

PENGGUNAAN VENTILASI MEKANIK NON INVANSIF UNTUK
MENGATASI KEGAGALAN PERNAFASAN PADA PASIEN DENGAN
EDEMA PULMO AKUT KARDIOGENIK

Eva Marti

STIKes Panti Rapih Yogyakarta, email: evamarti85@gmail.com

ABSTRAK

Latar belakang: Edema pulmo kardio genik dapat menyebabkan sindrom heterogen dengan angka kematian mencapai 9,5% (Alibertiet *all.*,2018).

Tujuan: tujuan penulisan ini untuk memaparkan bagaimana efektivitas penggunaan ventilasi mekanik non invansif pada pasien edema pulmo akut dengan kegagalan pernafasan.

Metode: Kajian literatur disusun dengan melakukan sintesa dan komparasi dari berbagai artikel ilmiah yang relevan hasil pencarian literatur menggunakan database online Proquest dan Clinicalkey Elsevier yang mempunyai signifikansi terkait dengan penanganan edema pulmo akut kardiogenik.

Hasil: ventilasi mekanik noninvansif terbukti lebih efektif dalam memperbaiki oksigenasi pasien edema pulmo akut kardiogenik dibanding dengan terapi konservatif. Ventilasi mekanik non invansif dapat mengurangi dispnea, mengatasi asidosis dan hiperkapnea lebih cepat dibandingkan dengan terapi oksigen standar. Studi menunjukkan bahwa dibandingkan dengan intubasi endotrakeal, ventilasi mekanik non invansif dikaitkan dengan risiko infeksi nosokomial yang lebih rendah, penggunaan antibiotik yang lebih rendah, lama waktu tinggal di unit pelayanan intensif yang lebih pendek serta kematian lebih rendah. Tidak ada perbedaan outcome dari dua jenis mode ventilasi mekanik non invansif yang digunakan yaitu *Bilevel positive Airway Pressure* (BiPAP) dan *Continues positive Airway Pressure* (CPAP). Namun demikian, terdapat kontraindikasi absolute dan relatif yang harus diperhatikan, termasuk efektivitas terapi yang sangat dipengaruhi oleh waktu pemberian.

Simpulan: Ventilasi mekanik noninvansif dapat dipertimbangkan menjadi pilihan pertama dalam penatalaksanaan edema pulmo akut kardiogenik karena efektivitas klinis yang tinggi dan dapat menjadi tindakan penyelamatan bagi pasien yang tidak menunjukkan perbaikan dengan terapi oksigen konvensional.

Kata Kunci: Edema Pulmo Kardiogenik, penatalaksanaan

Penggunaan Ventilasi Mekanis Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

ABSTRACT

Background: Cardiogenic Pulmo edema can cause a heterogeneous syndrome with a mortality rate of up to 9.5% (Aliberti et al., 2018).

Objective: The purpose of this paper was to explain how effective the use of non-invasive mechanical ventilation in patients with acute pulmonary edema with respiratory failure.

Methods: The literature review was compiled by synthesizing and comparing various relevant scientific articles from the literature search results using the online database of Proquest and Clinicalkey Elsevier that have significance related to the management of acute cardiogenic pulmo edema.

Result: Compared with conservative therapy, noninvasive mechanical ventilation has been shown more effective in improving oxygenation in patients with acute cardiogenic pulmo edema. Non-invasive ventilation can reduce dyspnea, acidosis and hypercapnea faster than standard oxygen therapy. Studies show that compared to endotracheal intubation, non-invasive mechanical ventilation is associated with a lower risk of nosocomial infection, lower antibiotic use, shorter length of stay in intensive care units and lower mortality. Study found that there were no differences between the two setting of non-invasive mechanical ventilation used, Bilevel positive Airway Pressure (BiPAP) and Continues positive Airway Pressure (CPAP) in patients outcomes. However, there are absolute and relative contraindications that must be considered, including the effectiveness of the therapy being insignificant when given too late

Conclusion: Noninvasive mechanical ventilation can be considered as the first choice in the management of acute cardiogenic pulmonary edema because of its high clinical effectiveness representing a rescue action for patients not improving with conventional oxygen therapy.

Keywords: Cardiogenic Pulmonary Edema, management

PENDAHULUAN

Edema pulmo akut merupakan salah satu kondisi kegawatan yang mengakibatkan mortalitas cukup tinggi di Instalasi Gawat Darurat (Alwi, 2010). Edema pulmo akut terjadi apabila terdapat penumpukan cairan pada

mikrovaskuler paru melebihi jumlah cairan yang bisa dialirkan kembali. Penumpukan cairan dapat berakibat serius yang mengakibatkan kerusakan pertukaran gas oleh karena kolapsnya alveoli (Alpert and Ewy, 2012). Secara umum edema pulmo akut terbagi menjadi dua, yaitu

edema pulmo akibat faktor kardiogenik dan nonkardiogenik (Ware and Matthay, 2015).

Mortalitas akibat edema pulmo akut secara umum tinggi khususnya apabila disebabkan oleh faktor kardiogenik (Gray, Goodacre, Newby, Masson & Nicholl, 2008). Di Amerika Serikat sekitar 1 juta pasien masuk dengan edema pulmo akut dengan mortalitas 16-20%. (Gray *et al.*, 2008). Di Indonesia, mortalitas akibat edema pulmo akut sebesar 16% dari seluruh kasus yang ada. Mortalitas yang disebabkan faktor kardiogenik lebih besar, yaitu sekitar 38-57% untuk edema pulmo akut yang disebabkan AMI dan 30% mortalitas akibat kasus edema pulmo akut yang disebabkan oleh gagal jantung (Nendrastuti dan Soetomo, 2010). Edema Pulmo kardiogenik dapat menyebabkan sindrom heterogen dengan angka kematian mencapai 9,5% (Alibert *et al.*, 2018).

Pasien dengan edema pulmo akut sering berlanjut pada kondisi kegagalan pernafasan sehingga memerlukan manajemen oksigenasi yang adekuat. Terapi oksigen konvensional yang digunakan sering tidak memberikan banyak dampak

kepada pasien dengan kondisi yang kompleks sehingga memerlukan dukungan ventilasi mekanik. Penggunaan intubasi endotrakeal menimbulkan banyak komplikasi dan efek negatif untuk pasien, sehingga direkomendasikan penggunaan ventilasi mekanik non invansif sebagai manajemen oksigenasi pada pasien edema pulmo akut dengan kegagalan pernafasan (Valipoura, Cozzarinib & Burghubera, 2014).

Pemahaman adekuat mengenai penyebab edema pulmo yang terjadi pada pasien serta kemampuan penegakan diagnosis yang tepat sangat penting untuk mengatasi kegawatan pada edema pulmo akut. Penanganan secara cepat dan tepat berdasarkan etiologi yang terjadi dapat menurunkan mortalitas pasien dengan edema pulmo akut di unit gawat darurat. (Ware and Matthay, 2015). Penanganan harus bersifat rasional sesuai dengan penyebab dan patofisiologi yang terjadi pada pasien (Alpert and Ewy, 2012).

Penanganan kasus edema pulmo baik kardiogenik dan non kardiogenik terdiri dari dua garis besar; terapi konservatif berupa

Penggunaan Ventilasi Mekanik Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

adekuasi oksigenasi dan obat-obatan serta terapi berupa bantuan ventilasi mekanik (Li *et al.*, 2013). Secara umum penanganan konservatif edema pulmo akut yang disebabkan disfungsi jantung meliputi tiga prinsip dasar. Pertama mengurangi aliran balik vena (menurunkan preload), kedua menurunkan resistensi vaskuler sistemik (menurunkan afterload) dan pemberian inotropik pada beberapa kasus. Penanganan meliputi vasodilator pada pasien dengan tekanan darah yang tinggi atau normal, pemberian diuretik ketika terdapat overload cairan atau retensi cairan dan pemberian medikasi inotropik untuk mengatasi hipotensi dan hipoperfusi (Alwi, 2010). Pada kasus edema pulmo nonkardiogenik terapi berupa adekuasi oksigen dan obat-obatan yang disesuaikan dengan etiologi yang ada. Pada beberapa kasus edema pulmo nonkardiogenik yang disertai sepsis perlu dipertimbangkan pemberian *recombinant protein c4* dan hidrokortison (Ware and Matthay, 2015).

Ketika terapi konservatif tersebut diatas tidak bisa mengatasi edema pulmo kardiogenik secara efektif, maka diperlukan ventilasi mekanik non invasif untuk mengatasi kegagalan fungsi ventilasi. Edema pulmo akut merupakan indikasi utama kedua dilakukannya ventilasi mekanik non invasif pada praktik klinik. Secara fisiologi, ventilasi mekanik non invasif dapat meningkatkan curah jantung dan pengiriman oksigen, memperbaiki kapasitas residual fungsional dan mekanisme respirasi serta dapat mengurangi usaha pernafasan serta menurunkan afterload pada ventrikel kiri (Matthay, 2010).

Berdasarkan paparan diatas, maka perlu untuk dilakukan kajian literatur lebih mendalam mengenai penggunaan ventilasi mekanik non invasif pada pasien edema pulmo kardiogenik dalam mengatasi kegagalan pernafasan sehingga dapat meningkatkan *outcome* pasien dan mengurangi mortalitas pada pasien edema pulmo kardiogenik.

MANFAAT

Manfaat dari penulisan kajian literatur mengenai kegawatan pada edema pulmo akut dapat meningkatkan kualitas penanganan kasus edema paru akut yang terjadi di ruang *kegawatan* secara tepat dan rasional. Dengan mengetahui efektivitas penggunaan ventilasi mekanik noninvasif sebagai manajemen oksigenasi pada kegagalan pernafasan pasien edema pulmo akut dapat digunakan sebagai *evidence based* dalam penyusunan SOP manajemen oksigenasi pasien dengan edema pulmo akut sehingga dapat menurunkan mortalitas. pasien dan meningkatkan kualitas penanganan pasien khususnya pada pelayanan akut di unit gawat darurat.

METODE

Kajian literatur disusun dengan melakukan sintesa dan komparasi dari berbagai artikel ilmiah yang relevan hasil pencarian literatur menggunakan database online Proquest dan Clinicalkey Elsevier yang mempunyai signifikansi terkait dengan penanganan edema pulmo akut

kardiogenik dengan menggunakan ventilasi mekanik non invansive dari tahun 2008-2018. Terdapat 17 artikel yang sesuai dengan tujuan, yang kemudian diseleksi menjadi 4 artikel sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Edemapulmo akut adalah kondisi patologi dimana cairan di dalam kapiler paru keluar mengisi jaringan intersisial dan alveoli yang terjadi secara akut (Alpert and Ewy, 2012). Edema pulmo akut disebabkan oleh meningkatnya tekanan hidrostastik kapiler akibat peningkatan tekanan vena pulmonalis. Banyak faktor yang menyebabkan peningkatan tekanan hidrostastik tersebut diantaranya terapi cairan intravaskuler yang berlebihan, obstruksi aliran vena pulmonalis atau akibat sekunder dari kegagalan pompa ventrikel kiri baik disfungsi sistolik maupun diastolik (Alwi, 2010).

Secara mendasar edema pulmo dibagi dalam 2 klasifikasi utama;edema pulmo akut kardiogenik dan edema pulmo akut non kardiogenik (Ware and Matthay,

Penggunaan Ventilasi Mekanik Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

2015). Edema pulmo akut kardiogenik disebabkan oleh disfungsi kardiogenik pada kasus ini, pasien biasanya mempunyai penyulit yang berasal dari kardiak (Alwi, 2010). Edema pulmo akut non kardiogenik disebabkan oleh etiologi diluar disfungsi kardiak, seperti peningkatan permeabilitas pulmo, cedera paru akut atau *acute respiratory disease sindrom* (ARDS) (Ware and Matthay, 2015). Pada ARDS, edema pulmo akut terjadi karena teraktivasinya protein molekuler S1P3 yang menyebabkan paru menjadi rapuh dan mudah terisi cairan (Roosen, 2005; Nendrastuti dan Soetomo, 2010).

Murmur, stenosis valvular merupakan manifestasi klinis yang merujuk pada edema pulmo akut kardiogenik. Ekstremitas dingin ditemukan pada edema pulmo akut kardiogenik akibat hipoperfusi karena disfungsi jantung selain edema perifer (Ware and Matthay, 2015). Penumpukan cairan dalam celah intersisial paru akan menyebabkan dispneu, orthopnea, sedangkan aliran cairan ke alveoli menyebabkan hipoksemia, batuk dan

batuk darah (Ware and Matthay, 2015). Akibat lanjut dari edema pulmo adalah kegagalan fungsi ventilasi pasien secara spontan (Liet *al.*, 2013). Patofisiologi kerusakan fungsi ventilasi pada edema pulmo akut dihubungkan dengan meningkatnya permintaan energi ototpada saat inspirasi serta menurunnya *compliance* paru akibat congestive alveolar (Li *et al.*, 2013).

Pada edema pulmo kardiogenik terjadi hipoksemi yang terutama disebabkan oleh kolapsnya alveoli yang tidak berpartisipasi dalam pertukaran gas. Pada kondisi kolapsnya alveoli tersebut, cara terbaik untuk meningkatkan pertukaran gas adalah pengembalian fungsi alveolar melalui aplikasi tekanan positif yang memungkinkan pembukaan kembali alveoli yang kolaps dan mencegah alveoli kolaps kembali. Lebih banyak alveoli berpartisipasi dalam pertukaran gas, dapat memperbaiki oksigenasi dengan peningkatan rasio ventilasi / perfusi (Maraf, Brambilla, Cosentini, 2018)

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Gray *et al.*, ventilasi mekanik noninvasif lebih efektif pada pasien dengan edema pulmo akut dibandingkan dengan terapi konservatif. Penggunaan ventilasi mekanik non invasif menjadi lini pertama pada kegawatan pernafasan pada pasien dengan edema pulmo akut di unit gawat darurat. Terdapat perbedaan signifikan antara pasien yang diterapi dengan metode konservatif dan pasien yang diterapi dengan ventilasi mekanik non invasif pada edema pulmo akut kardiogenik (Gray *et al.*, 2008). ventilasi mekanik non invasif dapat mengurangi dispnea, HR, asidosis dan hiperkapnea lebih cepat dibandingkan dengan terapi oksigen standar. (Gray *et al.*, 2008).

Berdasarkan metanalisa yang dilakukan oleh Keenan *et al* pada tahun 2011, penggunaan ventilasi noninvasive sangat direkomendasikan untuk pasien dengan edema pulmo akut. Berdasarkan RCT yang dilakukan, ventilasi noninvasive terbukti dapat mengurangi penggunaan intubasi endotrakheal dan mengatasi kegagalan pernafasann akibat edema

pulmo kardiogenik akut (Keenan *et al.*, 2011). Penggunaan ventilasi noninvasive dapat menekan penggunaan intubasi endotrakheal yang sering menimbulkan komplikasi dan trauma pada upper airway.(William *et al.*, 2013). Studi yang dilakukan oleh Girou menunjukkan bahwa dibandingkan dengan intubasi endotrakeal, ventilasi non-invasif dikaitkan dengan risiko infeksi nosokomial yang lebih rendah (termasuk saluran kemih dan infeksi kateter terkait), penggunaan antibiotik yang lebih rendah, lama dirawat di unit perawatan intensif yang lebih pendek dan kematian lebih rendah daripada yang intubasi endotrakeal. Selain itu, intubasi endotrakeal menimbulkan banyak komplikasi bagi pasien dan meningkatkan kebutuhan untuk sedasi dan analgesia. Selama ventilasi non-invasif, kebutuhan untuk sedasi biasanya lebih rendah dibandingkan intubasi sehingga pasien dapat mempertahankan pernapasan spontan lebih baik dan memungkinkan penyapihan yang lebih cepat.

Efektivitas penggunaan ventilasi noninvasif juga

Penggunaan Ventilasi Mekanik Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

diperlihatkan dari hasil penelitian Templier et al. Dari RCT yang dilakukan pada pasien dengan edema pulmo kardiogenik akut memperlihatkan bahwa penggunaan ventilasi noninvasif terbukti efektif dalam perbaikan oksigenasi pasien edema pulmo akut kardiogenik yang mengalami kegagalan pernafasan (Tembler et al., 2012). Studi yang lebih spesifik yang dilakukan oleh Aliberti (2018) pada 1293 pasien dengan edema paru kardiogenik menunjukkan hasil bahwa ventilasi mekanik noninvasif menjadi pilihan pertama untuk pengobatan edema pulmo kardiogenik, terkait dengan efektivitas klinis yang tinggi dan mewakili pilihan penyelamatan untuk pasien yang tidak membaik dengan terapi oksigen konvensional

Penanganan ventilasi mekanik pada nonkardiogenik acute pulmonary edema meliputi ventilasi mekanik dengan pengaturan volume tidal 6 ml/ kg BB dari perkiraan berat badan. Pengaturan *plateau airway pressure* tidak melebihi 30 cm H₂O. Ketentuan tersebut merupakan strategi untuk mengurangi mortalitas pada pasien dengan edema pulmo

nonkardiogenik (Ware and Matthay, 2015). Ventilasi mekanik non invasif diberikan dengan menggunakan masker wajah. Jenis ventilasi non invasive yang digunakan adalah jenis ventilasi tekanan positif yang terdiri dari mode *Bilevel positive Airway Pressure* (BiPAP) dan *Continuous positive Airway Pressure* (CPAP) (Pooboni et al., 2013; Li et al., 2013). CPAP mempertahankan tekanan positif dan mendukung seluruh siklus pernafasan. CPAP merupakan prosedur pengobatan yang digunakan untuk meningkatkan oksigenasi dan ventilasi pada pasien sadar mengalami gangguan pernafasan atau kegagalan pernafasan. Terapi continuous positive airway pressure memberikan tekanan positif kontinu untuk mengurangi atelektasis paru dan shunting, sehingga meningkatkan pertukaran gas dan tanda-tanda vital seperti saturasi (William et al., 2012). Ventilasi tekanan positif dapat meningkatkan tekanan udara lebih tinggi selama inspirasi daripada selama ekspirasi. CPAP dapat mencegah atelektasis

dan kebutuhan oksigen sedangkan BiPAP dapat mencegah kelelahan otot-otot pernafasan. (Tomii *et al.*, 2009).

Beberapa pendapat menyatakan bahwa BiPAP lebih efektif karena dapat mereduksi *work of breathing* dan mengatasi distress pernafasan lebih efektif sehingga lebih disarankan penggunaan BiPAP pada kasus cardiogenic edema pulmo akut. Akan tetapi, penggunaan BiPAP pada beberapa studi dianggap meningkatkan angka AMI CPAP (Liu *et al.*, 2013). CPAP dan BiPAP mempunyai kelebihan masing-masing dalam mengatasi kegagalan ventilasi pada edema pulmo akut. CPAP dapat memperbaiki fraksi eaksi ventrikel kiri setelah beberapa minggu penggunaan, meningkatkan tekanan transmural ventrikuler kiri serta dapat memperbaiki dan memperbaiki *work cardiac index*. BiPAP mempunyai kelebihan dalam hal membantu otot pernafasan selama inspirasi sehingga dapat mempercepat mengatasi dispneu dan kelelahan. BiPAP lebih efektif dalam mencegah penekanan jalan nafas yang tidak diperlukan. (Bendjelid, 2005).

Dari dua jenis mode ventilasi mekanik non invansive yang digunakan tersebut, tidak ada perbedaan outcome antara pasien yang menggunakan BIPAP dan CPAP. (Li *et al.*, 2013; Gray *et al.*, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Li *et al.*, ditemukan hasil bahwa tidak ada perbedaan secara statistic antara penggunaan ventilaai non invansive dengan mode BiPAP dan CPAP dalam menekan mortalitas dan kebutuhan penggunaan *invansive ventilation*. Hal lainnya yang penting adalah tidak adanya perbedaan angka kejadian miokard infark akut setelah pemberian ventilasi non invansive di antara kedua mode BiPAP dan CPAP. Hal ini memberikan arti bahwa tidak ada perbedaan antara pemberian NIV BiPAP dan CPAP (Li *et al.*, 2013).

Tidak hanya pada pelayanan intensive di rumah sakit, ventilasi noninvansive efektif untuk perbaikan oksigenasi pasien dengan edema pulmo akut. Berdasarkan studi RCT yang dilaksanakan oleh William menunjukkan bahwa penggunaan ventilasi non invansive secara signifikan memberikan keuntungan pada pasien dengan edema pulmo

Penggunaan Ventilasi Mekanik Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

akut pada pelayanan prehospital (William *et al.*, 2013). Penggunaan ventilasi non invansive secara significant menurunkan penggunaan intubasi endotrakheal, menurunkan mortalitas, mengurangi kegawatan cardiak dan dapat memperbaiki tanda-tanda vital (menaikkan saturasi oksigen, menurunkan HR dan RR) lebih baik daripada pasien yang mendapatkan terapi konservatif pada pelayanan pre hospital William *et al.*, 2013).

Dari berbagai keuntungan yang didapat ketika menggunakan ventilasi noninvasif, terdapat beberapa kondisi yang harus diperhatikan sebagai kontraindikasi (Matthay, 2010). Pasien dengan henti nafas merupakan kontraindikasi absolute dalam pemberian ventilasi mekanik non invansif. Pasien dengan ketidakstabilan hemodinamik, kesulitan untuk mempertahankan kepatenan jalan nafas, peningkatan produksi sekret di saluran pernafasan, pasien tidak kooperatif dan agitasi merupakan kontraindikasi relative dari pemberian ventilasi noninvasif. Selain itu, keuntungan yang didapat

dari pemberian ventilasi noninvasif menjadi tidak bermakna apabila diberikan terlambat. (Nava and Hill, 2009).

Dari review literature dan riset yang telah disebutkan diatas, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang significant outcome pasien dengan terapi oksigen standard yang dibandingkan dengan pasien yang menerima ventilasi noninvasif baik itu CPAP maupun BiPEEP. Pada kondisi klinis di lapangan, ventilasi noninvasif belum banyak digunakan di pelayanan gawat darurat baik itu unit gawat darurat maupun ranah prehospital. Hal ini bisa menjadi dasar dalam penyusunan standard operational prosedur pasien dengan edema pulmo akut kardiogenik yang mengalami gangguan pernafasan dan kegagalan pernafasan. Pasien dengan gangguan pernafasan dan kegagalan pernafasan tanpa kontraindikasi harus segera mendapatkan ventilasi noninvasif mengingat dari beberapa studi yang telah dilakukan kecepatan penanganan sangat mempengaruhi efektivitas.

Terdapat hal-hal khusus lain yang perlu diperhatikan, termasuk kondisi-kondisi tertentu yang merupakan indikasi absolute dan kontraindikasi absolute pemberian ventilasi noninvasive. Oleh karena itu sebagai aplikasi dalam pelayanan di IGD perlu dibuat algoritma pemberian ventilasi noninvasive pada pasien dengan edema pulmo akut kardiogenik yang disesuaikan dengan sumber daya di rumah sakit. Selain itu, diperlukan pelatihan terkait dengan manajemen pemberian dan monitoring pada penggunaan ventilasi noninvasive sehingga perawat lebih familier dan tidak takut serta ragu-ragu dalam mengambil inisiatif tindakan dan melakukan monitoring.

KESIMPULAN

Edema pulmo akut merupakan salah satu kondisi patologis yang banyak menimbulkan kematian di pelayanan gawat darurat. Terapi penanganan edema pulmo akut terdiri dari terapi konservatif (oksigen dan obat-obatan) serta pemberian NIV. Dari banyak studi dan sistematik review yang telah dilakukan, terdapat perbedaan

significant outcome pasien yang dilakukan terapi conservative dan pasien yang mendapat NIV. Ventilasi noninvasive terbukti lebih efektif dalam memperbaiki oksigenasi pasien edema pulmo akut kardiogenik. Ventilasi noninvasive terbukti dapat mengurangi penggunaan intubasi endotrakheal, dapat mengurangi mortalitas selama perawatan *acute care*, dapat meningkatkan saturasi oksigen, menurunkan *heart rate* dan *respiratory rate* lebih baik dari pasien dengan terapi konservatif.

Kecepatan pemberian ventilasi noninvasive sangat mempengaruhi keefektifan terapi, sehingga direkomendasikan pemberian segera pada pasien edema pulmo akut dengan gangguan dan kegagalan pernafasan. Terdapat kondisi khusus yang merupakan kontraindikasi pemberian ventilasi noninvasive seperti kondisi riwayat henti nafas, pasien agitasi, dll sehingga memastikan kondisi tersebut sebelum pemberian. Hal tersebut dapat diaplikasikan pada tataran klinik perlunya algoritma penanganan dan perlunya standar operasional pemberian NIV pada

Penggunaan Ventilasi Mekanik Non Invasif Untuk Mengatasi Kegagalan Pernafasan Pada Pasien Dengan Edema Pulmo Akut Kardiogenik

pasien dengan edema pulmo akut kardiogenik sehingga dapat meningkatkan kualitas penanganan dan menurunkan kematian akibat edema pulmo akut.

DAFTAR PUSTAKA

- Gray, A., Goodacre, S., Newby, D. E., Masson, M., Sampson, F., & Nicholl, J. (2008). Noninvasive Ventilation in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema. *The new england journal of medicine*, 359;2 142-151
- Goodacre, S., Newby, D. E., Masson, M., Sampson, F., & Nicholl, J. (2008). Noninvasive Ventilation in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema. *The new england journal of medicine*, 359;2 142-151
- Aliberti, S., Rosti, V. D., Traverso, C., Brambilla, A. M., Piffer, F., Petrelli, G., Cosentini, R. (2018). A real life evaluation of non invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: a multicenter, perspective, observational study for the ACPE SIMEU study group. *BMC Emergency Medicine* 18:61
- Alwi, I. (2010). Diagnosis and management of cardiogenic pulmonary edema. *Acta Medica Indonesiana*, 42(3), 176-184.
- Bendjelid, K., N. N. S., Suter, P., Fournier, G., Jacques, D., & Fareh, S. (2005). Does continuous positive airway pressure by face mask improve patients with acute cardiogenic pulmonary edema due to left ventricular diastolic dysfunction? *Chest*, 127, 1053–1058.
- Alpert, J. S. & Ewy, G. A. (2012). *Pulmonary Edema. In : Manual of Cardiovascular Diagnosis and Therapy.*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Keenan, S. P., Sinuff, T., Burns, K. E. A., Muscedere, J., Kutsogiannis, J., Mehta, S., et al. (2011). Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting. *CMAJ* 183(3), 195-214.
- Li, H., Hu, C., Xia, J., Li, X., Wei, H., Zeng, X., et al. (2013). A comparison of bilevel and continuous positive airway pressure noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *American Journal of Emergency Medicine* 31, 1322-1327
- Lorraine B. Ware, M. D., & Michael A. Matthay, M. D. (2015). Acute Pulmonary Edema. *The new england journal of medicine*, 353;26, 2788-2796
- Maraf, T., Brambilla, A. M., Cosentini, R. (2018). Non-invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary

- edema:how to do it. *Intern Emerg Med (2018) 13:107–111*
- Matthay, M., HG.Folkesson, & Clerici, C. (2010). Lung epithelial fluid transport and the resolution of pulmonary edema. *Physiol Rev*, 82, 569-600.
- Nava, S., & Hill, N. (2009). Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet*, 374 250-259.
- Nendrastuti, H., & MohamadSoetomo. (2010). Edema paru akut kardiogenik dan non kardiogenik. *Majalah Kedokteran Respirasi 1. No. 3*
- Pooboni, S. K., Boothe, D. R., & Markowitz, J. E. (2013). *Noninvasive Ventilation Procedures* Retrieved 1 May 2014, from <http://emedicine.medscape.com/article/1417959-overview#a01>
- Roosen, H. (2005). Acute Respiratory Distress Syndrome; Scientists discover key to pulmonary edema in respiratory distress syndrome. *NewsRx*.
- Templier, F., Labastire, L., Pes, P., Berthier, F., Contre, P. L., & Thys, F. (2012). Noninvasive ventilation use in French out-of-hospital settings: a preliminary national survey. *American Journal of Emergency Medicine 30,, 765–769*.
- Valipoura, A., Cozzarinib, W., & Burghubera, O. C. (2014). Non-Invasive Pressure Support Ventilation in Patients with Respiratory Failure due to Severe Acute Cardiogenic Pulmonary Edema. *KARGER*.
- Williams, B., Boyle, M., Robertson, N., & Giddings, C. (2013). When Pressure is Positive: A Literature Review of the Prehospital Use of Continuous Positive Airway Pressure. *Prehospital and Disaster Medicine 28:1, 52-60*