

Perjalanan Udara pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)

Komang Sri Rahayu Widiyasari¹, Muhammad Mirsa Nidzarsyah², Mc. Syaiful Ghazi Yamani²

¹ Departemen Pulmonologi dan Kesehatan Respirasi, RSUD Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

² Program Pendidikan Dokter Spesialis Pulmonologi dan Kesehatan Respirasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/lmj.v3i3.4624>

Article Info

Received : 23 Mei 2024

Revised : 27 Agustus 2024

Accepted : 10 September 2024

Abstract: The development of COPD management helps patients become more physically active. Some COPD patients continue to do activities such as exercise and traveling by airplanes. About 2 billion airplane passengers traveling each year and 18-44% of them are COPD patients.

Increasing altitude can cause hypoxia. Healthy individuals respond to hypoxia by increasing ventilation, balancing hypobaric changes without causing any symptoms. Ventilation can be increased by increasing tidal volume and/or increasing respiratory rate. However, increasing tidal volume for COPD patients is difficult as they are often hyperinflated.

The tests used for pre-flight evaluation are oxygen saturation, arterial blood gas analysis, pulmonary function tests and 6-minute walk tests. Altitude and air travel for COPD patients can trigger the emergence of disturbing clinical symptoms during the trip, especially for people with moderate to severe COPD. One of the easiest tests to do and can be an initial reference is pulse oximetry, and if oxygen saturation in patients with respiratory diseases such as COPD is below 92%, oxygen supplementation must be given. In addition to using pulse oximetry, a further test that can be used to assess fitness to fly in COPD patients is Hypoxic Challenge Testing. The FAA (Federal Aviation Administration) allows passengers to use portable oxygen concentrators (POCs) but passengers must meet several airline standards and regulations regarding oxygen supplementation, and passengers often have to pay additional costs.

Keywords: air travel, flights, COPD, Hypoxic Challenge Testing.

Pendahuluan

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan satu dari tiga penyebab kematian terbesar di dunia dan 90% kematian tersebut terjadi di negara yang berpendapatan rendah dan menengah pada kelompok usia lebih dari sama dengan 25 tahun (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2024*). Sebanyak 3,2 juta penduduk dunia meninggal karena PPOK pada tahun 2015. Di 12 negara Asia Pasifik, WHO menyatakan prevalensi PPOK sedang-berat pada usia 30 tahun ke atas sebesar 6,3%, dimana Hongkong dan Singapura mempunyai prevalensi terkecil yaitu 3,5% dan Vietnam sebesar 6,7% (Pratiwi PD dan Perwitasari, 2017). Di

wilayah Indonesia berdasarkan data Riskesdas tahun 2013, prevalensi penderita PPOK mencapai 3,7% dari populasi atau kurang lebih 9,2 juta jiwa. Menurut data tersebut, penderita PPOK di Indonesia didominasi oleh individu berusia lebih dari sama dengan 30 tahun dan berjenis kelamin laki-laki. Prevalensi PPOK pada subjek yang tidak merokok dilaksanakan pada tahun 2015 di 3 provinsi Indonesia (DKI, Jawa Barat, Banten), prevalensi PPOK sebesar 6,35% (Nguyen Viet et al., 2015). Sedangkan di wilayah provinsi Nusa Tenggara Barat sendiri, angka prevalensi penderita PPOK mencapai 5,4% dari populasi (Dinas Kesehatan Republik Indonesia, 2013). Berdasarkan data Rekam Medis

Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTB Tahun 2019, didapatkan jumlah pasien PPOK periode Agustus 2018-September 2019 sebanyak 192 pasien (Meilinda et al., 2019).

PPOK merupakan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan yang terjadi sepanjang waktu dari individu yang dapat mengakibatkan kerusakan paru dan atau mengubah perkembangan atau proses penuaan yang normal. Paparan lingkungan yang terutama mengakibatkan PPOK adalah asap rokok dan inhalasi partikel berbahaya baik dari rumah atau polusi udara. Pasien PPOK umumnya mengeluhkan sesak napas, mengi, dada terasa berat, kelelahan, keterbatasan aliran udara, dan atau batuk dengan atau tanpa produksi sputum dan adanya eksaserbasi (kejadian akut berupa peningkatan gejala pernapasan) (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, 2024).

Melalui perkembangan teknologi dan ketersediaan perawatan pendukung yang memadai bagi pasien PPOK seperti rehabilitasi, terapi oksigen jangka panjang, dukungan oksigen rawat jalan, dan ventilasi non-invasif membantu pasien menjadi lebih aktif secara fisik dan bergerak. Sebagian besar pasien PPOK biasanya tetap melanjutkan kehidupan sehari-hari, seperti pergi keluar, berolahraga, dan tentu saja bepergian. Pada beberapa tahun terakhir, perjalanan udara menjadi moda transportasi pilihan pertama karena cepat, praktis, dan semakin murah. Menurut data Bank Dunia, 3,696 miliar orang menggunakan perjalanan udara komersial di seluruh dunia pada tahun 2016 (Ergan et al., 2018).

Sementara itu, pasien PPOK dan dokter yang merawat perlu memahami pengaruh penerbangan pada kondisi klinis penumpang pesawat yang menderita PPOK. Pada kondisi penerbangan atau ketinggian tertentu, tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian. Efek dari peningkatan ketinggian dapat mengakibatkan hipoksia. Respon individu sehat terhadap hipoksia adalah meningkatkan ventilasi, menyeimbangkan perubahan hipobarik tanpa menimbulkan gejala apa pun. Ventilasi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan volume tidal dan atau meningkatkan laju pernapasan. Namun, meningkatkan volume tidal untuk pasien dengan masalah pernapasan, dan terutama bagi mereka yang menderita PPOK, merupakan mekanisme yang sulit karena mereka sering mengalami hiperinflasi (Tsiliogianni et al., 2012).

Pada tinjauan kepustakaan ini, akan dibahas tentang pengaruh perjalanan udara terhadap pasien PPOK sehingga dapat memberikan gambaran bagi pasien dan dokter untuk memberikan edukasi yang komprehensif terkait hal-hal yang harus diperhatikan sebelum

seseorang yang menderita PPOK melakukan perjalanan dengan pesawat udara.

Metode

Dalam penulisan tinjauan pustaka ini menggunakan studi literatur dari berbagai referensi dan fokus pembahasan pada pengaruh perjalanan udara terhadap pasien PPOK. Adapun mesin pencari yang digunakan yaitu PubMed, Google scholar, dan ResearchGate dengan kata kunci "perjalanan udara", "penerbangan", "PPOK", "Hypoxic Challenge Testing". Secara keseluruhan terdapat 26 artikel yang digunakan sebagai referensi penyusunan tinjauan pustaka ini.

Definisi PPOK

PPOK merupakan kondisi paru heterogen dengan karakteristik gejala respirasi kronik seperti sesak napas, batuk, produksi sputum dan atau eksaserbasi; yang diakibatkan oleh abnormalitas jalan napas dan atau alveoli yang menyebabkan obstruksi aliran udara yang bersifat persisten dan seringkali progresif (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, 2024).

Patogenesis PPOK

Patogenesis PPOK belum sepenuhnya dipahami, namun beberapa teori telah diajukan. Ada beberapa mekanisme utama berkembangnya PPOK, yakni adanya proses inflamasi kronis pada saluran pernafasan, stres oksidatif, dan gangguan keseimbangan proteolitik dan antiproteolitik. Beberapa sel inflamasi seperti makrofag, neutrofil, dan sel T CD8+ diketahui terlibat dalam proses inflamasi pada saluran napas pasien PPOK. Stres oksidatif dapat menyebabkan terganggunya fungsi seluler, kematian sel, dan kerusakan matriks ekstraseluler paru (Yudhawati & Prasetyo, 2019).

Stres oksidatif selanjutnya mempengaruhi keseimbangan proteolitik-antiproteolitik dengan mengaktifkan protease dan menonaktifkan anti-proteinase. Ketidakseimbangan antara proteolisis dan antiproteolisis di paru menyebabkan kerusakan pada parenkim paru dan pada gilirannya, menyebabkan emfisema. Peningkatan aktivitas proteolitik ini dapat disebabkan oleh respons inflamasi, yaitu pelepasan enzim proteolitik oleh sel inflamasi seperti makrofag dan neutrofil, atau ditentukan secara genetik, misalnya akibat defisiensi α 1-antitripsin. (Yudhawati & Prasetyo, 2019)

Pada PPOK, obstruksi aliran udara disebabkan oleh campuran penyakit *small airways* (yang meningkatkan resistensi jalan napas) dan kerusakan parenkim yang menurunkan *elastic recoil* normal dari parenkim paru. Peradangan kronik menyebabkan

perubahan struktural, penyempitan *small airway*, eksudasi didalam lumen saluran napas kecil dan penurunan *elastic recoil* (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2024*)

Diagnosis PPOK

Diagnosis PPOK ditegakkan bila muncul tanda dan gejala berupa sesak napas progresif, batuk kronis terus-menerus yang mengeluarkan lendir, infeksi saluran pernapasan berulang, adanya faktor risiko, dan riwayat keluarga dengan penyakit PPOK. Jika salah satu tanda atau gejala yang terdapat pada pasien berusia lebih dari 40 tahun, pertimbangkan diagnosis PPOK dan lakukan tes spirometri untuk memastikan diagnosis PPOK. Pengukuran gejala sesak napas dapat dilakukan dengan menggunakan mMRC (*Modified British Medical Research Council*) dan CAT (*COPD Assessment Test*) (PDPI, 2023).

Tabel 1. mMRC *Dyspnea Scale* (PDPI, 2023)

Grade	Deskripsi sesak napas
0	Saya hanya merasa sesak napas bila melakukan kegiatan yang berat
1	Saya merasa sesak napas bila berjalan dengan cepat pada jalan yang rata atau berjalan sedikit mendaki
2	Saat berjalan di jalan yang datar, saya merasa sesak nafas dan berjalan lebih lambat dibandingkan orang lain yang seusia, atau mungkin berhenti sejenak untuk mengatur nafas saat berjalan dengan kecepatan saya sendiri
3	Setelah berjalan 100 meter atau beberapa menit di jalan datar, saya berhenti untuk mengatur napas
4	Saya sesak napas bila meninggalkan rumah, atau sesak napas muncul bahkan saat berpakaian.

Tes fungsi paru dapat dilakukan dengan tes spirometri dan uji bronkodilator. Spirometri menampilkan volume ekspirasi paksa dalam 1 detik (VEP1), prediksi VEP1, kapasitas vital paru (KVP), dan VEP1/KVP. Di Indonesia, obstruksi terjadi ketika VEP1/KVP < 75%. Untuk mendiagnosis PPOK digunakan kriteria GOLD: nilai VEP1/KVP setelah pemberian bronkodilator < 70%. VEP1% (VEP1/VEP1 prediksi) adalah parameter yang digunakan untuk menilai tingkat keparahan PPOK dan memantau perkembangan penyakit (PDPI, 2023; GOLD 2024).

Pengujian bronkodilator dilakukan menggunakan spirometri pada PPOK stabil. Jika spirometri tidak tersedia, peak flow meter dapat digunakan. Perubahan VEP1 atau arus puncak ekspirasi (APE) diamati 15 hingga 20 menit setelah pemberian 4 hingga 8 hisapan bronkodilator inhalasi (dosis 400 hingga 800 µg salbutamol). Pada PPOK, peningkatan nilai VEP1 setelah pemberian bronkodilator kurang dari

12% atau 200 ml dibandingkan nilai awal. Bila menggunakan arus puncak ekspirasi maka peningkatannya < 20% (PDPI, 2023).

Penatalaksanaan PPOK

Penatalaksanaan PPOK dibagi menjadi 2, yaitu PPOK stabil dan PPOK eksaserbasi akut. Tujuan pengobatan PPOK stabil adalah untuk mengurangi gejala, meningkatkan kualitas hidup, dan mencegah serta mengobati eksaserbasi. Pengobatan yang digunakan adalah bronkodilator, obat anti inflamasi, antibiotik, dan mukolitik (PDPI, 2023; GOLD 2024).

Bronkodilator meningkatkan VEP1 dan variabel spirometri lainnya dengan mempengaruhi tonus otot polos saluran napas dan meningkatkan aliran udara ekspirasi, yang mencerminkan pelebaran saluran napas daripada perubahan elastisitas paru. Bronkodilator cenderung mengurangi hiperinflasi dinamis saat istirahat atau selama berolahraga dan meningkatkan kinerja olahraga. Besarnya perubahan ini tidak mudah diprediksi dari perbaikan VEP1 saat istirahat, terutama pada pasien PPOK berat dan sangat berat. Golongan bronkodilator terdiri dari agonis beta-2, obat antikolinergik, dan metilxantin (PDPI, 2023)

Tujuan pemberian obat anti inflamasi pada pasien PPOK adalah untuk menekan inflamasi. Obat antiinflamasi tersedia dalam bentuk oral, intravena, dan inhalasi. Obat anti inflamasi yang dapat digunakan untuk PPOK antara lain kortikosteroid dan inhibitor fosfodiesterase-4. Bukti in vitro menunjukkan bahwa peradangan terkait PPOK memiliki respons terbatas terhadap kortikosteroid. Namun beberapa obat, seperti agonis β2, teofilin, dan makrolida, dapat meningkatkan sensitivitas kortikosteroid (PDPI, 2023).

Berdasarkan derajat eksaserbasinya, pengobatan PPOK dibagi menjadi tiga :

1. eksaserbasi ringan: diobati dengan agonis β2 kerja pendek (SABA) saja;
2. eksaserbasi sedang: diobati dengan SABA dan kortikosteroid oral dengan atau tanpa antibiotik dan
3. eksaserbasi berat: memerlukan rawat inap atau penanganan darurat segera dan sering disertai dengan gagal napas (PDPI, 2023; GOLD 2024).

Pengobatan PPOK eksaserbasi akut meliputi peningkatan dosis dan frekuensi pemberian bronkodilator. SABA direkomendasikan sebagai bronkodilator lini pertama untuk pengobatan eksaserbasi akut, dengan atau tanpa SAMA. Sementara itu, terapi pemeliharaan dengan bronkodilator kerja panjang harus dimulai sesegera mungkin sebelum

pasien dipulangkan dari rumah sakit. Pemberian kortikosteroid sistemik meningkatkan fungsi paru-paru (VEP1) dan oksigenasi, mempersingkat waktu pemulihan dan masa perawatan di rumah sakit. Durasi pengobatan tidak boleh melebihi 5-7 hari. Penggunaan antibiotik bila diperlukan akan mempercepat waktu pemulihan dan mengurangi risiko kekambuhan dini, kegagalan pengobatan, dan lama rawat inap di rumah sakit. Lama penggunaan antibiotik sebaiknya tidak boleh lebih dari 5-7 hari (PDPI, 2023).

Komplikasi PPOK

PPOK adalah penyakit progresif dimana fungsi paru memburuk seiring berjalannya waktu, bahkan dengan pengobatan terbaik. Gejala dan perubahan obstruksi jalan napas harus dipantau untuk menentukan perubahan pengobatan atau komplikasi. Komplikasi PPOK adalah gagal napas, infeksi berulang, hipertensi pulmonal, kor pulmonal, gagal jantung, dan pneumotoraks (PDPI, 2023).

Perjalanan Udara Pada Pasien PPOK

Sekitar 2 miliar penumpang pesawat udara melakukan perjalanan udara setiap tahunnya dan 18-44%-nya merupakan pasien PPOK (Silverman & Gendreau, 2009; Edvardsen et al., 2011). Pasien dengan PPOK sedang sampai berat seringkali mengalami gejala akibat hipoksia selama penerbangan dan sebagian besar dari mereka tidak berkonsultasi dengan dokter sebelum penerbangan karena mereka mengalami hipoksia yang tidak signifikan secara klinis di daratan (Edvardsen et al., 2011).

Perbedaan utama antara kabin pesawat dan lingkungan darat adalah tekanan atmosfer. Tekanan atmosfer pada kabin pesawat di ketinggian tertentu yang lebih rendah dibandingkan tekanan di darat menyebabkan hipoksemia hipobarik. Akibat dari tekanan yang rendah ini, tekanan oksigen yang dihirup menurun yang pada gilirannya menyebabkan penurunan tekanan oksigen alveolar dan akibatnya tekanan oksigen arteri (PaO₂) ikut turun. Tekanan barometrik di permukaan laut adalah 760 mmHg (101 kPa), yang setara dengan PaO₂ 96-98 mmHg (13 kPa), tekanan barometrik di ketinggian 8.000 kaki adalah sekitar 565 mmHg (75 kPa) yang menghasilkan tingkat PaO₂ 55 mmHg (7,3 kPa). Pada individu yang sehat, kadar PaO₂ adalah antara 53 dan 75 mmHg (7-10 kPa) dan hal ini menyebabkan penurunan 3-4% pada saturasi oksigen yang biasanya >90% (Ergan et al., 2018).

Otoritas penerbangan di berbagai negara mengharuskan kabin pesawat diberi tekanan untuk mensimulasikan ketinggian 2.438 m (ketinggian kabin 8.000 kaki) dan hanya mengizinkan pengalihan singkat

ke ketinggian kabin 3.048 m (10.000 kaki) demi alasan keselamatan. Pemilihan batas ketinggian 2.438 m didasarkan pada kurva disosiasi oksihemoglobin yang menunjukkan bahwa saturasi oksigen arteri (SaO₂) biasanya tetap berada di atas 90% pada rata-rata individu yang sehat hingga tingkat tersebut (Ergan et al., 2018).

Respon individu sehat terhadap hipoksia adalah dengan meningkatkan ventilasi, yang akan menyeimbangkan perubahan hipobarik tanpa menimbulkan gejala. Ventilasi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan volume tidal dan atau meningkatkan laju pernapasan. Namun, peningkatan volume tidal bagi pasien dengan PPOK merupakan hal yang sulit karena pasien seringkali mengalami hiperinflasi. Pasien dengan gagal napas selalu memerlukan oksigen dalam penerbangan, dan sangat mungkin pasien PPOK sedang sampai berat memerlukan oksigen pada saat penerbangan (Tsiligianni et al., 2012).

Sebuah penelitian di Amerika Utara yang terdiri dari 100 pasien PPOK, di antaranya memilih melakukan perjalanan udara selama periode penelitian 28 bulan. Mereka yang tidak melakukan perjalanan memiliki rata-rata volume ekspirasi paksa dalam 1 detik (VEP1) yang lebih rendah, hal ini menunjukkan bahwa banyak pasien dengan PPOK yang lebih parah memilih untuk tidak melakukan perjalanan melalui udara. Delapan dari 44 orang tersebut mengalami gejala sementara selama penerbangan. Penelitian serupa di Inggris melaporkan temuan serupa: dari 97 subjek dengan PPOK, 34 orang pernah melakukan perjalanan udara dalam waktu 24 bulan dan sembilan mengalami gejala pernapasan sementara selama penerbangan tetapi semuanya tiba dengan selamat (Johnson, 2003).

Pasien PPOK cenderung mengalami efek buruk dari perubahan ketinggian karena beberapa alasan: kemampuan mereka untuk menambah ventilasi sebagai respons terhadap hipoksemia mungkin dibatasi oleh obstruksi aliran udara, hiperinflasi, dan berkurangnya kekuatan otot pernapasan. Pertukaran gas paru pada pasien PPOK mungkin terganggu oleh ketidaksesuaian (*mismatch*) antara ventilasi-perfusi dan hilangnya permukaan alveolar-kapiler karena emfisema paru, serta sirkulasi paru tidak dapat beradaptasi secara memadai terhadap peningkatan kebutuhan aliran darah dalam kondisi hipoksia (Bloch et al., 2023).

Dalam sebuah survei di antara penumpang pesawat komersial, pasien dengan PPOK lebih sering melaporkan gejala *dyspnea* dan *air hunger* (kesulitan bernapas) dalam penerbangan dibandingkan penumpang tanpa penyakit pernapasan. Oleh karena itu, penelitian pada pasien PPOK menunjukkan adanya penurunan saturasi oksigen arteri akibat ketinggian

yang lebih parah dibandingkan dengan individu sehat pada usia yang sama, penurunan kapasitas olahraga, dan kecenderungan terhadap *sleep apnea* akibat ketinggian yang berlebihan serta peningkatan tekanan darah arteri sistemik dan pulmonal dengan gangguan fungsi jantung kiri dan kanan selama paparan di ketinggian (Bloch et al., 2023).

Penelitian berbasis spirometri pada sampel yang mewakili 4.967 penduduk menunjukkan bahwa PPOK merupakan tantangan kesehatan masyarakat yang utama di dataran tinggi (2.100–4.700m). Sebesar 8,2% dari populasi dataran tinggi yang berusia lebih dari 15 tahun menderita PPOK yang didiagnosa melalui pemeriksaan spirometri (Guo et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa selain dapat memperparah gejala PPOK ternyata ketinggian bisa menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya PPOK.

Penilaian Status Pernafasan Pada Pasien PPOK yang Akan Melakukan Perjalanan Udara

Metode/tes yang paling umum digunakan untuk evaluasi sebelum penerbangan yaitu saturasi oksigen dengan oksimetri, analisis gas darah arteri (AGD), dan tes fungsi paru (masing-masing 51,2%, 50,8%, dan 49,6%). Ketika para peserta ditanya tentang tes mana yang mereka pilih untuk digunakan sebagai metode lini pertama dalam penilaian pra-penerbangan, saturasi oksigen dengan oksimetri nadi dan analisis AGD adalah tes yang paling umum dipilih (masing-masing 44,9% dan 29,3%). Hanya satu peserta yang lebih memilih Hypoxia Challenge Testing (HCT) (Ergan et al., 2019).

Penilaian Menggunakan *Pulse Oximetry*

Oksimeter adalah perangkat non-invasif, tersedia, mudah digunakan, dan murah. Pada individu dengan PPOK, menghirup udara ruangan di permukaan laut, dan normoksemia saat istirahat, hasil dapat diinterpretasikan sebagai berikut: SpO₂ >95% maka dapat diterima untuk terbang, tanpa perlu melakukan pemeriksaan lebih lanjut dan tidak memerlukan suplementasi oksigen dalam penerbangan. Meskipun SpO₂ ≥ 92% menunjukkan bahwa hipoksemia mungkin tidak terjadi, nilai antara 92% dan 95% dianggap sebagai kewaspadaan dan evaluasi lebih lanjut seperti AGD (Analisa Gas Darah) harus dilakukan, terutama jika terdapat riwayat kejadian hipoksia sebelumnya saat perjalanan udara. SpO₂ < 92% maka diperlukan suplementasi oksigen dalam penerbangan, tanpa peningkatan lebih lanjut. Oksigenasi denyut perifer sekitar 90% setara dengan PaO₂ sekitar 60 mmHg. Pernyataan otoritas perjalanan udara saat ini merekomendasikan suplementasi oksigen ketika PaO₂

diperkirakan turun di bawah 6,6 atau 7,3 kPa (50 atau 55 mmHg) (Khan et al., 2022).

Namun, pengukuran SpO₂ saat istirahat di darat tidak dapat memprediksi apakah pasien PPOK akan membutuhkan oksigen selama penerbangan, karena kurangnya sensitivitas. Menurut Georges, et al., dengan membagi pasien PPOK menjadi 4 kelompok berdasarkan SpO₂ (>95%, 92-95% tanpa faktor tambahan, 92-95% dengan penyakit jantung atau prediksi VEP1 <50% atau kanker paru atau penyakit serebrovaskular, dan <92%), maka prediksi kebutuhan oksigen dalam penerbangan masing-masing sebesar 30%, 67%, 70%, dan 83% (Georges et al., 2021).

Tes Jalan 6 menit (6MWT)

Tes jalan 6 menit (6MWT) sering digunakan untuk evaluasi kapasitas olahraga pada pasien PPOK (Crapo et al., 2002). Uji lapangan ini sederhana dan praktis, dapat dilaksanakan dengan cepat, dan tidak memerlukan peralatan yang canggih. Tes jalan kaki menunjukkan hasil yang menarik untuk penilaian dalam penerbangan.

Edvardsen, et al., membangun sebuah algoritma yang memiliki sensitivitas 100% dan spesifisitas 80% untuk merekomendasikan suplementasi oksigen selama penerbangan (Edvardsen et al., 2012). Dalam algoritma tersebut, pasien PPOK yang memiliki SpO₂ awal > 95% dan SpO₂ setelah 6MWT > 84% dapat melakukan perjalanan tanpa pemeriksaan lebih lanjut. Terapi oksigen dalam penerbangan direkomendasikan jika SpO₂ awal kurang dari 92% atau jika SpO₂ selama 6MWT kurang dari 84%. Perlu dicatat bahwa pasien dengan SpO₂ awal > 95% merupakan 12% dari populasi pasien PPOK.

Hypoxic Challenge Testing (HCT)

Hypoxic Challenge Testing adalah tes yang saat ini menjadi tolok ukur. Tes ini mengharuskan seseorang menghirup udara dengan FiO₂ 15% (dan 85% nitrogen). Tes berlangsung selama 20 menit, durasi ini adalah keadaan dimana kesetimbangan oksigen biasanya tercapai. Keuntungannya adalah lebih sederhana dalam praktiknya dibandingkan menggunakan ruang hipobarik, dan hasilnya tampak sebanding. Ada korelasi yang baik antara SpO₂ yang diukur dalam HCT dan diukur dalam penerbangan (Kelly et al., 2006). Ergan, et al., telah mengusulkan pendekatan praktis yang menyarankan untuk melakukan pengujian ini jika PaO₂ awal kurang dari 70 mmHg (10,5 kPa) (atau SaO₂ < 95%), jika terdapat desaturasi di bawah 84% pada uji jalan 6 menit, atau jika terdapat beberapa faktor risiko, seperti VEP1 <1,5 L atau VEP1 30% prediktif, penyakit paru bulosa, kondisi komorbiditas yang mungkin memburuk dengan hipoksemia, dan gejala signifikan selama perjalanan udara sebelumnya (Ergan et al., 2018).

Kelemahan utama HCT adalah harus dilakukan di pusat khusus yang memiliki peralatan canggih.

Pemeriksaan HCT juga menjadi salah satu pemeriksaan yang disarankan oleh *British Thoracic Society* dalam pernyataan klinik mereka terkait kondisi kebugaran sebelum terbang bagi pasien PPOK. HCT harus dipertimbangkan untuk pasien sebagai berikut: jika pasien PPOK dengan SpO₂ istirahat $\leq 95\%$, skor mMRC 3 atau lebih, atau desaturasi $< 84\%$ pada 6MWT, dan ada kekhawatiran tentang hiperkapnia. Hasil HCT PaO₂ $\geq 6,6$ kPa (≥ 50 mmHg) atau SpO₂ ≥ 85 maka tidak perlu suplementasi oksigen dalam penerbangan sedangkan PaO₂ $< 6,6$ kPa (< 50 mm Hg) atau SpO₂ $< 85\%$, direkomendasikan suplementasi oksigen dalam penerbangan. Jika diperlukan, titrasi oksigen untuk mempertahankan PaO₂ $\geq 6,6$ kPa atau SpO₂ $\geq 85\%$ pada orang dewasa dan SpO₂ 90% pada anak usia 1 tahun atau lebih (Coker et al., 2022).

Penggunaan Oksigen Selama Penerbangan

Dalam penelitian Ergan, et al., yang melibatkan sebanyak 242 dokter dimana 98,3% diantaranya adalah dokter spesialis paru. Di antara peserta penelitian, 74 orang (30,6%) melaporkan bahwa mereka biasanya memberi tahu pasien PPOK tentang kemungkinan risiko perjalanan udara dalam praktik rutin mereka. Penilaian sebelum penerbangan dilakukan oleh 61,2% dokter serta 50,4% dokter menyatakan bahwa mereka sebelumnya telah meminta untuk meresepkan suplementasi oksigen untuk perjalanan udara (Ergan et al., 2019).

Pasien PPOK derajat sedang hingga berat yang akan melakukan perjalanan udara selain harus melakukan pemeriksaan kesehatan pra-penerbangan juga harus mengikuti aturan maskapai pesawat komersial terkait kelaikan terbang penumpang dengan penyakit pernapasan dan penggunaan oksigen *portable* dalam kabin pesawat komersial.

Menurut aturan Manual Medis IATA (*The International Air Transport Association*) telah memperjelas bahwa izin medis (izin untuk naik ke pesawat) sepenuhnya merupakan kebijaksanaan maskapai penerbangan (yang berhak menerapkan ketentuan pengangkutan). Peran dokter pribadi hanya sebatas memberi nasihat, hanya sebatas melakukan pengisian MEDIF (*Medical Information for Fitness to Travel or Special Assistance*) yang terdiri dari dua bagian: Bagian A (Lembar Informasi Penumpang yang Membutuhkan Bantuan Khusus, diisi oleh penumpang atau wakilnya) dan Bagian B (Lembar Informasi Penumpang yang memerlukan izin medis, harus diisi oleh dokter yang merawat). Selain pemeriksaan fisik lengkap, dokter yang merawat harus mengikuti protokol yang dirancang oleh maskapai penerbangan, untuk kondisi

penyakit paru kronis. Hal yang perlu dicatat bahwa setelah memberikan persetujuan untuk terbang, maskapai penerbangan harus segera diberitahu tentang perubahan status kesehatan atau persyaratan calon penumpang sebelum melakukan perjalanan. Selain itu, calon penumpang yang kondisinya kemudian memburuk atau tidak dijelaskan secara akurat dalam MEDIF dapat ditolak untuk naik pesawat karena pertimbangan keselamatan penerbangan (*International Air Transport Association*, 2020).

Selain masalah status kesehatan calon penumpang dengan PPOK, pasien PPOK juga harus menghadapi aturan terkait pengiriman oksigen ke dalam pesawat. Maskapai penerbangan tidak diharuskan menyediakan layanan oksigen dan banyak yang tidak melakukannya (*Federal Aviation Administration*, 2021a). Jika ya, mereka memiliki kebijakan sendiri dengan struktur harga tertentu. Maskapai penerbangan biasanya tidak mengizinkan oksigen saat melakukan *taxing*, *take-off* dan *landing*. Jika oksigen diperlukan selama seluruh penerbangan, diperlukan persetujuan sebelumnya.

Beberapa maskapai penerbangan memiliki kebijakan untuk tidak menyediakan oksigen dalam penerbangan jika waktu penerbangan dalam waktu enam jam. Selain itu, maskapai penerbangan tidak bertanggung jawab mengelola suplementasi oksigen selama persinggahan. Pengaturan terpisah perlu dibuat terlebih dahulu oleh penumpang, jika oksigen diperlukan dalam perjalanan atau jika perjalanan tersebut melibatkan maskapai penerbangan yang berbeda (*International Air Transport Association*, 2020).

Dokter yang merawat harus memberikan saran mengenai pengiriman oksigen dalam penerbangan apa yang paling sesuai untuk penumpang. Menurut FAA (*Federal Aviation Administration*), pengangkutan wadah oksigen milik penumpang (berisi cairan atau gas bertekanan) ke dalam pesawat dilarang (*Federal Aviation Administration*, 2021a). Peraturan akhir berjudul, "Oksigen dan konsentrator oksigen portabel untuk penggunaan medis oleh penumpang", yang diterbitkan oleh FAA dan Departemen Perhubungan Amerika Serikat, mengizinkan penumpang untuk menggunakan konsentrator oksigen portabel (POC) jika memenuhi kriteria tertentu dan diberi label yang menunjukkan kesesuaian dengan kriteria tersebut (*Federal Aviation Administration*, 2021b). Namun, beberapa maskapai penerbangan melarang membawa POC pribadi ke dalam pesawat dan mengharuskan penumpang untuk membeli oksigen dari mereka (Silverman & Gendreau, 2009).

Meskipun tersedia tenaga listrik di kursi, beberapa maskapai penerbangan menolak fasilitas ini bagi penumpang yang membutuhkan POC. FAA

menyarankan agar penggunaan POC tidak bergantung pada daya listrik yang tersedia di dalam pesawat selama penerbangan dan membawa POC yang dioperasikan dengan baterai yang harus memiliki daya tahan baterai setidaknya 1,5 kali lebih lama dibandingkan durasi penerbangan, termasuk persediaan darurat untukantisipasi penundaan/*delay* (US Department of Transportation, 2016). Baterai POC dapat diisi ulang selama singgah; namun akses terhadap stop kontak listrik tidak selalu terjamin. *Portable Oxygen Bottle* (POB) yang disediakan oleh maskapai adalah pilihan yang dapat diandalkan dan disetujui secara resmi, tetapi penumpang harus membayarnya. Struktur pembayaran bergantung pada maskapai penerbangan dan segmen perjalanan.

Kesimpulan

Ketinggian dan perjalanan udara bagi pasien PPOK dapat memicu munculnya gejala klinis yang mengganggu selama perjalanan terutama bagi penderita PPOK sedang hingga berat. Berbagai tes atau penilaian kelaikan terbang bagi penderita PPOK dapat disarankan oleh seorang dokter yang merawat pasien PPOK. Tes yang mudah dilakukan dan dapat menjadi acuan awal adalah *pulse oximetry* dan tes jalan 6 menit (6MWT). Edvardsen, et al., membuat suatu algoritma dengan rekomendasi bahwa pasien PPOK yang memiliki SpO₂ awal > 95% dan SpO₂ setelah 6MWT > 84% dapat melakukan perjalanan tanpa pemeriksaan lebih lanjut. Suplementasi oksigen direkomendasikan dalam penerbangan jika SpO₂ awal kurang dari 92% atau jika SpO₂ selama 6MWT kurang dari 84%. Tes lanjutan yang dapat digunakan untuk menilai kelaikan terbang pada pasien PPOK adalah *Hypoxic Challenge Testing* (HCT). Hasil HCT PaO₂ ≥ 6,6 kPa (≥50 mmHg) atau SpO₂ ≥85% maka tidak perlu suplementasi oksigen sedangkan PaO₂ <6,6 kPa (<50 mmHg) atau SpO₂ <85%, direkomendasikan suplementasi oksigen dalam penerbangan.

Selain masih jarang nya penilaian status kesehatan penumpang sebelum penerbangan terutama bagi pasien PPOK ternyata maskapai komersil juga masih banyak yang belum menyediakan atau mengizinkan penggunaan suplementasi oksigen atau *portable* dalam kabin pesawat bagi penumpang. Penumpang harus memenuhi beberapa standar dari maskapai dan aturan maskapai terkait suplementasi oksigen, bahkan tidak jarang penumpang harus mengeluarkan biaya tambahan. Melalui tinjauan kepustakaan ini, diharapkan dokter sebagai edukator dapat memberikan edukasi terbaik serta saran bagi pasien PPOK yang akan

melakukan perjalanan udara sehingga tidak menimbulkan kerugian pada kondisi kesehatan pasien maupun kerugian materil.

Daftar Pustaka

- Bloch, K. E., Sooronbaev, T. M., Ulrich, S., Lichtblau, M., & Furian, M. (2023). Counseling Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Traveling to High Altitude. *High Altitude Medicine and Biology*, 24(3), 158-166. <https://doi.org/10.1089/ham.2023.0053>
- Coker, R. K., Armstrong, A., Church, A. C., Holmes, S., Naylor, J., Pike, K., Saunders, P., Spurling, K. J., & Vaughn, P. (2022). BTS Clinical Statement on air travel for passengers with respiratory disease. *Thorax*, 77(4), 329-350. <https://doi.org/10.1136/THORAXJNL-2021-218110>
- Crapo, R. O., Casaburi, R., Coates, A. L., Enright, P. L., MacIntyre, N. R., McKay, R. T., Johnson, D., Wanger, J. S., Zeballos, R. J., Bittner, V., & Mottram, C. (2002). ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. In *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* (Vol. 166, Issue 1). <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
- Dillard, T. A., Beninati, W. A., & Berg, B. W. (1991). Air Travel in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Archives of Internal Medicine*, 151(9). <https://doi.org/10.1001/archinte.1991.00400090085015>
- Dinas Kesehatan Republik Indonesia. (2013). Riset Kesehatan Dasar. In *Diabetes Mellitus*. <https://doi.org/10.1001/archinte.1991.00400090085015> Desember 2013
- Edvardsen, A., Akerø, A., Christensen, C. C., Ryg, M., & Skjønsberg, O. H. (2012). Air travel and chronic obstructive pulmonary disease: A new algorithm for pre-flight evaluation. *Thorax*, 67(11), 964-969. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2012-201855>
- Edvardsen, A., Akerø, A., Hardie, J. A., Ryg, M., Eagan, T. M. L., Skjønsberg, O. H., & Bakke, P. S. (2011). High prevalence of respiratory symptoms during air travel in patients with COPD. *Respiratory Medicine*, 105(1), 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.10.006>
- Ergan, B., Akgun, M., Pacilli, A. M. G., & Nava, S. (2018). Should i stay or should i go? Copd and air travel. *European Respiratory Review*, 27(148). <https://doi.org/10.1183/16000617.0030-2018>

- Ergan, B., Arikan, H., & Akgün, M. (2019). Are pulmonologists well aware of planning safe air travel for patients with COPD? The SAF COP study. *International Journal of COPD*, 14, 1895–1900. <https://doi.org/10.2147/COPD.S210854>
- Federal Aviation Administration. (2021a). *Oxygen Equipment Use in General Aviation Operations*. <http://home.utah.edu/~sa11170/EMT/DOTRefresh/Airway/2airbot.html>
- Federal Aviation Administration, F. (2021b). *Acceptance Criteria for Portable Oxygen Concentrators*. https://www.faa.gov/about/initiatives/cabin_safety/portable_oxygen/
- Georges, T., Le Blanc, C., Ferreol, S., Menu, P., Dauty, M., & Fouasson-Chailloux, A. (2021). Effects of altitude on chronic obstructive pulmonary disease patients: Risks and care. *Life*, 11(8), 1–12. <https://doi.org/10.3390/life11080798>
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2024). *2024 GOLD Report - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD*. <https://goldcopd.org/2024-gold-report/>
- Guo, Y., Xing, Z., Shan, G., Janssens, J. P., Sun, T., Chai, D., Liu, W., Wang, Y., Ma, Y., Tong, Y., Huang, Y., Cao, Y., & Wang, C. (2020). Prevalence and Risk Factors for COPD at High Altitude: A Large Cross-Sectional Survey of Subjects Living Between 2,100–4,700 m Above Sea Level. *Frontiers in Medicine*, 7(December), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.581763>
- International Air Transport Association, I. (2020). *IATA Medical Manual, 12th Edition*. In *IATA Medical Manual* (Issue July). www.iata.org/covid-19
- Johnson, A. O. C. (2003). Chronic obstructive pulmonary disease • 11: Fitness to fly with COPD. *Thorax*, 58(8), 729–732. <https://doi.org/10.1136/thorax.58.8.729>
- Kelly, P. T., Swanney, M. P., Frampton, C., Secombe, L. M., Peters, M. J., & Beckert, L. E. (2006). Normobaric hypoxia inhalation test vs. response to airline flight in healthy passengers. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 77(11).
- Khan, I. A., Pierucci, P., & Ambrosino, N. (2022). COPD patients' pre-flight check: A narrative review. *Monaldi Archives for Chest Disease*, 92(4). <https://doi.org/10.4081/monaldi.2022.2252>
- Meilinda, B. D., Priono, R. I. P., Rahadiani, D., & Winangun. (2019). Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh Dengan Volume Ekspirasi Paksa Detik 1 (VEP1)/Kapasitas Vital Paksa (KVP) Pada Pasien PPOK Stabil DI Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTB Tahun 2019. *Universitas Islam Al-Azhar, Mataram*, 1–9.
- Nguyen Viet, N., Yunus, F., Nguyen Thi Phuong, A., Dao Bich, V., Damayanti, T., Wiyono, W. H., Billot, L., Jakes, R. W., & Kwon, N. (2015). The prevalence and patient characteristics of chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers in Vietnam and Indonesia: An observational survey. *Respirology*, 20(4), 602–611. <https://doi.org/10.1111/resp.12507>
- PDPI (2023). *Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia*. Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, Jakarta.
- Pratiwi PD., Perwitasari, D. A. (2017). Validasi St . George ' s Respiratory Questionnaire (SGRQ) Pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Di Rumah Sakit Paru Respira Yogyakarta. *Jurnal Manajemen dan Pelayanan Farmasi* Vol. 7 No. 2 , 75–82.
- Silverman, D., & Gendreau, M. (2009). Medical issues associated with commercial flights. In *The Lancet* (Vol. 373, Issue 9680). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60209-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60209-9)
- Tsiligianni, I. G., Van Der Molen, T., Siafakas, N. M., & Tzanakis, N. E. (2012). Air travel for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A case report. *British Journal of General Practice*, 62(595), 107–108. <https://doi.org/10.3399/bjgp12X625328>
- US Department of Transportation, F. A. A. (2016). *Portable Oxygen Concentrators - Advisory Circular*. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0127/9646/1114/files/FAA-POC.pdf?6728652040129714599>
- Yudhawati, R., & Prasetyo, Y. D. (2019). Imunopatogenesis Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Jurnal Respirasi*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.20473/jr.v4-i.1.2018.19-25>