



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 1060-1070

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Karakteristik Gagal Nafas

Hafifah Suci Mas'a^{1✉}, Iswan Wahab², Abdul Muthalib³

Universitas Muslim Indonesia

Email: hafifahsucimasaa@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Gagal napas adalah kondisi kritis yang memerlukan perhatian medis intensif dan merupakan salah satu penyebab utama kematian di kalangan pasien dewasa. Kondisi ini ditandai dengan kegagalan sistem pernapasan untuk melakukan pertukaran oksigen dan karbon dioksida secara efektif, yang dapat menyebabkan komplikasi serius seperti gagal jantung kongestif, pneumonia, dan kegagalan organ. Menurut data WHO dan CDC, gagal napas menyumbang angka kematian yang signifikan dengan kejadian yang cukup tinggi di Indonesia. Gagal Napas adalah suatu kondisi medis yang ditandai dengan terjadinya pernafasan yang pendek secara berat dan tiba-tiba yang biasanya timbul dalam waktu 12-48 jam setelah adanya faktor pencetus, seperti trauma, sepsis dan aspirasi (masuknya hasil sekresi lambung atau benda asing ke dalam paru-paru) karena menurunnya kadar oksigen dalam darah oksigen untuk masuk kedalam darah dengan secukupnya. Gagal napas dapat menyebabkan komplikasi seperti memiliki risiko yang lebih tinggi untuk gagal jantung kongesif, memiliki risiko tinggi pneumonia dan menderita kegagalan organ. Ada beberapa tipe gagal napas yang diklasifikasikan berdasarkan faktor penyebab yaitu penyakit paru akut yang berat, gangguan neuromuskular, sindrom distres napas dewasa (ARDS), sindrom distres napas bayi (infant respiratory distress syndrome), keadaan akut penyakit paru kronis.

Kata Kunci : *Karakteristik Gagal Nafas*

Abstract

Respiratory failure is a critical condition that requires intensive medical attention and is one of the leading causes of death among adult patients. This condition is characterized by the failure of the respiratory system to exchange oxygen and carbon dioxide effectively, which can lead to serious complications such as congestive heart failure, pneumonia, and organ failure. According to WHO and CDC data, respiratory failure contributes to a significant number of deaths with a fairly high incidence in Indonesia. Respiratory failure is a medical condition characterized by the occurrence of severe and sudden shortness of breath that usually occurs within 12-48 hours after a trigger, such as trauma, sepsis and aspiration (entry of gastric secretions or foreign objects into the lungs) due to decreased oxygen levels in the blood oxygen to enter the blood sufficiently. Respiratory failure can cause complications such as having a higher risk of congestive heart failure, having a high risk of pneumonia and suffering from organ failure. There are several types of respiratory failure that are classified based on the causative factors, namely severe acute lung disease, neuromuscular disorders, adult respiratory distress syndrome (ARDS), infant respiratory distress syndrome, acute chronic lung disease.

Keywords: *Characteristics of Respiratory Failure*

PENDAHULUAN

Pasien kritis adalah pasien yang berpotensi mengalami ancaman terhadap kehidupan mereka terutama dalam konteks masalah kesehatan. Kondisi kritis ini melibatkan ketidakstabilan dan kompleksitas yang tinggi, serta memerlukan perawatan intensif. Salah satu kondisi yang sering ditemui pada pasien kritis adalah gagal napas, yang mengacu pada ketidakmampuan sistem pernapasan untuk melakukan pertukaran gas secara efektif. Ini sering kali disertai dengan gangguan pada jalan napas, pernapasan, dan sirkulasi.

Berdasarkan data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), gagal napas merupakan penyebab utama kematian pada kelompok usia 40 tahun ke atas pada tahun 2018, yang mengakibatkan sekitar 922.000 kematian setiap tahunnya. Data CDC di Indonesia menunjukkan bahwa kejadian gagal napas berkisar antara 20 hingga 75 kasus per 100.000 orang setiap tahunnya, yang mengakibatkan tingkat kematian sebesar 30% hingga 50% (Marlisa & Situmorang, 2019). Angka kematian penyakit akibat gagal napas di Unit Perawatan Intensif dua rumah sakit di Kota Malang bervariasi antara 47% (190 pasien) hingga 81,7% (82 pasien).

Gagal napas merupakan penyebab utama kematian, dengan perkiraan menunjukkan bahwa sekitar 1 juta orang menerima perawatan di dua unit perawatan intensif setiap tahunnya. Gagal napas adalah gangguan pada sistem pernapasan untuk menukar oksigen dan karbon dioksida.[3] Hipoksemia primer disebabkan oleh gangguan pertukaran gas

akibat kapasitas difusi CO₂ yang lebih tinggi dibandingkan dengan O₂. Sebaliknya, darah yang kekurangan ventilasi dapat dikompensasi dengan meningkatkan ventilasi pada bagian paru-paru yang normal.

Gagal napas merupakan gangguan medis yang ditandai dengan kesulitan bernapas secara tiba-tiba dan parah, sering kali muncul dalam waktu 12-48 jam setelah kejadian pencetus, seperti trauma, sepsis, atau aspirasi (tertelan sekresi lambung atau benda asing ke dalam paru-paru), yang disebabkan oleh kurangnya kadar oksigen dalam aliran darah. Komplikasi yang diakibatkan oleh gagal napas meliputi meningkatnya kerentanan terhadap gagal jantung kongestif, meningkatnya risiko pneumonia, dan berkembangnya kegagalan organ.

Gagal paru merupakan penyebab utama gagal organ di unit perawatan intensif (ICU) dan dikaitkan dengan angka kematian yang tinggi. Gagal pernapasan akut cenderung diikuti oleh gagal organ penting lainnya, yang mengakibatkan kematian yang umumnya disebabkan oleh sindrom disfungsi organ ganda (MODS). Gagal napas dikategorikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan penyebab yang mendasarinya, meliputi penyakit paru akut berat, penyakit neuromuskular, sindrom gangguan pernapasan dewasa (ARDS), sindrom gangguan pernapasan bayi (INS), dan situasi akut patologi paru kronik.

METODE PENELITIAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pentingnya desain instruksional yang efektif dalam lingkungan pembelajaran daring telah memperoleh perhatian yang signifikan. Studi oleh Anderson dan Dron (2011) dan Garrison (2016) menekankan perlunya menggabungkan kehadiran sosial, kognitif, dan pengajaran untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan hasil pembelajaran. Selain itu, kerangka kerja Community of Inquiry (CoI), seperti yang disorot oleh Akyol dan Garrison (2011), menyediakan model yang komprehensif untuk menilai efektivitas pengalaman pendidikan daring. Meta-analisis terkini, seperti yang dilakukan oleh Bernard et al. (2014), mendukung kemanjuran kursus daring yang terstruktur dengan baik, dengan mencatat peningkatan kepuasan dan kinerja siswa dibandingkan dengan pengaturan tatap muka tradisional. Kumpulan literatur ini menggarisbawahi peran penting strategi instruksional berbasis bukti dalam pengembangan program pembelajaran daring yang sukses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi

Gagal napas adalah gangguan medis yang ditandai dengan kurangnya pasokan oksigen ke aliran darah dari paru-paru. Organ vital seperti jantung dan otak memerlukan darah beroksigen agar berfungsi optimal. Lebih jauh lagi, gagal napas dapat terjadi ketika paru-paru tidak mampu mengeluarkan karbon dioksida dari aliran darah. Kadar karbon dioksida yang tinggi dalam aliran darah dapat berdampak buruk pada organ tubuh. Gangguan ini muncul akibat pertukaran gas yang tidak memadai antara paru-paru dan darah, yang mengakibatkan ketidakmampuan untuk mengatur pH, pO₂, dan pCO₂ darah arteri dalam kisaran normal. Akibatnya, hal ini menyebabkan hipoksia, baik sendiri maupun bersamaan dengan hiperkapnia.

Patofisiologi

Gagal napas mengacu pada ketidakseimbangan antara ventilasi dan perfusi paru, yang mengakibatkan hipoksemia atau peningkatan kadar produksi karbon dioksida dan gangguan pembuangan karbon dioksida, yang menyebabkan hiperkapnia. Pasien menunjukkan toleransi terhadap hipoksia dan hiperkapnia, yang secara progresif memburuk seiring berjalannya waktu. Setelah episode gagal napas akut, paru-paru biasanya kembali ke keadaan awal. Pada gagal napas kronis, struktur paru mengalami kerusakan permanen dan progresif. Indikator gagal napas meliputi laju napas dan kapasitas vital. Laju napas normal adalah antara 16 dan 20 napas per menit. Kapasitas vital adalah pengukuran ventilasi, yang sering kali berkisar antara 10 hingga 20 ml per kilogram. Ventilasi yang tidak memadai akibat penyumbatan saluran napas bagian atas merupakan faktor utama yang menyebabkan gagal napas. Pusat pernapasan yang bertanggung jawab untuk pengaturan paru-paru terletak di bagian bawah batang otak, yaitu di pons dan medula.

Etiologi Gagal Nafas

Penyebab dari gagal napas menurut diantaranya:

1. Depresi sistem saraf pusat

Menyebabkan kegagalan pernapasan akibat ventilasi yang tidak memadai. Pusat pernapasan yang bertanggung jawab untuk mengatur pernapasan terletak di kedua sisi otak, yaitu di pons dan medula, yang mengakibatkan pola pernapasan yang dangkal dan disengaja.

2. Kelainan neurologis primer

Hal ini akan memengaruhi fungsi pernapasan dengan menjalar melalui saraf yang membentang dari batang otak ke sumsum tulang belakang, dan akhirnya mencapai reseptor di otot pernapasan. Penyakit neuropatik yang memengaruhi sumsum tulang

belakang, otot pernapasan, atau koneksi neuromuskular selama pernapasan akan berdampak signifikan pada ventilasi.

3. Efusi pleura, hemotoraks dan pneumotoraks

Dispnea pernapasan adalah gangguan medis yang ditandai dengan terhambatnya pengembangan paru-paru, sehingga memengaruhi ventilasi. Umumnya disebabkan oleh penyakit paru-paru, penyakit pleura, atau trauma dan cedera, sindrom ini pada akhirnya dapat mengakibatkan kegagalan pernapasan.

4. Trauma

Emisi kendaraan bermotor dapat menjadi faktor penyebab gagal napas. Tabrakan yang menyebabkan trauma tengkorak, kehilangan kesadaran, dan pendarahan dari saluran hidung dan rongga mulut dapat mengakibatkan penyumbatan saluran pernapasan bagian atas dan depresi pernapasan. Komplikasi yang mungkin terjadi termasuk hemotoraks, pneumotoraks, dan patah tulang rusuk, yang dapat menyebabkan gagal napas.

5. Penyakit akut paru

Pneumonia akut disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus. Menghirup uap yang mengiritasi dan isi lambung yang asam merupakan penyebab utama pneumonia kimiawi. Asma bronkial akut, emboli paru, dan edema paru merupakan gangguan medis lain yang dapat menyebabkan gagal napas.

6. Kelainan pada alveolus

Kelainan pada alveolus yang mengakibatkan gagal napas tipe 1 (hipoksemik) seperti pada kasus edema paru dan pneumonia berat. Penyebab gagal nafas berdasarkan lokasi adalah:

a. Penyebab sentral

- 1) Trauma kepala : contusio cerebri
- 2) Radang otak : encephaliti.
- 3) Gangguan vaskuler : perdarahan otak , infark otak
- 4) Obat-obatan : narkotika, anestesi

b. Penyebab perifer

- 1) Kelainan neuromuskuler : GBS, tetanus, trauma cervical, muscle relaxans.
- 2) Kelainan jalan nafas : obstruksi jalan nafas, asma bronchial.
- 3) Kelainan di paru : Kelainan di paru : edema paru, atelektasis, ARDS
- 4) Kelainan tulang iga/thoraks: fraktur costae, pneumothorax, haematothoraks
- 5) Kelainan jantung : kegagalan jantung kiri

Manifestasi Klinis Gagal Nafas

Tanda dan Gejala pada pasien gagal nafas antara lain:

1. Gagal napas hipoksemia

Nilai PaCO₂ pada gagal napas tipe ini menunjukkan nilai normal atau rendah. Gejala yang timbul merupakan campuran hipoksemia arteri dan hipoksia jaringan, antara lain:

- a) Dispneu (takipneu, hipeventilasi)
- b) Perubahan status mental, cemas, bingung, kejang, asidosis laktat.
- c) Sinosis di distal dan sentral (mukosa bibir)
- d) Peningkatan simpatis, takikardia, diaforesis, hipertensi
- e) Hipotensi, bradikardia, iskemi miokard, infark, anemia, hingga gagal jantung dapat terjadi pada hipoksia berat.

2. Gagal napas hiperkapnia

Konsentrasi PCO₂ yang tinggi di alveoli menyebabkan penurunan pO₂ alveolar yang berasal dari arteri. Kemungkinan etiologi kondisi ini meliputi kelainan pada dinding dada, otot pernapasan, atau batang otak. PPOK berat, asma berat, fibrosis paru stadium akhir, ARDS berat, atau sindrom Guillain Barre adalah beberapa contohnya. Manifestasi klinis hiperkapnia meliputi:

- a) Penurunan kesadaran
- b) Gelisah
- c) Dispneu (takipneu, bradipneu)
- d) Tremor

Klasifikasi Gagal Nafas

Gagal nafas dibagi menjadi dua yaitu gagal nafas tipe I dan gagal nafas tipe II:[10]

1. Gagal Nafas Tipe I

Gagal napas tipe I Kondisi ini, yang sering dikenal sebagai gagal napas hipoksemia normokapnik, mengacu pada ketidakmampuan paru-paru untuk mengoksidasi darah. Kondisi ini ditandai dengan PaO₂ yang berkurang dan PaCO₂ yang normal atau berkurang. Gagal napas akut tipe I muncul pada penyakit paru dan tidak disebabkan oleh disfungsi ekstra paru. Sebagian besar, mekanisme hipoksemia disebabkan oleh:

- a) Gangguan ventilasi/perfusi (V/Q mismatch), terjadi bila darah mengalir kebagian paru yang ventilasinya buruk atau rendah. Contohnya adalah posisi terlentang ditempat tidur, ARDS, atelectasis, pneumonia, emboli paru dan dysplasia bronkopulmonal.
- b) Indikasi masalah difusi muncul dari penebalan membran alveolus atau terbentuknya cairan interstitial di persimpangan antara alveoli dan kapiler. Secara khusus, contohnya meliputi edema paru, ARDS, dan pneumonia interstitial.

- c) Pirau intrapulmonal terjadi ketika darah bersirkulasi melalui daerah paru-paru yang belum mengalami bentuk ventilasi apa pun. Contoh khususnya adalah malformasi arteriovena paru dan malformasi adenomatoid kongenital.

2. Gagal Nafas Tipe II

Gagal napas, yang sering dikenal sebagai gagal napas hipoksemia hiperkapnia, adalah ketidakmampuan tubuh untuk mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) akibat kegagalan ventilasi. Gagal napas ini ditandai dengan retensi CO_2 (peningkatan PaCO_2 atau hiperkapnia) yang disertai dengan penurunan pH yang tidak normal dan penurunan PaO_2 atau hipoksemia. Gagal napas hiperkapnia (tipe II) didefinisikan sebagai peningkatan kadar PaCO_2 di atas 50 mmHg. Kadar oksigen rendah lazim terjadi pada pasien dengan bentuk gagal napas ini yang menghirup udara sekitar. Keasaman atau pH ditentukan oleh konsentrasi bikarbonat, yang pada gilirannya dipengaruhi oleh lamanya waktu hiperkapnia berlangsung. Penyebab utamanya meliputi overdosis obat, gangguan neuromuskular, kelainan dinding dada, dan obstruksi jalan napas yang signifikan (seperti asma dan PPOK/penyakit paru obstruktif kronik).

Pemeriksaan Penunjang

Ada beberapa pemeriksaan penunjang yang dilakukan pada pasien dengan gagal napas, antara lain:

1. Analisa Gas Darah

Konfirmasi diagnosis dan pembedaan antara gagal napas akut dan kronis harus dicapai melalui analisis gas darah pada kasus ketika gejala klinis gagal napas telah terlihat. Analisis kadar gas darah dilakukan untuk menetapkan standar terapi oksigen dan untuk mengevaluasi secara objektif tingkat gagal napas. Peningkatan laju pernapasan merupakan prediktor klinis yang paling sensitif terhadap eskalasi kesulitan pernapasan. Saat mengevaluasi masalah pernapasan yang disebabkan oleh faktor neuromuskular, seperti sindrom Guillain-Barre, kapasitas vital paru-paru berguna karena berkurang seiring dengan meningkatnya kelemahan. Interpretasi data analisis gas darah memiliki dua komponen: kelainan keseimbangan asam-basa dan perubahan dalam distribusi oksigen jaringan.

2. Pulse Oximetry

Peralatan ini mengukur variasi dalam perambatan cahaya melalui sirkulasi darah arteri yang berdenyut. Data yang diperoleh adalah pengukuran saturasi oksigen yang terus-menerus dan non-intrusif yang dapat direkam baik pada cuping telinga bagian bawah maupun pada jari tangan atau kaki. Pengamatan kurva disosiasi oksihemoglobin

menunjukkan korelasi antara saturasi oksigen dan tegangan oksigen. Nilai ambang batasnya adalah 90%, di bawah nilai tersebut penurunan tegangan oksigen selanjutnya akan menyebabkan penurunan lebih lanjut dalam saturasi oksigen.

3. Capnography

Instrumen yang dirancang untuk analisis berkelanjutan kadar karbon dioksida dalam darah. Aplikasi teknologi ini meliputi verifikasi intubasi trakea, mengidentifikasi kegagalan peralatan, dan menilai fungsi paru-paru yang terganggu.

4. Pemeriksaan Apus Darah

Untuk mengidentifikasi anemia yang menunjukkan berkurangnya pasokan oksigen ke jaringan. Akumulasi polisitemia menunjukkan adanya kegagalan pernapasan yang terus-menerus.

5. Pemeriksaan Kimia

Mengevaluasi fungsi hati dan ginjal diperlukan karena hasil tes yang tidak lazim dapat menjadi indikator faktor-faktor yang mendasari yang berkontribusi terhadap kegagalan pernapasan. Ketidakseimbangan patologis dalam elektrolit, termasuk kalium, magnesium, dan fosfat, dapat memperburuk gejala kegagalan pernapasan.

6. Pemeriksaan Kadar Kreatinin serum dan troponin 1

Kadar kreatinin serum yang meningkat, bersama dengan kadar troponin 1 yang normal, dapat membedakan antara infark miokard dan gagal napas dengan menunjukkan adanya miositosis, yang dapat menyebabkan gagal napas.

7. TSH Serum

Mendiagnosis kegagalan pernapasan hiperkapnia persisten pada pasien memerlukan pengukuran kadar TSH serum untuk membedakannya dari hipotiroidisme, yang dapat menyebabkan kegagalan pernapasan reversibel.

8. Pemeriksaan laboratorium

Kuantifikasi status gizi melibatkan pengukuran kadar albumin serum, prealbumin, transferin, total protein pengikat zat besi, keseimbangan nitrogen, indeks kreatinin, dan jumlah total limfosit.

9. Pemeriksaan Radiologi

Radiografi dada diagnostik sangat penting untuk membedakan penyebab dasar gagal napas. Namun, mungkin sulit untuk membedakan antara edema paru kardiogenik dan nonkardiogenik.

10. Ekokardiografi

Tidak lagi menjadi prosedur standar pada pasien yang mengalami gagal napas, hanya dilakukan pada individu yang diduga mengalami gagal napas akut yang disebabkan oleh penyakit jantung. Indikasi edema paru kardiogenik meliputi dilatasi ventrikel kiri, gerakan dinding dada yang tidak normal, atau regurgitasi mitral yang parah. Pasien dengan edema paru yang menunjukkan ukuran jantung, fungsi sistolik dan diastolik normal kemungkinan besar mengalami sindrom gangguan pernapasan akut. Ekokardiografi menilai fungsi ventrikel kanan dan tekanan arteri pulmoner dengan tepat untuk pasien dengan gagal napas hiperkapnik kronik.

Pulmonary Function Tests (PFTs) dilakukan pada gagal napas kronik:

- a. Nilai forced expiratory volume in one second (FEV1) dan forced vital capacity (FVC) yang normal menunjukkan adanya gangguan di pusat kontrol pernapasan.
- b. Penurunan rasio FEV1 dan FVC menunjukkan obstruksi jalan napas, penurunan nilai FEV1 dan FVC serta rasio keduanya yang tetap menunjukkan penyakit paru restriktif.
- c. Gagal napas karena obstruksi jalan napas tidak terjadi jika nilai FEV1 lebih dari 1 L dan gagal napas karena penyakit paru restriktif tidak terjadi bila nilai FVC lebih dari 1 L.

Penatalaksanaan Gagal Nafas

Tujuan utama pengobatan adalah untuk segera memperbaiki kondisi yang mengancam jiwa, salah satunya adalah pemberian oksigen. Pendekatan yang dipilih untuk pemberian oksigen guna mengatasi hipoksemia bergantung pada kadar FiO_2 yang diperlukan. Jika hipoksemia disertai dengan nilai $PaCO_2$ yang rendah, masker pernapasan ulang dapat digunakan. Peningkatan ventilasi dicapai dengan mengoptimalkan jalan napas. Pernapasan, oksigenasi, dan pemberian obat pernapasan yang efektif sangat bergantung pada jalan napas. Pertimbangan dan pemeriksaan obstruksi jalan napas bagian atas harus dilakukan pada semua pasien dengan penyakit pernapasan. Keputusan untuk memasang jalan napas buatan, seperti tabung endotrakeal (ETT), ditentukan dengan mengevaluasi kelebihan dan kekurangan jalan napas buatan dibandingkan dengan jalan napas alami.[12]

1. Ventilasi : Bantuan Ventilasi dan ventilasi Mekanik.

Komponen penting lain dari terapi adalah penggunaan ventilasi mekanis. Tujuan dari pendekatan terapi ini adalah untuk memberikan bantuan ventilasi hingga membran alveokapiler pulih sepenuhnya. Lebih jauh, dua tujuan lebih lanjut adalah: memastikan ventilasi dan oksigenasi yang cukup selama fase krusial hipoksemia berat dan mengobati akar penyebab gangguan pernapasan. PEEB adalah singkatan dari Positive End Expiratory Breathing. Ventilasi dan oksigen yang cukup disediakan melalui volume ventilator bertekanan aliran tinggi, yang dapat ditambahkan dengan positive end-expiratory support

(PEEB). Tekanan positif akhir ekspirasi (PEEB) dipertahankan dalam 22 alveoli selama siklus pernapasan untuk menghindari kolaps alveolar pada akhir ekspirasi.[13]

2. Terapi Suportif Lainnya

Fisioterapi pernapasan yang menargetkan pembuangan sekresi, dahak, dari saluran udara. Strategi ini tidak hanya berfungsi untuk mengatasi kegagalan pernapasan tetapi juga untuk menerapkan tindakan pencegahan. Lebih jauh, ada bronkodilator, khususnya agonis beta-adrenergik/simpatomimetik, yang menunjukkan kemanjuran yang lebih besar ketika diberikan melalui inhalasi dibandingkan dengan pemberian parenteral atau oral. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa inhalasi meminimalkan efek samping yang terkait dengan efek bronkodilatasi yang sama, sehingga memungkinkan pemberian dosis tinggi.[14]

3. Monitoring Gagal Nafas di ICU

Dalam ruang intensif care Unit (ICU) sangat diperlukan monitoring untuk semua sistem pada klien, khususnya sistem pernafasan. Monitoring sistem pernafasan tidak terlepas dari kebutuhan oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂), karena banyak masalah yang berkaitan erat dengan permasalahan oksigenasi. Seorang pasien dengan gagal napas membutuhkan pemantauan ketat dan berulang baik oksigenasi, pemeriksaan fisik maupun perkembangan kondisi pasien Dimana salah satu data yang harus didapatkan adalah kadar gas oksigen dan karbondioksida dalam darah.[15]

Analisis gas darah arteri adalah metode yang digunakan untuk mengukur oksigenasi, pertukaran gas alveolar, dan netralitas asam-basa darah arteri secara objektif. Tes ini memerlukan pengambilan sampel darah arteri dari arteri femoralis, radialis, atau brakialis menggunakan spuit yang telah diberikan heparin untuk menghambat pembekuan darah.²⁰ Kadar karbon dioksida dapat ditentukan dengan mengukur tekanan parsial atau konsentrasi maksimum karbon dioksida (CO₂) pada akhir napas yang dikeluarkan, dinyatakan sebagai persentase CO₂ atau milimeter per jam (mmHg). Kisaran tipikal adalah antara 5% dan 6% CO₂, yang sebanding dengan 35-45 mmHg. Pendekatan non-invasif dapat digunakan untuk observasi dengan menggunakan peralatan kapnografi.

DAFTAR PUSTAKA

- H. TH, *Diagnosis keperawatan definisi dan klasifikasi*. In 2019.
- F. R. R. AZ, "Acute respiratory distress syndrome (ARDS) pada pneumonia COVID-19," . *J Anaesth Pain*, pp. 11–24.
- F. A. Achsar AM, "Manajemen Pasien Dekstroskoliosis Berat dengan Kegagalan Napas yang disebabkan oleh Syok Septik dan Pneumonia," *J Anaesth Pain*, pp. 40–7..

- O. Maulidiyah F, *Analisis Faktor Yang Berkontribusi Terhadap Risiko Hipertensi Pada Mahasiswa Universitas Airlangga Surabaya*. 2019.
- S. D, "Diagnosis Dan Penatalaksanaan Gagal Nafas Akut," 2019.
- P. S. Sirait S, Hadisaputro S, Mardiyono, "Comparison the effectiveness of the head of bed to 45 and 30 degrees with hyperoxygenation against oxygen saturation during the open suction in patients that installed mechanical ventilation in ICU room," *Int J Allied Med Sci anClinical Res.*, p. 8(2)..
- R. E. Suryajaya IW, Airlangga PS, "Percutaneous Dilatational Tracheostomy (PDT) Dini Sebagai Upaya untuk Mencegah Pneumonia dan Mempermudah Perawatan Pasien Stroke di Intensive Care Unit (ICU).," *JAI (Jurnal Anestesiol Indones*, pp. 1–41, 2021.
- et a Li S, Xiong J, Du Z, Lai W, Ma X, Feng Z, "Extracorporeal membrane 26 oxygenation (ECMO) for critically ill patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): A retrospective cohort study," *J Card Surg*, pp. 3554– 60., 2021.
- S. N. Suryadi B, "Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II Pada Angka Kematian Pasien Gagal Nafas," *J Antara Keperawatan*, 2021.
- F. Syarani, "Gagal Napas in Buku Ajar Respirasi. Medan," in *USU Press. Medan: USU Press*; 2019.
- A. A., "Kapita Selekta Kedokteran," in *Tanto C, J. Media and Aesculapius, Eds.*, 2019, pp. 75–981.
- T. J, "Penatalaksanaan Sumbatan Jalan Nafas Atas (Jackson Iv) Dengan Krikotirotonomi Dan Trakeostomi," *KRA-ITH Hum J Sos dan Hum*, pp. 220–6, 2020.
- A. V. Khayer F, Ghafari S, Saghaei M, Yazdannik A, "Effects of open and closed tracheal suctioning on pain in mechanically ventilated patients.," *Iran J Nurs Midwifery Res*, 2020.
- H. S. Kliegman RM, Sarnaik AP, A.Clark J, *Respiratory Distress and Failure. Sciencedirect*. p. 2020.
- S. H. Baig AM, Khaleeq A, Ali U, "Evidence of the COVID-19 virus targeting the CNS: tissue distribution, host--virus interaction, and proposed neurotropic mechanisms.," *ACS Chem Neurosci*, pp. 999–8, 2020.
- et al. Ahmed MU, Hanif M, Ali MJ, Haider MA, Kherani D, Memon GM, "Neurological manifestations of COVID-19 (SARS-CoV-2).," *a Rev. Front Neurol.*, 2020.
- Syahrani., "Pengaruh Tindakan Penghisapan Lendir (Suction) Endotracheal Tube(ETT) Terhadap Kadar Saturasi O2 Pada Pasien Gagal Nafas Di Ruanb Icu.," *Indones Resesrch by Perpusnas*.