

MANIFESTASI KLINIS

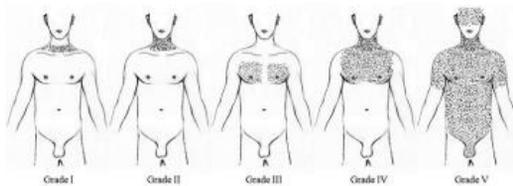
Tanda dan gejala emfisema subkutis bervariasi tergantung dari penyebab dan lokasi terjadinya. Terdapat dua gejala dan tanda khas emfisema subkutis yaitu *painless swelling of the tissue* dan *crackling sensation* (krepitasi). Pada hasil inspeksi tampak jaringan di sekitar emfisema subkutis biasanya membengkak. Pembengkakan dapat melibatkan jaringan sekitar tetapi sering berhubungan dengan pembengkakan pada leher, nyeri dada, terkadang juga terjadi nyeri tenggorokan, nyeri leher, wheezing (mengi) dan kesulitan bernafas. Jika kebocoran udara sangat banyak, wajah dapat menjadi bengkak sehingga kelopak mata tidak dapat dibuka (Wang *et al*, 2018).

Kasus emfisema subkutis mudah dideteksi dengan melakukan palpasi pada permukaan kulit. Hasil palpasi akan teraba seperti kertas atau *crispies*. Jika disentuh maka teraba seperti balon yang berpindah dan kadang-kadang timbul bunyi retakan *crack*. Gejala klinis emfisema subkutis tahap lanjut meliputi pembengkakan lokal, krepitus, ketidaknyamanan lokal, pembengkakan difus, eritema lokal, nyeri dan ditemukan kelainan pada radiografi.

Emfisema subkutis seringkali hanya menimbulkan gejala minimal, tidak berbahaya bila terjadi spontan, dan tidak memerlukan penanganan yang spesifik. Namun, apabila meluas melibatkan jaringan pada dada, maupun perut, maka hal ini akan berubah menjadi suatu kondisi yang berat, mengkhawatirkan, dan mengancam nyawa. Hal ini dapat dipersulit oleh terjadinya restriksi dari reekspansi paru secara menyeluruh dan dapat mengakibatkan tekanan jalan napas yang tinggi, asidosis respirasi berat, kegagalan ventilasi, kegagalan *pacemaker*, kegagalan jalan napas, dan juga *tension phenomenon* (Aghajanzadeh *et al*, 2017).



Gambar 1. Emfisema subkutis melibatkan dinding dada, wajah, leher, dan kelopak mata (Kesiema *et al*, 2016).



Gambar 2. Klasifikasi emfisema subkutis berdasarkan tingkat keparahan (Manouchehr A, 2017).

PEMERIKSAAN PENUNJANG

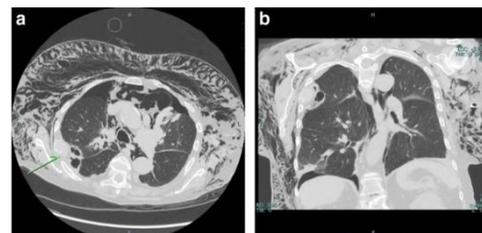
Pencitraan diperlukan untuk mendiagnosa emfisema subkutis atau untuk mengkonfirmasi diagnosa berdasarkan temuan klinis. Pada radiologi dada, emfisema subkutis mungkin terlihat sebagai gambaran radiolusen pada jaringan lunak atau jika sudah masif dapat memberikan gambaran *ginkgo leaf sign* yakni gambaran radiolusen pada otot pektoralis mayor (N-C Huan *et al.*, 2020).

Emfisema subkutis lebih baik dikonfirmasi dengan pemeriksaan CT-scan dada, dimana tampak kantung udara yang berwarna hitam (hipodens) pada daerah subkutis

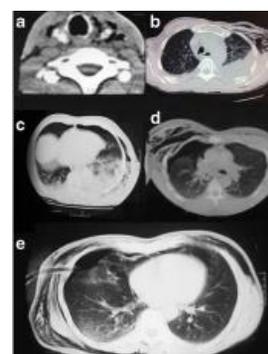
yang merupakan *air-trapping* pada subkutis.



Gambar 3. Emfisema subkutis massif yang melibatkan seluruh dada dan meluas ke leher (Peter, 2018).



Gambar 4a & 4b. Potongan aksial dan koronal dari *ct-scan thorax* menunjukkan massif emfisema subkutis. Penelitian ini dari pasien yang dirawat di pusat medis kami yang memiliki pneumothoraks dan pneumomediastinum dalam konteks karsinoma sel ginjal metastatik. Panah menunjukkan erosi metastatik melalui dinding dada yang mengarah ke pneumothoraks (Ghosh I, 2018).



Gambar 5. Lima klasifikasi emfisema subkutis ditunjukkan masing-masing: a *grade 1*, b *grade 2*, c *grade 3*, d *grade 4*, dan e *grade 5* (Manouchehr A, 2017).

TATALAKSANA

Emfisema subkutis biasanya ringan, sehingga tidak membutuhkan penanganan karena dalam 3 atau 4 hari bahkan sampai satu minggu pembengkakan akan berkurang secara menyeluruh karena udara diserap secara spontan dan terjadi penyembuhan. Namun pada kasus emfisema subkutis massif yang meluas di luar batang tubuh ke kepala dan leher, harus segera ditangani untuk mencegah komplikasi lebih lanjut (N-C Huan *et al.*, 2020).

Penatalaksanaan awal harus dimulai dengan penilaian pasien: setiap gangguan jalan napas (disfonia progresif, stridor) harus ditangani terlebih dahulu. Pasien mungkin memerlukan oksigenasi tambahan. Telah dihipotesiskan bahwa pemberian oksigen bermanfaat dalam resorpsi udara secara spontan. Hal ini memungkinkan terjadinya pengurangan tekanan parsial nitrogen dalam rongga pleura relatif terhadap oksigen, sehingga lebih mudah diserap (Aghajanzadeh M, 2017).

Pengelolaan emfisema subkutis harus dimulai dengan upaya untuk mengidentifikasi penyebabnya. Pemeriksaan yang paling akurat untuk melihat komplikasi pneumothoraks (termasuk emfisema subkutis) adalah *ct-scan* thoraks (Manouchehr, 2017).

Jika pasien memiliki emfisema subkutis karena pneumothoraks, maka pneumothoraks penyebab harus ditangani dengan pemasangan WSD interkostal jika memungkinkan. Dalam kasus pneumothoraks spontan rekomendasi konsensus adalah penggunaan drainase intercostal dengan ukuranyang lebih kecil ($\leq 14F$). Pada pasien yang sudah terpasang drainase interkostal, penting untuk memastikan bahwa drainase ditempatkan dengan tepat dengan semua port samping di rongga dada, tidak tertekuk, tersumbat ataupun terjepit. Jika terdapat keraguan tentang patensi drainase interkostal, dapat dinilai dengan membilasnya dengan sejumlah kecil normal saline steril (Wang *et al*, 2018).

Jika pasien terpasang drainase interkostal dan emfisema subkutis tidak membaik atau malah semakin parah, terdapat sejumlah pilihan yang tersedia bagi dokter. Pilihan ini ditujukan untuk menangani pneumothoraks yang mendasari atau emfisema subkutis itu sendiri. Mengatasi emfisema subkutis saja mungkin satu-satunya

pilihan bagi dokter yang merawat pasien dengan emfisema subkutis oleh karena pneumothoraks yang tidak dapat dilakukan drainase dengan aman (misalnya, karena ukurannya yang sangat kecil) atau jika pasien menolak drainase interkostal atau jika tujuan akhir pengobatan hanya untuk menghilangkan gejala. Pilihan pengobatan berikut diarahkan terutama pada emfisema subkutis terkait dengan pneumothoraks yang mendasari (Kamaran AK *et al.*, 2022).

Drainase Emfisema Subkutis Melalui *Blow Holes Incision*

Emfisema subkutis dapat didekompresi secara langsung melalui insisi kulit yang dinamakan *blow holes incision*. Terdapat berbagai laporan bahwa emfisema subkutis massif berhasil diatasi melalui drainase ini dan dapat mengalami perbaikan dalam waktu <24 jam. Dibuat insisi unilateral atau bilateral dengan panjang 2-4 cm ke fascia thoracic eksterna sampai bagian subkutis. Insisi ini dibuat bisa di atas klavikula atau di bawah klavikula. Namun biasanya sayatan dibuat segaris pada linea midclavicular. Pada saat dilakukan sayatan akan Nampak adanya *air bubble* yang menandakan keluarnya udara yang terjebak pada jaringan subkutis (N-C Huan *et al.*, 2020).

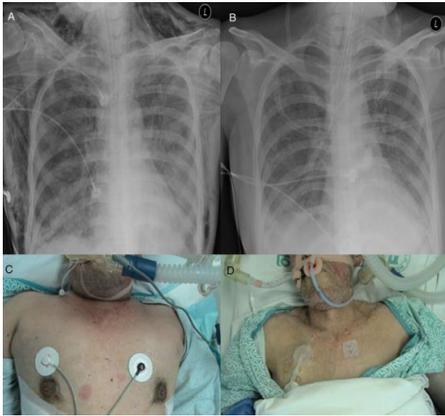


Gambar 6. (A) Foto yang menunjukkan emfisema subkutis yang luas dari dada ke badan bagian atas, leher, dan wajah, yang menyebabkan gangguan jalan napas setelah pemasangan selang dada (WSD). Pasien diintubasi untuk perlindungan jalan napas. (B) Foto menunjukkan perbaikan paska pembalutan luka tekanan negatif yang dimasukkan secara subkutan melalui sayatan yang dibuat di dinding dada anterior kiri dan kanan. Foto diambil sekitar 24 jam setelah pemasangan (N-C Huan *et al.*, 2020).

Drainase Emfisema Subkutis Melalui Drainase Subkutis

Tindakan ini harus diposisikan di daerah subkutis. Dilakukan diseksi terlebih dahulu pada bagian dada yang terkena (diseksi tumpul sampai fascia superficialis pectoralis). Selanjutnya dilakukan insisi sepanjang 2 cm pada linea axillaris anterior yang kemudian disisipkan kateter intercostal ukuran 26 Fr dan dihubungkan pada WSD pada alat vaccum dengan pengisapan

rendah tekanan $-5\text{cmH}_2\text{O}$.



Gambar 7. Hasil dari *blow holes incision* yang dimodifikasi menggunakan *negative pressure wound therapy*. (A dan C) Radiografi menunjukkan perkembangan emfisema subkutis massif pada pasien yang dipasang ventilator. (B dan D) Setelah 3 hari *negative pressure wound therapy*, emfisema subkutis teratasi (Bong S *et al*, 2017).

Terapi Operatif

Pembedahan adalah solusi definitif potensial untuk emfisema subkutis akibat pneumothoraks spontan berulang misalnya, dalam kasus fistula bronkopleural, bagaimanapun, ini merupakan tindakan invasif dan terbatas pada pasien dengan kondisi stabil untuk dilakukan anestesi umum (James & Helen, 2021).

MORBIDITAS DAN MORTALITAS

Dalam kebanyakan kasus, emfisema subkutis dapat sembuh sendiri. Namun kondisi tersebut bisa menjadi sumber ketidaknyamanan

dan penderitaan bagi pasien untuk sementara. Pada sebagian kecil pasien, emfisema subkutis dapat menjadi luas dengan *tension phenomenon* yang mengarah ke disfagia, disfonia, pembengkakan pada kelopak mata yang menyebabkan pasien tidak dapat membuka mata, dan bahkan penutupan jalan nafas yang sampai membutuhkan intubasi (O'Reilly *et al*, 2018).

Terdapat laporan kasus kematian akibat emfisema subkutis sebagai akibat dari kegagalan ventilasi. Dalam rangkaian penelitian oleh Jones dkk pada pasien emfisema subkutis karena pneumotoraks dengan pemasangan WSD, didapatkan peningkatan mortalitas pada pasien dengan emfisema subkutis (16% berbanding 5% dalam kasus di mana emfisema subkutis tidak ada). Dalam seri yang sama juga dicatat bahwa emfisema subkutis dikaitkan dengan peningkatan lama rawat inap pasien (rata-rata 17,5 hari versus 11,8 hari di mana tidak disertai emfisema subkutis). Morbiditas pasien terkait emfisema subkutis signifikan akibat sekuele merugikan yang serius yang dijelaskan dalam literatur termasuk kebutaan, sindroma kompartemen, malfungsi pacemaker dan hipertensi intracranial (Bong S, 2017).

PROGNOSIS

Udara di jaringan subkutis biasanya tidak menimbulkan kematian, sejumlah kecil udara dapat di reabsorpsi oleh tubuh. Terkadang pneumothoraks atau pneumomediastinum yang menyebabkan emfisema subkutis, dengan atau tanpa tindakan medis emfisema subkutis ini biasanya akan hilang sendiri. Meskipun jarang, emfisema subkutis dapat menjadi suatu kondisi yang bersifat emergensi, seperti terjadinya gagal nafas dan henti jantung, sehingga diperlukan tindakan medis (Ahmed *et al*, 2017).

Strategi manajemen definitif lainnya untuk pneumotoraks dengan kebocoran udara persisten (dengan atau tanpa emfisema subkutis) dapat dilakukan pleurodesis (Bayu I, 2022).

KESIMPULAN

Sebagian besar kasus emfisema subkutis pada pneumothoraks ringan dan dapat sembuh spontan. Manajemen emfisema subkutis meliputi manajemen expectant (kontrol etiologi yang mendasari). Penatalaksanaan pneumothoraks yang mendasari meliputi tatalaksana konservatif, *negative pressure wound therapy*, penempatan drainase interkostal yang lebih lebar dan manajemen bedah definitif. Penatalaksanaan emfisema subkutis dapat mencakup teknik dekompresi seperti: *blow holes*

incision atau drainase subkutis. Pendekatan ini dapat digunakan secara bersamaan. Tidak ada rekomendasi definitif untuk menentukan manajemen yang tepat dari pasien dengan emfisema subkutis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghajanzadeh M, Dehnadi A, Ebrahimi H, Fallah KM, Khajeh JS, Amir MA (2017). Classification and Management of Subcutaneous Emphysema: a 10-Year Experience. *Indian J Surg*, 77 (2):673-677.
- Ahmed Z, Patel P, Singh S, Sharma RG, Somani P, Gouri AR, Singh S. (2017). High negative pressure subcutaneous suction drain for managing debilitating subcutaneous emphysema secondary to tube thoracostomy for an iatrogenic post computed tomography guided transthoracic needle biopsy pneumothorax: Case report and review of literature. *Int J Surg Case Rep*, 26:138-141.
- Bayu I, Oea K, Russilawati (2021). Pneumothorax and Subcutaneous Emphysema Related to Use Of HFNC in Critically ILLCovid-19 Patient. *Jurnal Human Care*, 6 (2): 484-490.
- Bong S, Sungsoo L, Woo HC, Jung JH, Kil DK, Do HK (2017). Modified Blowhole Skin Incision Using Negative Pressure Wound Therapy in The Treatment of Ventilator-Related Severe Subcutaneous Emphysema. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 19 (1): 904-90.
- James M, Helen ED (2021). The Diagnosis and Management of Subcutaneous Emphysema: A Literature Review. *Current Pulmonology Reports*, 10: 92-97.
- Ghosh I, Behera P, Das B, Gerber CJ. (2018). Subcutaneous emphysema after endotracheal intubation: A case report. *Saudi J Anaesth*, 12(2):348-349.
- Kamaram AK, *et al* (2022). Recurrent

Spontaneous Subcutaneous Emphysema Of Unknown Origin: A Case Report With Literature Review. *Annals of Medicine and Surgery*, 76: 1-4.

Manouchehr A, Anosh D, Hannan E, Morteza FK, Sina KJ, Alireza AM, Gilda A (2017). Classification and Management of Subcutaneous Emphysema: a 10-Year Experience. *Indian Journal Surgery*, 1 (1): 177–182.

Nai-Chien H, Noorasyikin MA, Teng-Shin K, Yean-Chen LA (2020). Management of Extensive Subcutaneous Emphysema Using Negative Pressure Wound Therapy Dressings. *Journal of the Asian Pacific Society of Respiriology*, 8 (3): 1-4.

Peter O, Hua KC, Rachel W (2018). Management of Extensive Subcutaneous Emphysema With A Subcutaneous Drain. *Journal of The Asian Pacific Society of Respiriology*, 2 (5): 28-30.

Wang HS, Lin J, Wang F, Miao L. (2018). Tracheal injury characterized by subcutaneous emphysema and dyspnea after improper placement of a Sengstaken-Blakemore tube: A case report. *Medicine (Baltimore)*, 97(30): 1128-1133.