

Efektivitas Penggunaan Ventilasi Mekanis Non Invasif Pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik Eksaserbasi dengan Ancaman Gagal Napas: *Evidence-Based Case Report*

Fadhilurrahman¹, Adityo Wibowo²

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, RSUD Abdoel Moeloek Bandar Lampung

Abstrak

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) yaitu penyakit kronik yang ditandai gangguan aliran udara didalam saluran pernapasan dan merupakan masalah kesehatan global yang semakin meningkat, ditandai dengan obstruksi saluran napas kronik, hipersekresi mukus dan remodelling saluran napas. Penyakit ini disebabkan oleh pajanan asap rokok dalam jangka waktu lama serta polusi udara. Manajemen gejala dan risiko juga mencakup pengobatan secara farmakologi dan non-farmakologi. Tanda dan gejala yang dialami oleh pasien PPOK antara lain adalah sesak napas dengan atau dengan ancaman gagal napas. Ventilasi non invasif digunakan sebagai intervensi non farmakologis untuk mengatasi kondisi sesak napas pada PPOK derajat berat serta membantu kerja otot pernapasan agar berfungsi dengan baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh ventilasi mekanis non invasif sebagai tatalaksana gagal napas pada pasien penyakit paru obstruktif kronik. Pencarian artikel dilakukan di beberapa pangkalan data yakni PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Nature Journal dan Google Cendikia menggunakan kata kunci sesuai skenario klinis yang dipublikasikan sejak tahun 2016 sampai dengan 2022. Artikel yang ditemukan kemudian dilanjutkan dengan telaah kritis menggunakan worksheet Center of Evidence-Based Medicine, Oxford. Dari pengolahan data, pasien penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) mengalami penurunan risiko mortalitas dan risiko intubasi dengan penggunaan ventilasi mekanis non invasif.

Kata Kunci: Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), Ventilasi Mekanis, sesak napas

The Effectiveness Of Non-Invasive Mechanical Ventilation In Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation Patients With Impending Respiratory Failure: Evidence-Based Case Report

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a chronic disease characterized by impaired airflow within the respiratory tract and is an increasing global health problem, characterized by airway obstructiveness, chronic obstructive bronchiolitis and emphysema. The disease is caused by prolonged exposure to cigarette smoke as well as air pollution. Symptom and risk management also include pharmacological and non-pharmacological treatment. COPD patients could experience shortness of breath with or without the threat of respiratory failure. Non-invasive ventilation is a non-pharmacological intervention used to treat severe COPD shortness of breath and to help the respiratory muscles work properly. This study aimed to see how non-invasive mechanical ventilation worked as a treatment for respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Articles were searched in several databases, including PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Nature Journal, and Google Cendikia, using keywords related to clinical scenarios published between 2016 and 2022. The articles discovered were then subjected to a critical analysis using the Center of Evidence worksheet. Oxford-based Medicine Conclusion: According to the findings of the article analysis, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) treated with noninvasive mechanical ventilation had a lower risk of mortality and intubation.

Keywords : Chronic obstructive pulmonary disease (COPD), mechanical ventilation, shortness of breathing

Korespondensi: Fadhilurrahman, Jalan Raden Gunawan II Gg Melati 2 no 23 Rajabasa, HP 0812-7607-0206, e-mail aanebes1001@gmail.com

Pendahuluan

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang semakin meningkat hingga menyebabkan kematian.¹ Sejauh ini, penyebab penyakit ini paling sering adalah

polusi akibat pembakaran bahan bakar hidrokarbon dan pajanan asap rokok.¹ Lingkungan dengan polusi udara dalam konsentrasi tertentu dan jangka waktu

lama dapat berperan dalam perkembangan PPOK.²

PPOK merupakan suatu penyakit dengan karakteristik keterbatasan pernapasan yang tidak sepenuhnya reversibel dan dapat dicegah.³ Gangguan pernapasan tersebut bersifat progresif dan berhubungan dengan respons inflamasi yang diakibatkan oleh bahan atau gas polutan.² PPOK bukan penyakit tunggal tetapi merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan penyakit paru kronik yang menyebabkan keterbatasan aliran udara paru.⁴

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan pada tahun 2013 menunjukkan bahwa prevalensi PPOK di Indonesia sebesar 3,7%, dengan penyumbang terbesar kasus PPOK adalah Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan prevalensi PPOK sebesar 10%.³ Gambaran khas PPOK adalah sumbatan saluran napas dengan gejala yang sangat bervariasi, mulai dari tanpa gejala, gejala ringan, hingga berat.⁵ Pasien dengan PPOK akan menunjukkan tanda dan gejala berupa batuk produktif dengan sputum purulen, bunyi napas *wheezing*, *ronchi* kasar ketika inspirasi dan ekspirasi.⁶ Pasien dengan PPOK juga akan menunjukkan gejala penurunan berat badan, penurunan *compliance* paru, dan obstruktif saluran napas saat fungsi paru memburuk maka risiko terjadinya hipoksia juga akan meningkat.³ Kejadian hipoksemia pada pasien PPOK menyebabkan penurunan kualitas hidup, berkurangnya toleransi terhadap latihan, menurunnya fungsi otot rangka, dan akhirnya meningkatkan risiko kematian.³ Selanjutnya diketahui bahwa sebagian besar pasien PPOK mengalami hipoksemia dan penurunan saturasi oksigen darah arteri.⁴

Manajemen pasien PPOK dapat dilakukan dengan mengurangi pajanan zat berbahaya, mencegah munculnya gejala dan mengurangi risiko eksaserbasi.⁷ Manajemen gejala dan faktor risiko juga mencakup pengobatan secara farmakologi dan nonfarmakologi.⁸ salah satu teknik non farmakologis yang dapat diberikan dan diajarkan pada penderita PPOK adalah ventilasi mekanis non invasif.⁹ Metode ini merupakan teknik ventilasi mekanis tanpa

menggunakan pipa trakea (*endotracheal tube*) pada saluran napas. Ventilasi mekanis non invasif merupakan suatu alat bantu pernapasan yang dapat digunakan untuk suplementasi oksigen dengan tekanan positif.⁹ Penggunaan ventilasi mekanis non invasif merupakan suatu indikasi pada pasien dengan gagal napas akut berat ataupun pada pasien yang mengalami *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS) dengan kesadaran yang masih baik.⁹

Metode ini menggunakan alat bantu pernapasan bertekanan positif atau negatif yang menghasilkan aliran udara terkontrol pada saluran napas pasien sehingga mampu mempertahankan ventilasi dan pemberian oksigen dalam jangka waktu lama.⁹ Penggunaan metode ini pada pasien PPOK perlu diketahui lebih lanjut manfaatnya.⁹

Kasus

Pasien laki-laki usia 68 tahun, perokok dengan hitungan indeks brinkman berat, merasakan sesak napas memberat 2 hari smrs dan tidak berkurang dengan istirahat, sebelumnya sesak napas hilang timbul dirasakan sejak 2 bulan SMRS. Sesak dirasakan sepanjang hari sesak tidak dipengaruhi oleh cuaca, sesak napas memberat saat berjalan cepat atau saat berjalan dengan permukaan menanjak, tidak ada riwayat terbangun malam hari karena sesak napas, sesak tidak disertai bunyi mengi. Pasien juga mengeluh batuk yang memberat sejak 2 hari smrs, batuk semakin sering, batuk disertai dahak, dahak semakin hari semakin banyak, dahak berwarna putih kekuningan, batuk tidak dipengaruhi oleh waktu, cuaca dan polusi udara. Batuk sudah dirasakan sejak 2 bulan SMRS. Pasien sudah pernah dirawat inap di Rumah Sakit akibat sesak napas sekitar 3 bulan yg lalu namun tidak rutin berobat setelahnya.

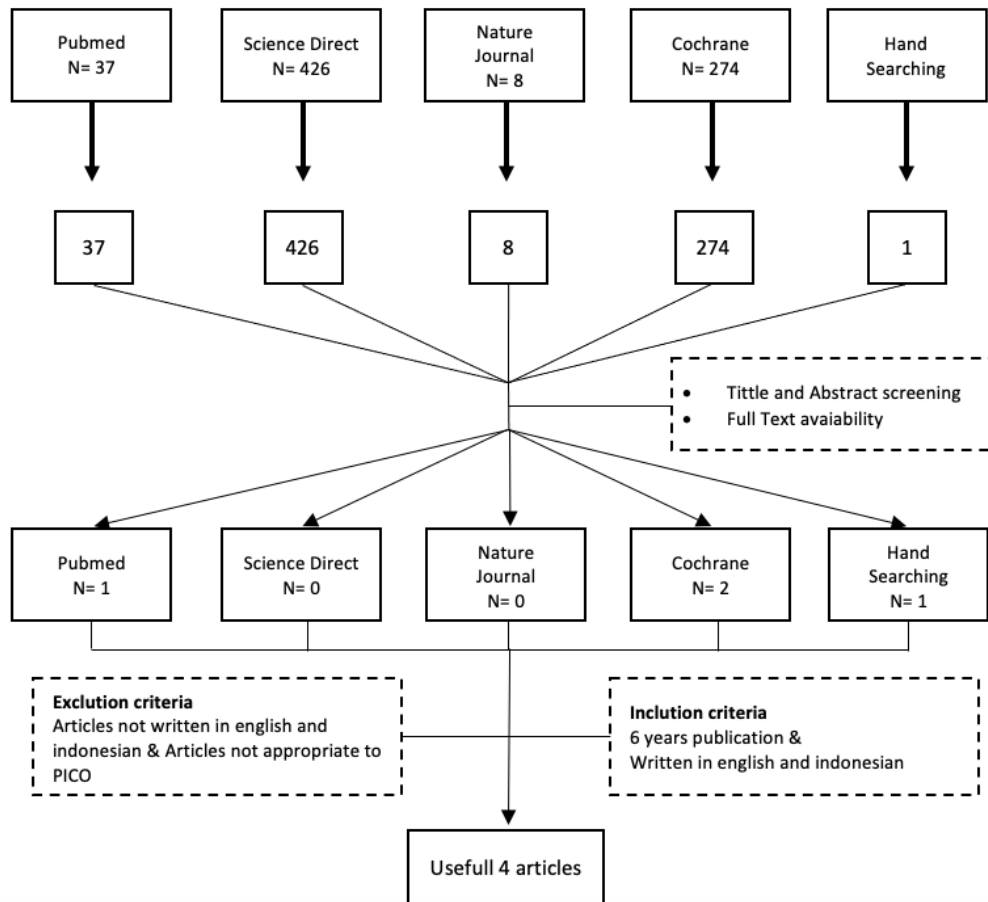
Pemeriksaan fisik ditemukan kesadaran komposmentis, tekanan darah 140/100 mmHg, denyut nadi 102 x/menit, laju napas 32 x/menit dan saturasi oksigen perifer 90% dengan oksigen ruangan. Suara napas tambahan *wheezing* ekspirasi di kedua lapang paru mediobasal. Foto toraks posteroanterior tidak ditemukan kelainan di parenkim paru,

tidak ada gambaran pembesaran jantung. Pemeriksaan laboratorium darah terdapat peningkatan kadar leukosit dan neutrofil segmen, tidak terdapat kelainan pada parameter pemeriksaan di hepar dan ginjal. Analisis gas darah menunjukkan PaO₂ 67% dan PaCO₂ 98% tanpa bantuan oksigen. Hasil rekam jantung tidak terdapat kelainan. Pasien kemudian didiagnosis PPOK eksaserbasi dan menjalani rawat inap.

Artikel ini menggunakan *evidence-based case report (EBCR)*, Pencarian artikel dilakukan dari beberapa pangkalan data yakni PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Nature Journal, dan Google Scholar yang diakses pada 5 Juli 2022 menggunakan kata kunci sesuai scenario klinis. "*non-invasive mechanical ventilation*" + *chronic obstruction lung disease (copd) exacerbation* yang dipublikasikan sejak tahun 2016 sampai dengan 2022.

Tabel 1. Hasil Pencarian Artikel

Database	Search Query	Result
PubMed	((("pulmonary disease, chronic obstructive"[MeSH Terms] OR ("pulmonary"[All Fields] AND "disease"[All Fields] AND "chronic"[All Fields] AND "obstructive"[All Fields]) OR "chronic obstructive pulmonary disease"[All Fields] OR ("chronic"[All Fields] AND "obstructive"[All Fields] AND "pulmonary"[All Fields] AND "disease"[All Fields]) OR ("pulmonary disease, chronic obstructive"[MeSH Terms] OR ("pulmonary"[All Fields] AND "disease"[All Fields] AND "chronic"[All Fields] AND "obstructive"[All Fields]) OR "chronic obstructive pulmonary disease"[All Fields] OR "copd"[All Fields])) AND ("respiration, artificial"[MeSH Terms] OR ("respiration"[All Fields] AND "artificial"[All Fields]) OR "artificial respiration"[All Fields] OR ("mechanical"[All Fields] AND "ventilation"[All Fields]) OR "mechanical ventilation"[All Fields]) AND ("non"[All Fields] AND ("invasibility"[All Fields] OR "invasible"[All Fields] OR "invasion"[All Fields] OR "invasions"[All Fields] OR "invasive"[All Fields] OR "invasively"[All Fields] OR "invasiveness"[All Fields] OR "invasives"[All Fields] OR "invasivity"[All Fields]))) OR "NIV"[All Fields]) AND ((meta-analysis[Filter]) AND (fft[Filter]) AND (2016:2022[pdat]))	91
Science Direct	chronic obstructive pulmonary disease exacerbation OR copd AND ventilation mechanical AND non-invasive OR noninvasive OR NIV Journal or book title: copd	426
Nature Journal	chronic obstructive pulmonary disease exacerbation OR copd AND ventilation mechanical AND non-invasive, nature medicine, research, medical research, date 2016:2022	8
Cochrane	chronic obstructive pulmonary disease in Title Abstract Keyword OR copd in Title Abstract Keyword AND mechanical ventilation in Title Abstract Keyword AND noninvasive in Title Abstract Keyword OR non-invasive in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	274
Hand Searching	Ventilation mechanical AND chronic obstructive pulmonary disease copd AND respiration AND noninvasive OR niv	1



Gambar 1. Diagram alur pencarian artikel dan seleksi

Analisis data dilakukan dengan mendiskusikan dan meringkas literatur kemudian membandingkan beberapa literatur kemudian dituliskan dalam pembahasan.⁵ proses telaah literatur dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: mencari kesamaan (*Similarity*), mencari ketidaksamaan (*Contrast*), memberikan pandangan (*Criticize*), membandingkan (*Compare*) dan meringkas (*Summarize*).⁵

Seleksi yang sudah dilakukan dari hasil pencarian dan melakukan penapisan dari judul dan abstrak dengan metode kriteria inklusi dan eksklusi menyisakan 12 artikel *full text*. Hasil yang memiliki kesamaan di artikelnnya disaring dan di akhir pencarian hanya terdapat 4 artikel yang dapat dilakukan telaah kritis.

Hasil pencarian yang didapatkan keempat artikel yang sesuai dan sudah dipilah dari skenario klinis dan merupakan sumber ilmiah laporan kasus, telaah sistematis dan meta analisis. Sumber tersebut menunjukkan pengaruh penggunaan ventilasi mekanis non invasif ada pasien PPOK.⁹

Pada penelitian dari Osadnik dkk, Data dari uji coba acak terkontrol menunjukkan bahwa

NIV bermanfaat sebagai intervensi lini pertama untuk mengurangi kemungkinan kematian dan intubasi endotrakeal pada pasien yang dirawat dengan gagal napas hiperkapnia akibat eksaserbasi PPOK.¹⁰ Risiko kematian berkurang 46% dan risiko membutuhkan intubasi berkurang sampai 65%.¹⁰ Ulasan ini memberikan bukti yang meyakinkan untuk mendukung penggunaan NIV sebagai strategi pengobatan yang efektif untuk pasien yang dirawat di rumah sakit akibat PPOK eksaserbasi dengan gagal napas.¹⁰

Dari penelitian He dkk, penggunaan NIV menunjukkan perbaikan yang signifikan pada sebagian besar parameter penilaian.¹¹ Penelitian ini menerapkan penggunaan ventilasi non invasif selama 3 jam per hari, 5 hari seminggu selama durasi waktu 3 minggu.¹¹ Pasien tampaknya dapat beradaptasi terhadap ritme ventilasi pada siang hari karena pasien dapat melakukan sinkronisasi dengan mesin saat terbangun.¹¹ Kondisi pasien tidak rentan terhadap kebocoran udara karena posisi pemasangan masker lebih baik sehingga proses ventilasi akan lebih efektif.¹¹

Data penelitian Raveling T dkk, mendapatkan jumlah pasien sebanyak 419 pasien PPOK yang dirawat di rumah sakit.¹² Frekuensi

eksaserbasi menurun secara signifikan pada pasien yang mendapatkan terapi NIV dengan kepatuhan penggunaan yang baik.¹² Penelitian ini juga meneliti hasil pemeriksaan analisis gas darah pasien PPOK yang menggunakan NIV dan mendapatkan rehabilitasi paru dibandingkan dengan pasien yang hanya mendapatkan rehabilitasi paru.¹² Hasilnya menunjukkan korelasi yang positif antara jumlah jam penggunaan NIV saat tidur malam dan peningkatan nilai gas darah arteri di siang hari.¹²

Penelitian Prasenohadi dkk, menunjukkan manfaat pemberian kanula hidung arus tinggi (KHAT) pada pasien menyatakan bahwa pasien dapat dibebaskan dari ventilasi mekanis jika kondisi ventilasi pernapasan pasien telah normal, kemampuan bernapas spontan sudah membaik, dll.⁹ KHAT merupakan bentuk NIV yang dapat digunakan untuk mempercepat proses penyapihan ventilasi mekanis dan mencegah kejadian reintubasi pada pasien pasca penggunaan ventilasi mekanis.⁹ Penggunaan KHAT pada pasien yang mengalami keadaan gagal napas telah terbukti dapat mencegah kondisi asidosis, menstabilkan kadar pCO₂, menjaga kadar pO₂ dan saturasi O₂ dengan target akhir arus dan fraksi O₂ KHAT dapat diturunkan secara bertahap.⁹

Pembahasan

Penurunan saturasi oksigen sering terjadi pada pasien PPOK pada saat serangan akut.⁴ Jumlah oksigen terlarut yang berada di dalam sel darah merah yang melewati kapiler pulmoner dan menuju ke jantung akan menurun.¹³ Gangguan suplai oksigen dalam darah menyebabkan penurunan nilai saturasi oksigen dan perfusi jaringan yang akan berdampak buruk bagi tubuh penderita.¹³

Ventilasi noninvasif merupakan teknik ventilasi mekanis tanpa menggunakan pipa trakea (*endotracheal tube*) pada saluran napas.⁸ Teknik ventilasi noninvasif saat ini mulai digunakan secara luas pada keadaan gagal napas akut karena mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan ventilasi invasif.⁸ Tidak perlunya penggunaan obat sedatif memungkinkan penderita untuk dapat tetap berkomunikasi dengan petugas kesehatan serta refleks batuk pasien masih dapat dipertahankan secara alamiah.¹⁷ Keuntungan NIV lain adalah penggunaan NIV dalam jangka waktu pendek dan intermiten sehingga memungkinkan pasien untuk memaksimalkan penggunaan otot bantu napasnya.¹⁴

Continuous positive airway pressure (CPAP) merupakan salah satu contoh ventilasi mekanis

non invasif yang digunakan pada pasien gagal napas akut untuk mengoreksi hipoksemia.¹² CPAP akan membantu hantaran oksigen, mencegah kelelahan otot napas dan hasil akhirnya adalah koreksi kondisi hipoksemia.¹² Aliran udara pada CPAP akan mempertahankan tekanan yang diinginkan melalui siklus pernapasan.¹² Keunggulan CPAP adalah dapat meningkatkan kapasitas residu fungsional, membuka alveoli yang kolaps, menurunkan pirau intrapulmoner serta memperbaiki oksigenasi.¹²

Jenis ventilasi mekanis non invasif berikutnya adalah Bi-level positive airway pressure (BiPAP).¹² alat ini membantu ventilasi dengan cara mengalirkan tekanan udara positif kedalam saluran napas dalam satuan tekanan tertentu yang disebut *inspiratory positive airway pressure* (iPAP).¹² Kemudian alat ini juga akan menyesuaikan tekanan udara yang keluar dari paru dengan tekanan *expiratory positive airway pressure* (EPAP) sesuai dengan *Positive-end Expiratory Pressure* (PEEP) *intrinsic* untuk mencegah kolaps alveolus.¹²

Nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) dapat diberikan dengan tipe ventilasi : *Volume control, Pressure control, BiPAP, CPAP*.¹⁵ NIPPV bila digunakan bersamaan dengan terapi oksigen terus menerus (LTOT / *Long Term Oxygen Therapy*) akan memberikan perbaikan yang signifikan pada nilai analisis gas darah, kualitas dan kuantitas tidur, serta kualitas hidup.⁹ Indikasi penggunaan NIPPV antara sesak napas sedang sampai berat dengan penggunaan otot bantu napas dan gerak napas paradoksal, asidosis dengan pH < 7.30 – 7.35, serta frekuensi napas >25 kali per menit.⁵

High-flow nasal cannula (HFNC) adalah teknik baru yang dirancang untuk menyediakan oksigen pada aliran tinggi (di atas 30 l/menit) dengan tingkat suhu dan kelembaban yang optimal melalui alat penghantar yang terdiri dari kanula silikon yang pas tanpa menyumbat hidung.¹⁶ HFNC meningkatkan sinkronisasi pernapasan torakoabdominal pada orang dewasa dengan gangguan pernapasan ringan hingga sedang. Kegunaan HFNC yaitu untuk mengefektifkan ventilasi permenit sehingga menurunkan tekanan parsial CO₂ (PaCO₂).¹⁶ Hal ini menunjukkan bahwa HFNC menghasilkan ventilasi yang lebih efisien.¹⁶

Adapun keuntungan dari penggunaan HFNC antara lain adalah memiliki kanula hidung lentur yang dapat memberikan kenyamanan saat digunakan oleh pasien. Proses penghangatan dan melembaban udara dapat mencegah kerusakan epitel saluran napas, menurunkan beban kerja oto

pernapasan, dan meningkatkan pembuangan mukus. Aliran udara yang tinggi dapat memperbaiki pola napas dan meningkatkan asupan *Fraction of Inspired Oxygen* (FiO₂).¹⁷

Komplikasi yang paling sering terjadi pada penggunaan HFNC adalah keterlambatan permulaan intubasi. Kondisi Pneumotoraks dan pneumomediastinum dapat terjadi karena oksigen yang diberikan melebihi dari aliran yang direkomendasikan. Penggunaan HFNC tidak direkomendasikan pada pasien yang tidak sadar karena dapat menyebabkan hiperkapnia yang berlebihan.¹⁷

Simpulan

Gagal napas pada pasien PPOK sering terjadi saat kondisi eksaserbasi.¹⁸ Masalah yang timbul kemudian adalah saturasi oksigen di hemoglobin yang dialirkan ke jaringan perifer menurun.¹⁸ Gangguan suplai oksigen akan menyebabkan penurunan perfusi jaringan terutama di organ vital seperti otak. Ventilasi mekanis non invasif yang dapat digunakan pada pasien PPOK eksaserbasi dapat berupa CPAP, BiPAP, NIPPV dan KHAT.¹⁹

Tatalaksana dengan ventilasi non invasif pada pasien dengan gejala yang berat akan dapat mencegah perburukan gejala dan mengurangi risiko kematian dari pasien PPOK.¹⁹ Sehingga penggunaan ventilasi non invasif memiliki nilai korelasi positif untuk mencegah kondisi gagal napas pada pasien PPOK.¹⁸

Penggunaan ventilasi non invasif pada pasien PPOK eksaserbasi dengan gagal napas akut berdampak positif untuk mencegah kondisi perburukan dan mengurangi risiko mortalitas pada pasien PPOK.

Daftar Pustaka

1. Rachmawati AD, Sulistyarningsih. REVIEW ARTIKEL: PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK) Afina. *Farmaka*. 2020;18(1):1-15.
2. El Naser F, Medison I, Erly E. Gambaran Derajat Merokok Pada Penderita PPOK di Bagian Paru RSUP Dr. M. Djamil. *J Kesehatan Andalas*. 2016;5(2):306-311. doi:10.25077/jka.v5i2.513
3. RI K. Pedoman Pengendalian Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indones*. Published online 2017:4-39.
4. Kusumawardani N, Rahajeng E, Mubasyiroh R. Hubungan Antara Keterpaparan Asap Rokok Dan Riwayat Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Di Indonesia. *J Ekol Kesehat*. 2017;15(3):160-166.
5. Hartati Y, Wahidin muzaki a. Literature review : pengaruh pursed lips breathing terhadap saturasi oksigen pada pasien penyakit paru obstruksi kronik (ppok). 2021;3(March):6.
6. Soeroto AY, Suryadinata H. Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Ina J chest Crit Emerg Med \ vol 1, No 2 \ June - August 2014*. 2014;1(2):83-84.
7. Idrus A. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I Edisi VI.*; 2014.
8. Putra IPW, Artika IDM. Diagnosis dan Tatalaksana Penyakit Paru Obstruktif Kronis. *Ilmu Penyakit Dalam FK UNUD/RSUP Sanglah Denpasar*. Published online 2011:1-16. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/eum/article/download/4872/3658>
9. Prasenohadi, Nugraha MI, Syafitri AA. Penggunaan Kanula Hidung Arus Tinggi (KHAT) Untuk Proses Penyapihan Ventilasi Mekanis pada Pasien Penyakit Paru Kronik. 2022;11(1):796-800.
10. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud K V., Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(7). doi:10.1002/14651858.CD004104.pub4
11. He X, Luo L, Ma Y, Chen Y. Efficacy of domiciliary noninvasive ventilation on clinical outcomes in posthospital chronic obstructive pulmonary disease patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Palliat Med*. 2021;10(5):5137-5145. doi:10.21037/apm-20-2017
12. Raveling T, Vonk J, Struik FM, et al. Chronic non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2021(8). doi:10.1002/14651858.CD002878.pub3
13. Tanto C, Liwang F, Hanifati S, Pradipta EA. *Kapita Selekt Kedokteran II . Edisi IV.*; 2014.
14. Ribeiro C, Vieira AL, Pamplona P, et al. Current practices in home mechanical ventilation for chronic obstructive pulmonary disease: A real-life cross-sectional multicentric study. *Int J COPD*. 2021;16(June):2217-2226. doi:10.2147/COPD.S314826
15. Tyagi D, Govindagoudar MB, Jakka S, Chandra S, Chaudhry D. Correlation of PaCO₂ and ETCO₂ in COPD patients with exacerbation on mechanical ventilation.

- Indian J Crit Care Med.* 2021;25(3):305-309.
doi:10.5005/jp-journals-10071-23762
16. Spicuzza L, Schisano M. High-flow nasal cannula oxygen therapy as an emerging option for respiratory failure: the present and the future. *Ther Adv Vaccines.* 2020;11(6):259-261. doi:10.1177/https
 17. Elhidsi M, Susanto AD, Prasenohadi, Rasmin M. Terapi Oksigen Kanula Hidung Arus Tinggi Pada Gagal Napas Akut Pada Pasien. *Perhimpun Dr Paru Indones.* 2021;(1):19641212.
 18. Dewantari LPA, Nada KW. Aplikasi Alat Bantu Napas Mekanik. *Univ Udayana.* Published online 2017:1-27.
https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pelitian_1_dir/70805491e1c45489dcf7ada518d4d198.pdf
 19. Rogayah R, Fitriyani F, Rasmin M. Ventilasi Noninvasif (Noninvasif Ventilation / NIV). *J Respirologi Indones.* 2009;(Respiratory):1-17.
<http://arsip.jurnalrespirologi.org/ventilasi-noninvasif-non-invasive-ventilationniv/>