



## Emfisema Subkutis Sebagai Komplikasi Pada Pasien COVID-19 Dengan Penggunaan Ventilasi Mekanik

Lira Panduwaty | Antin Trilaksmi | Ferdy Cipta

**How To Cite :** Panduwaty, L., Panduwaty, L., Trilaksmi, A., & Cipta, F. (2022). Emfisema Subkutis sebagai Komplikasi pada Pasien Covid-19 dengan Penggunaan Ventilasi Mekanik. Sanus Medical Journal, 4(2), 37–42. <https://doi.org/10.22236/sanus.v4i2.10388>

To link to this article: <https://doi.org/10.22236/sanus.v4i2.10388>



©2023. The Author(s). This open access article is distributed under [a Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Published Online on October 30, 2023



[Submit your paper to this journal](#) 



[View Crossmark data](#) 



# EMFISEMA SUBKUTIS SEBAGAI KOMPLIKASI PADA PASIEN COVID-19 DENGAN PENGGUNAAN VENTILASI MEKANIK

Lira Panduwaty<sup>a</sup>, Antin Trilaksmi<sup>a</sup>, Ferdy Cipta<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departemen Anestesiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, 11440 Indonesia

<sup>b</sup> Intensive Care Unit, Rumah Sakit Umum Bunda Menteng, Jakarta, 10350 Indonesia

Corresponding : [lira@trisakti.ac.id](mailto:lira@trisakti.ac.id)

**Received:** 5 Februari 2022

**Accepted:** 1 Juli 2022

**Published:** 31 Agustus 2022

## Abstrak

**Latar belakang:** Emfisema subkutis dan pneumomediastinum dilaporkan sebagai komplikasi pada pasien COVID-19 dengan ventilasi mekanik, namun penyebabnya belum jelas. **Tujuan:** Mengidentifikasi faktor penyebab dan penanganan emfisema subkutis pada pasien COVID-19 dengan ventilasi mekanik. **Metode:** Studi kasus dua pasien COVID-19 dengan ARDS di ICU menggunakan ventilasi mekanik. **Hasil:** Kedua pasien mengalami emfisema subkutis dan pneumomediastinum setelah 3-4 hari ventilasi mekanik. Analisis menunjukkan komplikasi ini kemungkinan akibat kerusakan alveolus karena infeksi COVID-19, bukan barotrauma. Penanganan meliputi dekompresi dan pemasangan chest tube. **Kesimpulan:** Emfisema subkutis dan pneumomediastinum pada pasien COVID-19 dengan ventilasi mekanik kemungkinan disebabkan kerusakan alveoli akibat infeksi. Deteksi dini penting untuk mencegah komplikasi lanjut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkonfirmasi temuan dan mengembangkan strategi pencegahan serta penanganan yang lebih baik.

**Kata kunci:** Covid-19, Emfisema subkutis, Pneumomediastinum, Pneumonia virus, Sindrom distress pernapasan akut, Ventilasi mekanik

## Abstract

**Background:** Subcutaneous emphysema and pneumomediastinum have been reported as complications in COVID-19 patients on mechanical ventilation, but the cause is unclear. **Objective:** To identify the causal factors and treatment of subcutaneous emphysema in COVID-19 patients on mechanical ventilation. **Method:** Case study of two COVID-19 patients with ARDS in the ICU using mechanical ventilation. **Results:** Both patients experienced subcutaneous emphysema and pneumomediastinum after 3-4 days of mechanical ventilation. Analysis showed these complications were likely due to alveolar damage due to COVID-19 infection, not barotrauma. **Treatment** includes decompression and insertion of a chest tube. **Conclusion:** Subcutaneous emphysema and pneumomediastinum in COVID-19 patients on mechanical ventilation are likely caused by damage to the alveoli due to infection. Early detection is important to prevent further complications. Further research is needed to confirm the findings and develop better prevention and treatment strategies.

**Keywords:** Covid-19, Subcutaneous emphysema, Pneumomediastinum, Viral pneumonia, Acute respiratory distress syndrome, Mechanical ventilation



2023. The Author(s). This open access article is distributed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

## PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 World Health Organization (WHO) menetapkan infeksi akibat severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) atau yang biasa dikenal dengan Coronavirus Disease (COVID-19) sebagai wabah pandemi global.(1) Di Indonesia per Mei 2021, kasus COVID-19 tercatat sebanyak lebih dari 1,6 juta jiwa terkonfirmasi positif dengan kasus kematian mencapai lebih dari 45.000 jiwa.(2) Gejala yang timbul akibat infeksi COVID-19 cukup bervariasi mulai dari tanpa gejala sampai dengan gejala berat, tetapi yang paling banyak ditemukan adalah demam, batuk kering dan sesak nafas. Sejak awal 2020, penelitian global tentang COVID-19 telah berkembang pesat. Fokus awal pada penyebaran virus dan respons imun telah berkembang menjadi pemahaman yang lebih mendalam tentang manifestasi klinis dan komplikasi seperti ARDS dan gangguan koagulasi. Penggunaan ventilasi mekanik dalam pengobatan kasus COVID-19 yang parah telah menjadi standar perawatan, meskipun berisiko menyebabkan komplikasi seperti emfisema subkutis. Penelitian terkini juga mulai mengeksplorasi efek jangka panjang COVID-19 dan strategi pencegahan komplikasi pada pasien yang memerlukan ventilasi mekanik.

Meskipun pemahaman tentang COVID-19 telah meningkat secara signifikan, masih terdapat kesenjangan dalam pengetahuan, terutama terkait mekanisme detail terjadinya komplikasi seperti emfisema subkutis pada pasien COVID-19 yang menggunakan ventilasi mekanik. Selain itu, masih terbatas data mengenai faktor risiko spesifik, metode pencegahan yang efektif, dan pendekatan pengelolaan optimal untuk komplikasi ini pada populasi COVID-19. Emfisema subkutis merupakan komplikasi yang jarang namun serius pada pasien COVID-19 yang menggunakan ventilasi mekanik. Tercatat prevalensi keseluruhan kejadian emfisema subkutis hanya sebesar 0.43%-2.34%.(4) Namun, dampaknya terhadap morbiditas dan potensi mortalitas pasien signifikan, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan pasien COVID-19 yang kritis.

Untuk mengatasi kesenjangan ini, diperlukan penelitian lebih lanjut yang berfokus pada analisis subpopulasi pasien COVID-19 yang berisiko tinggi mengalami emfisema subkutis. Studi longitudinal multisentris juga diperlukan untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perkembangan komplikasi ini dan mengidentifikasi strategi pencegahan yang efektif. Selain itu, pengembangan protokol manajemen yang spesifik untuk emfisema subkutis pada pasien COVID-19 perlu dilakukan untuk meningkatkan hasil klinis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kasus emfisema subkutis pada dua pasien COVID-19 dengan ARDS yang dirawat di ICU dan menggunakan ventilasi mekanik. Secara spesifik, penelitian ini akan mendeskripsikan presentasi klinis dan perkembangan emfisema subkutis pada kedua pasien, mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang berkontribusi terhadap terjadinya komplikasi ini, mengevaluasi efektivitas strategi manajemen yang diterapkan, serta memberikan rekomendasi untuk pencegahan dan pengelolaan emfisema subkutis pada pasien COVID-19 yang menggunakan ventilasi mekanik.

## METODE PENELITIAN

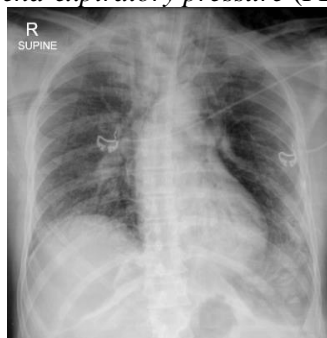
Penelitian ini akan menggunakan desain studi kasus retrospektif untuk menganalisis karakteristik klinis, laboratorium, dan radiologis pasien COVID-19 dengan komplikasi pneumomediastinum. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data rekam medis, analisis karakteristik pasien, evaluasi manajemen dan luaran, serta analisis faktor risiko. Subjek penelitian adalah pasien COVID-19 dengan komplikasi pneumomediastinum di rumah sakit rujukan COVID-19, dengan sampel minimal 2 kasus namun sebaiknya lebih banyak untuk analisis yang lebih komprehensif. Data akan dikumpulkan menggunakan lembar pengumpulan data yang mencakup informasi demografi, riwayat medis, gejala klinis, hasil pemeriksaan fisik, laboratorium, pencitraan, manajemen terapi, dan luaran pasien. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui review rekam medis secara menyeluruh. Validasi data akan dilakukan melalui cross-check oleh minimal 2 peneliti independen dan konsultasi dengan dokter spesialis yang merawat pasien. Analisis data meliputi analisis deskriptif, komparatif antara kasus, evaluasi kualitatif manajemen dan luaran, serta analisis timeline kejadian. Dengan rancangan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai karakteristik, faktor risiko, dan manajemen pasien COVID-19 dengan komplikasi pneumomediastinum.

### KASUS 1

Seorang laki-laki berusia 50 tahun terkonfirmasi covid-19 dengan hasil RT-PCR SARSCoV-2 positif, datang ke Instalasi Gawat Darurat (IGD) dengan keluhan sesak nafas sejak 2 hari lalu dan semakin memberat hingga saat ini. Pasien juga mengeluh demam tinggi hilang timbul dan disertai batuk kering sejak 5 hari lalu. Sesak nafas semakin memberat jika pasien batuk. Pasien mempunyai riwayat diabetes melitus tipe 2 (DM) sejak 5 tahun dan saat ini mengkonsumsi obat metformin. Pasien tidak merokok dan tidak ada riwayat penyakit paru lainnya. Dilakukan pemeriksaan tanda vital didapatkan tekanan darah 160/110 mmHg, laju detak jantung 140 kali/menit, laju nafas 40 kali/menit, suhu tubuh 37°C dan saturasi oksigen (SpO<sub>2</sub>) 80% dalam udara ruangan, pasien segera diberikan suplementasi oksigen tambahan menggunakan *high flow nasal cannula* (HFNC) 60 L/menit dan fraksi oksigen 90% (FiO<sub>2</sub> 90%), kemudian SpO<sub>2</sub> meningkat menjadi 90%. Pemeriksaan fisik didapatkan kesadaran

*compos mentis* dengan *glasglow coma scale* (GCS) E4M6V5, auskultasi paru terdengar suara nafas vesikuler di kedua lapang paru dan terdengar rhonki kering luas di kedua lapang paru terutama di basal.

Hasil laboratorium terdapat peningkatan *c-reactive protein* (CRP) 175.9 mg/L dan D-Dimer 2,83 µg/mL. Hasil analisis gas darah arteri dengan menggunakan *non-rebreathable mask* (NRM) 15 L/menit didapatkan pH 7.41, pCO<sub>2</sub> 23.6 mmHg, pO<sub>2</sub> 61.8 mmHg, HCO<sub>3</sub> 14.7 mmol/L, BE -7.8 mmol/L. Pasien dirawat di intensive care unit (ICU) dan mendapatkan terapi remdesivir untuk 10 hari, tocilizumab 400mg selama 2 hari, transfusi plasma konvalesens 2 unit, heparin 10.000unit/24 jam dan dexamethasone sodium phosphate. Hari ke 6 perawatan kondisi pasien memburuk, SaO<sub>2</sub> 83% dengan HFNC 60L/menit dan FiO<sub>2</sub> 90%. Kemudian dilakukan prosedur intubasi dan penggunaan ventilasi mekanik dengan mode *pressure-controlled ventilation* (PCV), *respiratory rate* (RR) 18, *pressure support* (PS) 10 cmH<sub>2</sub>O, *positive end-expiratory pressure* (PEEP) 11 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> 95%.



**Gambar 1.** Hasil X-ray Toraks pada kasus pasien pertama saat perawatan hari ke 8 menunjukkan infiltrat bilateral, emfisema subkutis dan pneumomediastinum kanan.

Hari ke 8 perawatan ditemukan emfisema subkutis di regio dada, bahu dan wajah. Dilakukan x-ray toraks ulang dan didapatkan gambaran emfisema subkutis dan pneumomediastinum kanan. Segera dilakukan dekompresi menggunakan IV Cannula ukuran 22 secara subkutis kemudian pasien dilakukan mediastinoskopi dan pemasangan *chest tube* oleh spesialis bedah toraks. Setelah melalui terapi yang optimal, kondisi pasien tetap memburuk dan hari ke 10 perawatan, pasien dinyatakan meninggal dunia.

## KASUS 2

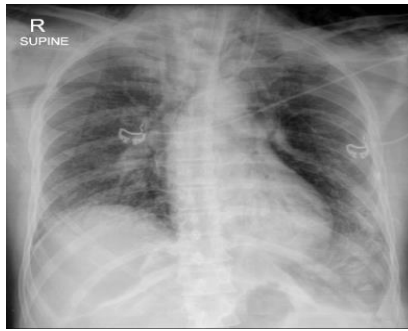
Seorang perempuan berusia 70 tahun datang ke IGD dengan keluhan sesak nafas sejak 3 hari yang semakin memberat, terutama setelah batuk. Pasien juga mengeluh batuk kering disertai demam tinggi hilang timbul sejak 5 hari lalu. Pasien mempunyai riwayat DM, rutin konsumsi obat glimepirid 2mg dan mempunyai riwayat hipertensi (HT) sejak 10 tahun lalu rutin konsumsi kombinasi obat amlodipine 5mg dan valsartan 80 mg.

Pemeriksaan tanda vital didapatkan tekanan darah 140/85, laju detak jantung 85 kali/menit, laju nafas 40 kali/menit dan suhu tubuh 36.8°C dan SpO<sub>2</sub> 85% udara ruangan. Dari pemeriksaan fisik didapatkan kesadaran *compos mentis* dengan GCS 15. Auskultasi paru terdengar rhonki pada kedua lapang paru dan tidak terdengar wheezing. Pemeriksaan fisik lainnya tidak ditemukan kelainan. Pasien segera dilakukan pemeriksaan swab nasoro-faring menggunakan metode RT-PCR SARSCoV-2 dan didapatkan hasil positif. Pemeriksaan laboratorium didapatkan leukosit 18.000, D-Dimer 8.62 µg/mL, SGOT 31.7 U/L, SGPT 161.3 U/L, urea 58.3 mg/dL, creatinine 1.7 mg/dL, CRP 43.1 mg/L, procalcitonin 0.66 ng/mL. Hasil analisa gas darah arteri dengan NRM 15L/menit didapatkan pH 7.36, pCO<sub>2</sub> 42.4 mmHg, pO<sub>2</sub> 86.2 mmHg, HCO<sub>3</sub> 23.2 mmol/L, BE -2.2 mmol/L.

Hasil x-ray toraks didapatkan gambaran pneumonia bilateral dengan corakan bronchovascular yang terlihat kasar kemudian infiltrat yang tersebar pada aspek perifer dan sentral pada kedua lapang paru, terutama paru kanan. Pasien dirawat di ICU isolasi dan mendapat oksigen tambahan dengan HFNC flow 50 L/menit, FiO<sub>2</sub> 80% dan suhu 34°C. Pasien juga mendapatkan terapi remdesivir selama 10 hari, dexamethasone sodium phosphate, heparin 5000 unit/24 jam, tocilizumab 400mg untuk 1 hari dan transfusi plasma konvalesens 2 unit.

Hari ke 2 perawatan, SpO<sub>2</sub> pasien kian menurun, menjadi 85% dengan HFNC flow 50 L/menit dan FiO<sub>2</sub> 80%. Karena kebutuhan oksigen pasien yang kian meningkat maka dilakukan prosedur intubasi dan pemasangan ventilasi mekanik. dengan mode *continuous mandatory ventilation* (CMV), PEEP 9 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> 90%, *tidal volume* (TV) 400 ml, RR 15.

Hari ke 5 perawatan, saat ini pasien masih menggunakan ventilasi mekanik, muncul kremitasi subkutis pada regio sekitar dada dan bahu. Setelah dilakukan pemeriksaan CXR ulang, ditemukan gambaran emfisema subkutis dan pneumomediastinum.



Gambar 2. Hasil X-ray Toraks pada kasus pasien kedua saat perawatan hari ke 5 menunjukkan infiltrat bilateral, emfisema subkutis dan pneumomediastinum.

Setelah perawatan yang intensif, keadaan pasien memburuk dan pasien dinyatakan meninggal dunia pada hari ke - 20 perawatan di ICU.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian emfisema subkutis dan pneumomediastinum telah dilaporkan dalam beberapa laporan kasus pasien dengan infeksi COVID-19 dengan ataupun tanpa penggunaan ventilasi mekanik.<sup>(6-9)</sup> Penelitian yang telah dilakukan Lemmers et al membuktikan bahwa prevalensi terjadinya emfisema subkutis dan pneumomediastinum pada pasien yang menggunakan ventilasi mekanik, dengan diagnosis COVID-19 yang disertai dengan ARDS sebesar 13.6% dibandingkan dengan pasien ARDS bukan COVID-19 hanya sebesar 1.9%.<sup>(10)</sup> Banyak faktor penyebab terjadinya emfisema subkutis (ES) dan pneumomediastinum (PM) akibat penggunaan ventilasi mekanik. Lansia, *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD), cystic fibrosis merupakan beberapa faktor risiko terjadinya hal tersebut.<sup>(10)</sup> Emfisema subkutis pada dasarnya dapat terjadi secara spontan, sekunder akibat trauma atau infeksi, atau iatrogenik akibat barotrauma atau prosedur medis.<sup>(11)</sup> Menurut penelitian Lemmers et al disebutkan juga bahwa dari 23 pasien COVID-19 dengan ARDS (COV-ARDS) yang menggunakan ventilasi mekanik, kejadian emfisema subkutis terjadi pada 15 pasien laki-laki dan 8 pasien perempuan, terjadi pada usia 60-70 tahun dengan median usia 64 tahun, diantaranya 3 pasien mempunyai komorbid diabetes mellitus dan 11 pasien memiliki hipertensi.<sup>(10)</sup>

Salah satu patofisiologi yang diduga menjadi faktor risiko terbesar yaitu akibat infeksi yang mengakibatkan terjadinya *diffuse alveolar injury* akibat pneumonia berat dan menyebabkan rupturnya alveoli. Rupturnya alveoli tersebut dapat memicu fenomena Macklin yang diprovokasi juga oleh batuk hebat yang berkepanjangan dan menjadi salah satu faktor risiko. Fenomena Macklin memungkinkan terjadinya perpindahan udara interstitial sepanjang selubung vaskular yang melewati mediastinum, jaringan subkutis, dan retroperitoneum. Oleh karena itu, dapat bermanifestasi sebagai emfisema interstitial paru, pneumomediastinum, pneumoperitoneum, atau emfisema subkutis. Pasien mungkin timbul gejala takikardia, nyeri dada, takipnea, agitasi, hipotensi, sianosis, atau penurunan kesadaran. Jika udara masuk ke jaringan subkutis maka akan didapatkan krepitasi subkutis dan apabila udara tersebut masuk ke dalam mediastinum maka pada CXR dapat ditemukan gambaran pneumomediastinum.<sup>(12)</sup>

Dalam penyelesaian kasus ini, pemahaman mendalam tentang pengaruh diet dan nutrisi, seperti disebutkan dalam studi oleh Sianipar et al, bisa menjadi aspek yang relevan dalam mengelola dan mungkin mencegah komplikasi lebih lanjut. Penelitian tersebut mengaitkan defisiensi vitamin B12 dengan peningkatan homosistein yang dapat berkontribusi pada kerusakan hati.<sup>(17)</sup> Meskipun konteksnya berbeda, pemahaman ini dapat mendorong inisiatif penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi faktor risiko atau intervensi terapeutik lain dalam konteks kerusakan alveoli dan komplikasi yang terkait.<sup>(19)</sup> Dari perspektif yang lebih luas, pemahaman ini juga menambahkan bobot pada literatur yang ada mengenai pentingnya menangani comorbidities, seperti dikutip dari studi Lakshmi & Yudyawati tentang hipertensi dan dampaknya terhadap kondisi kesehatan masyarakat serta risiko terkait bagi individu yang terinfeksi.<sup>(18)(20)</sup> Emfisema subkutis dan pneumomediastinum akibat iatrogenik, meskipun jarang, dapat terjadi setelah intubasi endotrakeal dan biasanya terbukti dalam 24 jam setelah intubasi. Mekanisme yang diduga untuk menjelaskan komplikasi tersebut yaitu robekan pada mukosa trakea, pemembangan dari *cuff* pipa endotrakeal yang berlebihan, dan kelainan kongenital pada mukosa.<sup>(13)</sup>

Pada pasien pertama, intubasi dan penggunaan ventilasi mekanik dilakukan pada hari ke 6 perawatan, dan emfisema subkutis ditemukan pada hari ke 3 paska penggunaan ventilasi mekanik. Pada pasien kedua, intubasi dilakukan pada hari ke 2 dan emfisema subkutis ditemukan pada hari ke 4 paska penggunaan ventilasi mekanik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kemungkinan besar penyebab emfisema subkutis bukanlah karena iatrogenik akibat trauma saat prosedur intubasi. Barotrauma paru pada pasien COVID-19 dengan ARDS dikaitkan dengan ES dan PM akibat tekanan saluran napas yang tinggi terkait dengan ventilasi volume tidal yang tinggi (~12 mL/kg berat badan ideal) dan *plateau pressure* yang melebihi 35 cmH<sub>2</sub>O.<sup>(14)</sup> Menurut penelitian yang dilakukan Lemmers et al dimana membandingkan beberapa variabel pasien COVID-19 dengan ARDS dan memakai ventilasi mekanik

yang mengalami ES/PM, menyimpulkan bahwa kejadian ES/PM pada pasien COVID-19 dengan ARDS bukan karena akibat barotrauma.<sup>(12)</sup> Dalam penelitian tersebut diantaranya membandingkan tekanan *plateau*, PEEP dan volume tidal pada pasien hari pertama pemasangan ventilasi mekanik dibandingkan dengan hari terjadinya komplikasi SE. Penelitian juga dilakukan oleh Sethi *et.al* dimana durasi rata-rata ventilasi mekanik sebelum terjadinya ES adalah 5,5 hari. Untuk PEEP tertinggi adalah 10 cmH<sub>2</sub>O untuk pasien yang menerima ventilasi mekanik.<sup>(15)</sup>

Grafik parameter ventilator pasien pertama pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa tekanan *plateau* tidak pernah melebihi 35 cmH<sub>2</sub>O dan volume tidal tidak pernah melewati 12mL/kg. Begitu juga pada pasien kedua yang ditunjukkan pada Gambar 4. dimana tekanan *plateau* tidak pernah lebih dari 35 cmH<sub>2</sub>O dan volume tidak selalu dibawah 12mL/kg. Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa emfisema subkutis kemungkinan besar bukan akibat dari barotrauma. Penelitian lain juga dilakukan Al-Azzawi et al dalam laporan kasusnya menjelaskan terjadinya emfisema subkutis spontan dan pneumomediastinum pada pasien COVID-19. Dalam penelitian tersebut membandingkan PEEP, tekanan *plateau* dan FiO<sub>2</sub> pada pasien COVID-19 dengan ventilasi mekanik. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa emfisema subkutis yang terjadi bukanlah akibat dari iatrogenik maupun barotrauma, karena emfisema subkutis bermanifestasi lebih dari 24 jam setelah pemasangan ventilasi mekanik. Tekanan *plateau* pasien saat pemantauan juga tidak pernah melebihi 35 cmH<sub>2</sub>O.<sup>(6)</sup>

**Tabel 1.** Perbandingan beberapa variabel pasien COVID-19 dengan ARDS (COV-ARDS) saat pertama menggunakan ventilasi mekanik dan saat terjadinya emfisema subkutis/pneumomediastinum.<sup>(10)</sup>

Variabel	Ventilator variable pada pasien COVID-19 dengan ARDS	
	Hari 1 ventilator	Hari terjadinya ES/PM
Positive end-expiratory pressure cmH <sub>2</sub> O	12 (8-15)	12 (8-15)
Peak airway pressure cmH <sub>2</sub> O	30±5	29±5
Plateau airway pressure cmH <sub>2</sub> O	24±5	22±4
Minute ventilation L/min	8.4±1.2	8.9±2.1
Tidal volume mL/kg	6±0.9	6.7±1.7

Tabel diatas menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan Lemmers et al dan dapat diambil kesimpulan yaitu pada hari masuk ICU pasien yang mengalami ES/PM memiliki tekanan saluran napas yang sama dengan pasien yang tidak mengalami ES/PM. Selain itu, tekanan saluran napas juga ditemukan lebih rendah pada hari terjadinya ES/PM dibandingkan pada hari dimulainya pemasangan ventilasi mekanik. Mempertimbangkan hal ini, pneumomediastinum / emfisema subkutis pada COV-ARDS tampaknya tidak terkait dengan mekanisme barotrauma klasik, yang menurut etimologinya hanya mengacu pada tekanan intrapulmonal yang tinggi.<sup>(12)</sup> Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang diterbitkan sebelumnya pada lebih dari 5000 pasien dengan ventilasi mekanik, di mana adanya udara di luar trakeobronkial (pneumotoraks, pneumomediastinum, emfisema subkutis) tidak berhubungan dengan tekanan saluran napas dan volume tidal.<sup>(10)(16)</sup> Berdasarkan hal-hal tersebut maka kemungkinan besar penyebab emfisema subkutis dan pneumomediastinum pada kedua pasien tersebut merupakan akibat kerusakan alveolus karena infeksi COVID-19. Kerusakan tersebut menyebabkan rupturnya alveoli sehingga menyebabkan keluarnya udara dari alveolus menuju mediastinum dan jaringan subkutis.

Dalam penelitian ini, kami menemukan kejadian emfisema subkutis (ES) dan pneumomediastinum (PM) pada dua pasien COVID-19 yang menggunakan ventilasi mekanik, konsisten dengan laporan kasus sebelumnya. Lemmers et al. menemukan prevalensi ES dan PM yang lebih tinggi pada pasien COVID-19 dengan ARDS dibandingkan dengan pasien ARDS non-COVID-19, dan temuan kami memperkuat hasil tersebut. Kami mengamati bahwa ES muncul beberapa hari setelah intubasi, mengesampingkan kemungkinan komplikasi iatrogenik. Analisis parameter ventilator menunjukkan bahwa barotrauma klasik kemungkinan bukan penyebab utama ES/PM. Studi kasus kami memberikan gambaran lebih detail tentang perjalanan klinis dan parameter ventilator harian. Kami mengajukan hipotesis bahwa ES/PM pada pasien COVID-19 lebih mungkin disebabkan oleh kerusakan alveolar akibat infeksi virus, dengan Fenomena Macklin mungkin berperan penting. Meskipun memiliki keterbatasan dalam hal jumlah sampel kecil, penelitian ini berkontribusi dalam memperkuat bukti risiko ES/PM pada pasien COVID-19 dengan ventilasi mekanik, menyediakan analisis detail parameter ventilator dan perjalanan klinis, serta mendukung hipotesis tentang penyebab utama ES/PM. Temuan kami memiliki implikasi penting untuk manajemen klinis, termasuk perlunya pemantauan ketat dan penyesuaian strategi pencegahan dan pengelolaan ES/PM pada pasien COVID-19.

## Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi komplikasi emfisema subkutis dan pneumomediastinum pada pasien COVID-19, menekankan perlunya penelitian lebih lanjut tentang penyebab utamanya. Temuan utama meliputi

pentingnya pemeriksaan fisik menyeluruh, penggunaan CXR dan CT Scan Toraks untuk diagnosis, serta penerapan kriteria ventilasi protektif yang tepat untuk mencegah cedera paru pada pasien dengan ventilasi mekanik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan studi dengan kohort yang lebih besar, mengeksplorasi metode pengelolaan alternatif, meneliti penggunaan teknologi baru untuk deteksi dan manajemen dini yang lebih efektif, serta melakukan penelitian yang mempertimbangkan aspek klinis lainnya selain pencitraan.

## Referensi

1. Cucinotta D, Vanelli M. WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Biomed.* 2020;91(1):157-60. doi: 10.23750/abm.v91i1.9397.
2. Komite Penanganan COVID-19 dan Pemulihan Ekonomi Nasional. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases in Indonesia. [updated] 2021 May 6. [cited 2021 May 06]. Available from: URL: <https://covid19.go.id/peta-sebaran>.
3. Wu J, Wu X, Zeng W, et al. Chest CT findings in patients with corona virus disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol.* 2020;55(5):257-61. doi: 10.1097/RLI.0000000000000670.
4. Aghajanzadeh M, Dehnadi A, Ebrahimi H, et al. Classification and Management of Subcutaneous Emphysema: a 10-Year Experience. *Indian J Surg.* 2015;77(2):673-7. doi: 10.1007/s12262-013-0975-4.
5. Kukuruzca K, Aboed A. Subcutaneous Emphysema. [updated] 2020 August 08. [cited 2021 May 06]. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542192/>.
6. Al-Azzawi M, Douedi S, Alshami A, et al. Spontaneous Subcutaneous Emphysema and Pneumomediastinum in COVID-19 Patients: An Indicator of Poor Prognosis?. *The American journal of case reports.* 2020;21:1-6. doi: 10.12659/AJCR.925557.
7. Gahona CC, Raj K, Bhandari K, et al. Subcutaneous Emphysema in Patients With COVID-19 Infection: A Report of Three Cases. *Cureus.* 2020;12(9): e10559. doi: [10.7759/cureus.10559](https://doi.org/10.7759/cureus.10559).
8. Agrawal A, Sen KK, Satapathy G, et al. Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19 patients a case series. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2021;52(27). doi: <https://doi.org/10.1186/s43055-020-00401-0>.
9. Sun R, Liu H, Wang X. Mediastinal emphysema, giant bulla, and pneumothorax developed during the course of COVID-19 pneumonia. *Korean J Radiol.* 2020;21(5): 541–4. doi: [10.3348/kjr.2020.0180](https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0180).
10. Lemmers DHL, Hilal M, Bnà C, et al, Pneumomediastinum and subcutaneous emphysema in COVID-19: barotrauma or lung frailty? . *ERJ Open Research.* 2020;6(4): 00385-2020. doi: [10.1183/23120541.00385-2020](https://doi.org/10.1183/23120541.00385-2020).
11. Sami R, Sereshti N. Case Report: Barotrauma in COVID-19 Case Series. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.* 2021;105(1):54-8. doi: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0080>.
12. Hsu CW, Sun SF. Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation. *World J Crit Care Med.* 2014;3(1):8-14. doi: 10.5492/wjccm.v3.i1.8.
13. Jo YY, Park WY, Koo BN, et al. Delayed detection of subcutaneous emphysema following routine endotracheal intubation -A case report. *Korean J Anesthesiol.* 2010;59(3): 220–3. doi: [10.4097/kjae.2010.59.3.220](https://doi.org/10.4097/kjae.2010.59.3.220).
14. Diaz R, Heller D. Barotrauma And Mechanical Ventilation. [updated] 2020 August 8]. [cited 2021 May 06]. Available from: URL: Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545226/>.
15. Sethi SM, Ahmed AS, Hanif S, et.al. Subcutaneous emphysema and pneumomediastinum in patients with COVID-19 disease; case series from a tertiary care hospital in Pakistan. *Epidemiol Infect.* 2021;149:e37. doi: 10.1017/S095026882100011X.
16. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195: 1253–63. doi:10.1164/rccm.201703-0548ST.
17. Sianipar, I. R., Ujjianti, I., Yolanda, S., Jusuf, A. A., Kartinah, N. T., Amani, P., ... & Santoso, D. I. S. Low vitamin B12 diet increases liver homocysteine levels and leads to liver steatosis in rats. *Universa Medicina,* 2019; 38(3), 194-201.
18. Purwowiyoto, S. L. (2020). Stem Cell Therapy for Ischemic Heart Disease: Clinical Use. *Sanus Medical Journal,* 1(1), 23–26. <https://doi.org/10.22236/sanus.v1i1.5402>
19. Amani, P., Prijanti, A. R., Jusuf, A. A., Kartinah, N. T., Ujjianti, I., Murthi, A. K., & Soeria, D. I. (2019, April). Cobalamin restriction with AIN-93M chow modification: Hematology and cardiovascular parameter assessment. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2092, No. 1). AIP Publishing.
20. Lakshmi, B. S., & Yudyawati, A. I. (2021). Hipertensi Masa Kini dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat. *Sanus Medical Journal,* 2(1), 22–25. <https://doi.org/10.22236/sanus.v1i1.6606>