

Hubungan Alat Bantu Napas Non Invasive Dengan Hemodinamik : *Literature Review*

Yayat Hidayat^{1,*}, Cecep Eli Kosasih², Titin Mulyati²

¹ Mahasiswa Program Studi S2 Keperawatan, Fakultas Keperawatan, Universitas Padjadjaran

^{2,3} Fakultas Keperawatan, Universitas Padjadjaran

*korespondensi: yayath852@gmail.com

Abstrak: Gagal napas merupakan komplikasi dan penyebab utama kematian pada pasien COVID-19 akibat disfungsi paru yang mengakibatkan hipoksemia, yang disebut sindrom gangguan pernapasan akut terkait COVID-19. Awalnya, kondisi ini membutuhkan ventilasi mekanis di mana intubasi dini dan ventilasi invasif dianggap lebih efektif daripada ventilasi non-invasif (NIV). Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengidentifikasi alat bantu napas non invasive yang digunakan dan hubungannya dengan status hemodinamik pada pasien Covid-19. Metode literature review telah digunakan dalam penelitian ini. Pencarian artikel pendukung dilakukan melalui database CINAHL, MEDLINE, dan Google Scholar. Tinjauan pustaka ini menggunakan kata kunci yaitu adalah: 'noninvasive ventilation', Covid-19', dan 'hemodynamic' dengan menggunakan boolean operator "OR", "AND", dan "NOT" . Kriteria artikel yang dipilih yaitu 1)open access dan full text, 2) diterbitkan tahun 2019-2022, 3)artikel dalam bahasa inggris. Didapatkan 7 artikel yang akan direview. Tinjauan tersebut mencakup dokumen yang berfokus pada pengelolaan NIV untuk pasien dengan COVID-19. Literatur review ini menyimpulkan bahwa penggunaan alat bantu napas non invasive dapat digunakan pada pasien dengan kegagalan pernapasan pasien Covid-19. alat bantu napas non invasive dapat memberikan manfaat bagi pasien seperti meminimalisir komplikasi, masa rawat ICU lebih singkat, peningkatan kualitas hidup, peluang bertahan hidup lebih baik, dan penurunan risiko infeksi.

Kata Kunci : Covid-19, hemodinamik, ventilasi noninvasive

Abstract: *Respiratory failure is a major complication and cause of death in COVID-19 patients due to pulmonary dysfunction resulting in hypoxemia, which is known as COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome. Initially, this condition required mechanical ventilation where early intubation and invasive ventilation were considered more effective than non-invasive ventilation (NIV). This literature review aims to identify the non-invasive breathing apparatus used and its relationship to hemodynamic status in Covid-19 patients. The literature review method has been used in this study. The search for supporting articles was carried out through the CINAHL, MEDLINE, and Google Scholar databases. This literature review uses keywords, namely: 'noninvasive ventilation', Covid-19', and 'hemodynamic' using the boolean operators "OR", "AND", and "NOT". The criteria for the selected articles are 1) open access and full text, 2) published in 2019-2022, 3) articles in English. There are 7 articles that will be reviewed. The review includes documents focusing on the management of NIV for patients with COVID-19. This literature review concludes that the use of non-invasive breathing apparatus can be used in patients with respiratory failure in Covid-19 patients. Non-invasive breathing apparatus can provide benefits for patients such as minimizing complications, shorter ICU stay, improved quality of life, better chances of survival, and reduced risk of infection.*

Keywords: Covid-19, hemodynamics, noninvasive ventilation

PENDAHULUAN

Wabah COVID-19 dimulai di Wuhan, Cina, pada akhir Desember 2019, dan sejak itu menyebar secara global, menyebabkan pandemi yang berkelanjutan. Dunia seolah dipaksa beradaptasi dengan penyakit baru yang disebut penyakit coronavirus-19 (COVID-19) yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Penanganan di

wilayah komunitas maupun klinis menjadi tantangan bagi layanan kesediaan yang tersedia (Akbar, Juniarti, & Yamin, 2022; Pfortmueller, Spinetti, Urman, Luedi, & Schefold, 2020). Di antara pasien COVID-19, persentase pasien dengan COVID-19 parah dan kritis dilaporkan masing-masing 13,8% dan 4,7% (Z. Wang et al., 2021). Gagal napas

merupakan komplikasi dan penyebab utama kematian pada pasien COVID-19 akibat disfungsi paru yang mengakibatkan hipoksemia, yang disebut sindrom gangguan pernapasan akut terkait COVID-19. Penatalaksanaan gagal napas merupakan tantangan bagi dokter yang bekerja baik di dalam maupun di luar perawatan kritis karena gejalanya yang heterogen dan mortalitas yang tinggi.

Tingkat kematian yang tinggi dan penggunaan ventilator yang berkepanjangan terkait dengan invasive mechanical ventilation (IMV) yang dilaporkan pada pasien COVID-19 telah memperbarui diskusi seputar utilitas dukungan *noninvasive respiratory support* (NIRS), istilah umum yang mencakup *high flow nasal cannula* (HFNC), *continuous positive airway pressure* (CPAP), dan *noninvasive ventilation* (NIV). NIV telah terbukti berkhasiat pada pasien sakit kritis dengan kondisi, seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), edema paru kardiogenik, *obstructive sleep apnea* (OSA), dan gagal napas hiperkapnia, sedangkan kegunaannya kurang jelas dalam pengelolaan pasien dengan pneumonia, *acute respiratory distress syndrome* (ARDS), dan khususnya, COVID-19 (Sullivan et al., 2022).

Awalnya, kondisi ini membutuhkan ventilasi mekanis di mana intubasi dini dan ventilasi invasif dianggap lebih efektif daripada ventilasi non-invasif (NIV). Namun, ada perdebatan yang sedang berlangsung seputar risiko-manfaat karena bukti yang baik masih kurang (Carter, Aedy, & Notter, 2020). Beberapa ahli percaya intubasi dini dapat menghindari cedera paru-paru yang diinduksi sendiri

(Gattinoni, Chiumello, & Rossi, 2020), sementara mereka yang menentang mempertimbangkan tingginya jumlah kematian terkait COVID-19 yang mungkin terjadi. diperburuk oleh cedera paru yang diinduksi oleh ventilator (Pfortmueller et al., 2020). Namun, seiring dengan memburuknya pandemi, jumlah pasien sakit kritis yang membutuhkan ventilasi mekanis melebihi ketersediaan ventilator (Bellani et al., 2021; Carter et al., 2020).

Menggunakan alat bantu pernapasan noninvasif untuk merawat pasien tanpa intubasi dapat menghemat sumber daya medis dan mengurangi timbulnya nyeri dan komplikasi (Fu et al., 2021). NIV telah digunakan untuk meringankan hipoksemia dan dispnea pada pasien dengan COVID-19 selama pandemi (Guan, Zhou, Le Grange, Zheng, & Chen, 2020). Namun, menggunakan NIV untuk mengobati *acute hypoxemic respiratory failure* (AHRF) tetap menunjukkan beberapa perbedaan, mungkin karena pemilihan pasien dan pengaturan parameter NIV (Ferreyro et al., 2020). Akibatnya, NIV digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. NIV dapat membantu pasien pada tahap awal dengan mencegah kerusakan dan lebih lanjut mengurangi kebutuhan intubasi (Bellani et al., 2021; Carter et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan kajian literatur tentang hubungan alat bantu napas non invasive dengan hemodinamik. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengidentifikasi alat bantu napas non invasive yang digunakan pada penanganan Covid-19 dan bagaimana hubungannya dengan

status hemodinamik pada pasien Covid-19.

METODE

Metode literature review telah digunakan dalam penelitian ini. Pencarian artikel pendukung dilakukan melalui database CINAHL, MEDLINE, dan Google Scholar. Tinjauan pustaka ini menggunakan kata kunci yaitu adalah: '*noninvasive ventilation*', 'Covid-19', dan 'hemodynamic' dengan menggunakan boolean operator "OR", "AND", dan "NOT". Kriteria artikel yang dipilih yaitu 1) open access dan full text, 2) diterbitkan tahun 2019-2022, 3) artikel dalam bahasa Inggris. 79 artikel yang sesuai ditemukan menggunakan kata kunci tersebut dengan total sintesa 7 artikel yang akan direview. Tinjauan tersebut mencakup dokumen yang berfokus pada pengelolaan NIV untuk pasien dengan COVID-19, dan hanya yang dikembangkan oleh organisasi kesehatan internasional atau nasional atau tenaga kesehatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Non-Invasive Ventilation (NIV)

Non-invasive Ventilation (NIV) adalah bantuan ventilator yang diberikan kepada pasien tanpa penggunaan tabung endotrakeal. NIV adalah ventilasi mekanik yang memberikan bantuan napas tanpa alat bantu napas yang invasif. NIV sebagai terapi suportif pada sejumlah penyakit sistem respirasi yang disertai gagal napas, NIV tidak selalu dapat digunakan pada semua kondisi (Senapathi, 2018).

Presentasi klinis COVID-19 bervariasi secara drastis, mulai dari ARDS tanpa gejala hingga parah, kegagalan sistem multiorgan, dan

kematian. Meskipun telah dihipotesiskan bahwa mungkin ada fenotipe COVID-19 yang berbeda yang dapat menjelaskan variasi dalam presentasi klinis, lebih banyak bukti diperlukan untuk mendukung klaim tersebut. Namun demikian, heterogenitas yang terlihat dalam keparahan dan presentasi penyakit dapat membuat pengobatan awal menjadi menantang. Diketahui dari penelitian pada pasien dengan ventilasi mekanis dengan ARDS bahwa ventilasi dengan volume tidal yang tinggi dan tekanan mengemudi yang tinggi dapat menyebabkan cedera paru yang diinduksi oleh ventilator. Pada pasien yang bernapas secara spontan, kita mungkin mengharapkan konsekuensi yang sama jika pasien bernapas dengan tekanan mengemudi yang besar dan volume tidal yang besar tanpa dimonitor dengan tepat (Sullivan et al., 2022).

NIV sebagai pengobatan awal didefinisikan sebagai menggunakan NIV sebagai pilihan pertama untuk mengoreksi hipoksemia setelah menggunakan terapi oksigen konvensional. NIV sebagai terapi penyelamatan didefinisikan sebagai menggunakan NIV untuk mengobati pasien dengan AHRF yang pengobatan dengan HFNO telah gagal. Kriteria untuk intubasi termasuk tanda-tanda kegagalan pernapasan yang menetap atau memburuk, ketidakstabilan hemodinamik, atau penurunan kesadaran. Hasil utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor awal yang terkait dengan intubasi, sedangkan hasil sekunder termasuk durasi rawat inap dan semua penyebab kematian selama rawat inap (Fu et al., 2021).

Penelitian Raoof, Nava, Carpati, and Hill (2020) menguraikan beberapa indikasi dan teknik penggunaan NIRS pada pasien COVID-19 berdasarkan presentasi klinis dan keparahan gejala. Raoof et al. (2020) menganjurkan pemberian oksigen tambahan pada pasien tanpa gangguan pernapasan tetapi dengan $SpO_2 < 92-94\%$ pada udara kamar atau penurunan SpO_2 , dengan peningkatan ke NIRS pada pasien dengan gangguan pernapasan ringan hingga sedang, peningkatan kerja pernapasan, $PaO_2/FiO_2 > 150$ tetapi < 300 , atau $SpO_2 < 90-94\%$ pada non-rebreather. Mereka mengusulkan IMV segera pada pasien dengan gangguan pernapasan berat, $PaO_2/FiO_2 < 150$, atau $SpO_2/FiO_2 < 196$.

Studi penelitian K. Wang, Zhao, Li, Shu, and Duan (2020) menunjukkan bahwa di antara 17 pasien HFNO, 7 (41%) mengalami kegagalan HFNO dan menerima NIV sebagai terapi penyelamatan. Dua (29%) pasien kemudian diintubasi setelah kegagalan NIV. Dalam penelitian Zhou et al. (2021) didapatkan 68 pasien menerima HFNO atau NIV dan 17 (25%) dari mereka menerima IMV sebagai terapi penyelamatan. Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa HFNO memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi, dan menunjukkan peningkatan yang jelas dalam PaO_2 dan indeks oksigenasi, tetapi 25% pasien yang diobati dengan HFNO harus diintubasi lebih lanjut. Akibatnya, ada kebutuhan mendesak untuk mengetahui beberapa faktor risiko yang terkait dengan persyaratan untuk IMV.

High Flow Nasal Oxygen (HFNO)

HFNO telah menunjukkan banyak keunggulan dibandingkan perangkat konvensional dengan aliran oksigen rendah. Perangkat dengan aliran oksigen rendah dapat mengalirkan oksigen hingga 15 l/mnt tanpa kemampuan untuk memanaskan dan melembabkannya. Sistem HFNO dapat mengalirkan oksigen hingga 60 l/mnt, membuatnya dilembabkan dan dipanaskan. Kemampuan sistem untuk melembabkan dan memanaskan gas yang dikirim telah terbukti memiliki efek fisiologis yang signifikan, terutama pada pasien yang sakit kritis. Seperti yang kami sebutkan dalam pendahuluan, FiO_2 dalam HFNO adalah antara 21% -100%, sedangkan dalam sistem oksigen rendah, FiO_2 tidak konstan dan umumnya lebih rendah dari yang diharapkan. Selain keuntungan fisiologis, HFNO juga memiliki keuntungan dalam cara oksigen disampaikan.

Menurut data dari berbagai penelitian, salah satu keunggulan penting adalah bahwa HFNO itu lebih sederhana dan mudah digunakan serta dapat mengurangi penggunaan ventilasi mekanis (Bellani et al., 2021). Selanjutnya, studi Frat et al. (2015) untuk membandingkan efek HFNO versus NIV yang melibatkan 310 unit perawatan intensif medis (ICU), titik akhir primer adalah intubasi, dan hasilnya menunjukkan tingkat yang lebih rendah pada subkelompok pasien dengan $PaO_2/FiO_2 > 200$ mmHg, sementara pada penelitian lain yang melibatkan 49 ICU medis, NIV+ HFNO menunjukkan nilai SpO_2 yang lebih tinggi selama intubasi dibandingkan dengan titik akhir primer - SpO_2 terendah selama intubasi. Dalam satu

uji coba terkontrol secara acak (RCT) di mana tujuan utama adalah untuk menghitung tingkat intubasi, data menunjukkan tingkat intubasi yang lebih rendah dengan HFNO dibandingkan dengan NIV dan terapi oksigen standar (Frat et al., 2016).

HFNO memiliki lebih banyak keuntungan dalam menyediakan gas yang dihangatkan dan dilembapkan untuk mencegah jalan napas kering, dan alirannya yang tinggi memungkinkan pengiriman oksigen hampir 100%, 'pencucian' karbon dioksida, pengurangan ruang mati anatomis dengan mencegah rebreathing, dan memastikan ekspirasi akhir positif. Efek PEEP mengoksigenasi jalan napas, dan air hangat menciptakan uap yang melonggarkan lendir untuk meningkatkan pembersihan lendir, sehingga alveoli dapat mengembang sepenuhnya (Syafa'ah, 2021). Selanjutnya, pengurangan ruang mati anatomis akan meningkatkan kerja pernapasan dan menurunkan laju pernapasan. HFNO juga mengurangi kebutuhan metabolisme pernapasan, produksi karbon dioksida, dan memberikan kenyamanan yang lebih besar dibandingkan dengan ventilasi mekanis (Mellado-Artigas et al., 2021).

High Flow Nasal Cannula (HFNC)

High Flow Nasal Cannula (HFNC) adalah terapi sejenis ventilasi non-invasif yang dapat digunakan pada perawatan anak-anak maupun dewasa (Mikalsen et al., 2016). HFNC dapat mengalirkan gas yang telah terkondisikan seluruhnya (37°C mengandung 44 mg H₂O/L (100% kelembaban relatif) menggunakan active humidifier dan

heated inspiratory circuit melalui lubang kanul nasal yang lebar dengan aliran yang sangat tinggi (hingga 60 lpm) dan konsentrasi oksigen konstan yang ditetapkan (berkisar 21 hingga 100%) (Hernández et al., 2017). Aliran optimal laju aliran oksigen yang digunakan bervariasi dari 2 sampai 8 lpm dan disesuaikan secara individual untuk meminimalkan usaha pernapasan pasien dan nilai saturasi oksigen perifer (Mikalsen et al., 2016).

Covid-19 menyebabkan infeksi pernapasan bagian atas dan bawah dengan tingkat ringan, sedang dan berat tergantung ada tidaknya komorbid. Pasien dengan penyakit Covid-19 menghadapi morbiditas dan mortalitas yang sesungguhnya terkait dengan pneumonitis virus yang dapat berkembang menjadi Sindrom distres pernapasan akut (K. Wang et al., 2020). Ventilasi mekanik non invasif menjadi pilihan dalam prosedur pemasangan ventilasi, terutama pada klien yang kritis contohnya adalah penggunaan *High-flow nasal cannula* (HFNC) merupakan salah satu mode terapi oksigen yang non- invasif yang dapat digunakan pada pasien kritis (Calligaro et al., 2020).

HFNC lebih banyak di gunakan saat sekarang ini menggantikan metode nasal continuous positive airway pressure (CPAP). Pasien yang menderita hipoksemia membutuhkan oksigen lebih tinggi dari kanula nasal biasa, oleh karena itu HFNC memadukan antara udara dan oksigen lebih tinggi pada saat inspirasi. Dalam penelitian Teng et al. (2021) membandingkan terapi oksigen HFNC dengan perangkat terapi oksigen biasa (kateter hidung, masker), diketahui bahwa setelah penggunaan selama 6

jam di peroleh nilai p sebesar 0,045 ($p < 0,05$). Penelitian yang dilakukan oleh Hu et al. (2020) bahwa pasien yang berhasil HFNC memiliki SpO₂ / FiO₂, PaO₂ / FiO₂ yang lebih tinggi dan RR yang lebih rendah pada masing-masing 6, 12, dan 24 jam onset HFNC.

Alat HFNC merupakan alat dengan sistem terbuka yang tidak secara aktif meningkatkan volume tidal tetapi menghilangkan kelebihan kadar CO₂ dan mengurangi ruang anatomi serta menghasilkan tekanan ekspirasi yang positif hingga 5 mmHg. HFNC bekerja dengan cara mengalirkan udara dengan kadar oksigen tinggi (21-100%) dan debit aliran sampai 60 liter per menit. Aliran oksigen dengan kecepatan tinggi ini dilewatkan pada ruang pemanas hingga mengalami kenaikan kelembaban (Hu et al., 2020; Sullivan et al., 2022).

Penggunaan HFNC dapat meningkatkan kenyamanan pasien pengurangan gejala subjektif penting yang dilaporkan pasien, termasuk dispnea dan kekeringan mulut, dibandingkan dengan pengiriman oksigen konvensional. Selain itu, HFNC dapat memberikan manfaat fisiologis yakni perbaikan ventilasi, peningkatan Fio₂, pembersihan saluran nafas, pemberian udara yang hangat dan lembab serta pengurangan kerja pernapasan pasien dan penurunan ruang mati fisiologis meskipun aliran udara yang tinggi (Chandel et al., 2021).

KESIMPULAN

Literature review ini menyimpulkan bahwa penggunaan alat bantu napas non invasive dapat digunakan pada pasien dengan kegagalan pernapasan

akut/kronis dan juga untuk membantu terapi penyapihan. Penggunaan alat bantu napas non invasive telah meningkat signifikan di ICU sehingga dapat dihindarinya potensi komplikasi ventilasi mekanis invasif. alat bantu napas non invasive dapat memberikan manfaat bagi pasien seperti meminimalisir komplikasi, masa rawat ICU lebih singkat, peningkatan kualitas hidup, peluang bertahan hidup lebih baik, dan penurunan risiko infeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. A., Juniarti, N., & Yamin, A. (2022). The Roles of Community Health Nurses' in Covid-19 Management in Indonesia: A Qualitative Study. *International Journal of Community Based Nursing & Midwifery*, 10(2), 96-109. doi:10.30476/ijcbnm.2021.90884.1739
- Bellani, G., Grasselli, G., Cecconi, M., Antolini, L., Borelli, M., Giacomini, F. D., . . . Foti, G. (2021). Noninvasive Ventilatory Support of Patients with COVID-19 outside the Intensive Care Units (WARD-COVID). *Ann Am Thorac Soc*, 18(6), 1020-1026. doi:10.1513/AnnalsATS.202008-1080OC
- Calligaro, G. L., Lalla, U., Audley, G., Gina, P., Miller, M. G., Mendelson, M., . . . Peter, J. (2020). The utility of high-flow nasal oxygen for severe COVID-19 pneumonia in a resource-constrained setting: A multi-centre prospective observational study. *EClinicalMedicine*, 28, 100570. doi:10.1016/j.eclinm.2020.100570

- Carter, C., Aedy, H., & Notter, J. (2020). COVID-19 disease: Non-Invasive Ventilation and high frequency nasal oxygenation. *Clinics in Integrated Care*, 1, 100006. doi:10.1016/j.intcar.2020.100006
- Chandel, A., Patolia, S., Brown, A. W., Collins, A. C., Sahjwani, D., Khangoora, V., . . . Kilcullen, J. K. (2021). High-flow nasal cannula therapy in COVID-19: using the ROX index to predict success. *Respiratory Care*, 66(6), 909-919. doi:10.4187/respcare.08631
- Ferreiro, B. L., Angriman, F., Munshi, L., Del Sorbo, L., Ferguson, N. D., Rochwerf, B., . . . Scales, D. C. (2020). Association of Noninvasive Oxygenation Strategies With All-Cause Mortality in Adults With Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*, 324(1), 57-67. doi:10.1001/jama.2020.9524 %J JAMA
- Frat, J.-P., Ragot, S., Girault, C., Perbet, S., Prat, G., Boulain, T., . . . Thille, A. W. (2016). Effect of non-invasive oxygenation strategies in immunocompromised patients with severe acute respiratory failure: a post-hoc analysis of a randomised trial. *The Lancet Respiratory Medicine*, 4(8), 646-652. doi:10.1016/S2213-2600(16)30093-5
- Frat, J.-P., Thille, A. W., Mercat, A., Girault, C., Ragot, S., Perbet, S., . . . Robert, R. (2015). High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Engl J Med*, 372(23), 2185-2196. doi:10.1056/NEJMoa1503326
- Fu, Y., Guan, L., Wu, W., Yuan, J., Zha, S., Wen, J., . . . Liu, L. (2021). Noninvasive ventilation in patients with COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure: a retrospective cohort study. *Frontiers in Medicine*, 8(638201), 1-7. doi:10.3389/fmed.2021.638201
- Gattinoni, L., Chiumello, D., & Rossi, S. (2020). COVID-19 pneumonia: ARDS or not? *Critical Care*, 24(1), 154. doi:10.1186/s13054-020-02880-z
- Guan, L., Zhou, L., Le Grange, J. M., Zheng, Z., & Chen, R. (2020). Non-invasive ventilation in the treatment of early hypoxemic respiratory failure caused by COVID-19: considering nasal CPAP as the first choice. *Critical Care*, 24(1), 333. doi:10.1186/s13054-020-03054-7
- Hu, M., Zhou, Q., Zheng, R., Li, X., Ling, J., Chen, Y., . . . Xie, C. (2020). Application of high-flow nasal cannula in hypoxemic patients with COVID-19: a retrospective cohort study. *BMC Pulmonary Medicine*, 20(1), 324. doi:10.1186/s12890-020-01354-w
- Mellado-Artigas, R., Ferreiro, B. L., Angriman, F., Hernández-Sanz, M., Arruti, E., Torres, A., . . . for the, C.-S. I. C. U. N. (2021). High-flow nasal oxygen in patients with

- COVID-19-associated acute respiratory failure. *Critical Care*, 25(1), 58. doi:10.1186/s13054-021-03469-w
- Pfortmueller, C. A., Spinetti, T., Urman, R. D., Luedi, M. M., & Schefold, J. C. (2020). COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome (CARDS): Current knowledge on pathophysiology and ICU treatment – A narrative review. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 35, 351 - 368. doi:10.1016/j.bpa.2020.12.011
- Raoof, S., Nava, S., Carpati, C., & Hill, N. S. (2020). High-flow, noninvasive ventilation and awake (nonintubation) proning in patients with coronavirus disease 2019 with respiratory failure. *Chest*, 158(5), 1992-2002. doi:10.1016/j.chest.2020.07.013
- Senapathi. (2018). *Non Invasive Ventilasi pada Penyakit Paru*. Bali: Udayana University Press.
- Sullivan, Z. P., Zazzeron, L., Berra, L., Hess, D. R., Bittner, E. A., & Chang, M. G. (2022). Noninvasive respiratory support for COVID-19 patients: when, for whom, and how? *Journal of Intensive Care*, 10(1), 3. doi:10.1186/s40560-021-00593-1
- Syafa'ah, I. (2021). Non-Invasive Ventilation in COVID-19 Related Respiratory Failure. *Jurnal Respirasi*, 7(3), 139-144. doi:10.20473/jr.v7-i.3.2021.139-144
- Teng, X.-b., Shen, Y., Han, M.-f., Yang, G., Zha, L., & Shi, J.-f. (2021). The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy in treating novel coronavirus pneumonia. *European Journal of Clinical Investigation*, 51(3), e13435. doi:10.1111/eci.13435
- Wang, K., Zhao, W., Li, J., Shu, W., & Duan, J. (2020). The experience of high-flow nasal cannula in hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in two hospitals of Chongqing, China. *Annals of intensive care*, 10(1), 1-5. doi:10.1186/s13613-020-00653-z
- Wang, Z., Wang, Y., Yang, Z., Wu, H., Liang, J., Liang, H., . . . Li, S. (2021). The use of non-invasive ventilation in COVID-19: A systematic review. *International Journal of Infectious Diseases*, 106, 254-261. doi:10.1016/j.ijid.2021.03.078
- Zhou, A., Song, Q., Peng, Y., Deng, D., Liao, X., Huang, P., . . . Jiang, M. (2021). The Effect of Noninvasive Ventilation Support on COVID-19 Patients and Risk Factors for Invasive Ventilation—A Retrospective and Multicenter Study. *International journal of general medicine*, 14, 6085-6092. doi:10.2147/IJGM.S327429