

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Hasil studi literatur didapatkan beberapa jurnal yang sesuai dengan tema penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Prakash et al (2021) mengenai ROX index sebagai prediktor yang baik untuk kegagalan kanula hidung aliran tinggi pada pasien Covid-19 dengan kegagalan pernapasan hipoksemia akut didapatkan hasil bahwa ROX index menunjukkan memiliki daya pembeda yang baik untuk prediksi kegagalan HFNC pada pasien Covid-19 dengan kegagalan pernapasan hipoksemia akut.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Chandel et al (2021) mengenai HFNC pada pasien Covid-19 menggunakan ROX index untuk memprediksi keberhasilan didapatkan hasil bahwa ROX index sensitif untuk mengidentifikasi subjek yang berhasil disapih dari HFNC.

2.2 *Coronavirus Disease-2019*

2.2.1 Pengertian *Coronavirus Disease-2019*

Coronavirus Disease-2019 didefinisikan sebagai infeksi virus jenis baru dan termasuk dalam penyakit menular yang disebabkan oleh virus SARS-Cov-2 (WHO, 2021). Virus ini dapat menular dari manusia ke manusia melalui kontak erat,

percikan air liur ketika berbicara, batuk dan bersin (Kemkes, 2020). *Coronavirus* merupakan bagian dari golongan virus yang dapat mengakibatkan peradangan pada bagian saluran pernapasan atas yang ditularkan melalui droplet oleh orang yang terpapar batuk, bersin atau saat berbicara (Marzuki *et all*, 2021). Dapat disimpulkan bahwa *Coronavirus disease-2019* merupakan penyakit menular yang menyerang sistem pernapasan oleh virus SARS-CoV-2 yang ditularkan oleh individu satu ke individu lainnya melalui kontak erat dan droplet.

2.2.2 Etiologi *Coronavirus Disease-2019*

Coronavirus merupakan virus zoonotik atau virus yang ditularkan oleh hewan ke manusia melalui RNA yang bersirkulasi melalui hewan seperti unta, kucing dan kelelawar (Morfi *et all*, 2020). *Coronavirus* menjadi penyebab Covid-19 termasuk dalam genus betacoronavirus. Virus ini masuk dalam subgenus yang sama dengan *coronavirus* yang menyebabkan wabah *Severe Acute Respiratory Illness* (SARS) yaitu sarbecovirus. Maka dari itu, *International Commite on Taxonomy of Viruses* menyimpulkan SARS-CoV-2 merupakan nama lain dari Covid-19 (Susilo *et all*, 2020).

2.2.3 Patogenesis *Coronavirus Disease-2019*

Virus masuk kedalam tubuh melalui membran mukosa, diawali pada mukosa nasal dan laring lalu menjalar ke paru-paru melalui traktus respiratorius. Selain itu virus ini akan menginvasi organ-organ yang menghasilkan *Angiotensin Converting*

Enzyme 2 (ACE 2), seperti paru-paru, system renal, jantung dan traktus gastrointestinal (Fitriani NI, 2020)

Didalam SARS-CoV-2 dan SARS-CoV terdapat protein S yang memiliki struktur nyaris serupa pada domain *receptor-binding*. Protein S yang terdapat pada SARS-COV memiliki keterikatan dengan ACE 2 pada manusia. Ketika virus menginfeksi sel, genom RNA virus akan dilepaskan ke sitoplasma sel dan dibagi menjadi dua polyprotein dan protein struktural. Kemudian, masuknya genom virus baru kedalam endoplasma. Sehingga proses pembentukan nukleokapsid yang sistematis dari genom RNA dan protein nukleokapsid sehingga terjadi pertumbuhan komponen-komponen virus didalam reticulum endoplasma dan golgi sel. Akhirnya, vesikel yang menyimpan komponen virus akan bersatu dengan membran plasma untuk meluruhkan komponen virus yang baru (Susilo *et al*, 2020).

Kadar leukosit dan limfosit tinggi atau rendah serta pasien tanpa gejala menjadi penanda lamanya masa inkubasi dengan rentang waktu 3-14 hari. Penyebaran virus pada gejala ringan diawali pada aliran darah, terutama organ-organ yang memiliki ACE 2. 4-7 hari dari mulainya gejala awal, keadaan pasien mulai menurun ditandai dengan adanya sesak, kadar limfosit rendah, dan perburukan lesi di paru. Apabila tahap ini dibiarkan maka ARDS, sepsis dan komplikasi lain akan terjadi. Usia dan penyakit penyerta (komorbiditas) memiliki keterkaitan dengan tingkat keparahan penyakit (Fitriani NI, 2020).

Dalam beberapa kasus ditemukan kemungkinan adanya *cytokine storm*. Badai sitokin didefinisikan sebagai kasus akibat peradangan yang tinggi pada saat produksi sitokin dengan jumlah yang banyak dan dalam waktu yang cepat sebagai

respon dari suatu peradangan. Produksi respon imun yang tinggi pada inang diakibatkan karena adanya peradangan dari virus. Berhubungan dengan *Coronavirus disease-2019* didapati adanya hambatan sekresi sitokin dan kemokin oleh sel imun *innate* karena adanya penghalang oleh protein virus non-struktural. Keadaan ini mengakibatkan tingginya produksi sitokin proinflamasi dan kemokin melewati limfosit dan aktivasi makrofag. Produksi sitokin proinflamasi bersamaan dengan pelepasan sitokin yang membuat aktivasi sel T, Neutrofil dan sel NK. Infiltrasi inflamasi terjadi karena dipicu oleh meningkatnya sitokin proinflamasi yang cepat, akhirnya terjadi perburukan paru pada bagian epitel dan endotel. Menumpuknya infiltrasi inflamasi dan sel paru yang mati akan berubah menjadi membran hialin yang mengendap di seluruh dinding alveoli yang mengakibatkan sulitnya proses pertukaran gas sehingga terjadi ARDS, kegagalan multi organ sampai terjadinya kematian dalam waktu yang relative cepat (Fitriani NI, 2020).

2.2.4 Manifestasi Klinis *Coronavirus Disease-2019*

Gejala-gejala yang diderita oleh individu yang terinfeksi *Coronavirus* dibagi menjadi 3, yaitu ringan, sedang dan berat. Gejala yang biasanya muncul adalah demam $>38^{\circ}\text{C}$, kesulitan benapas, batuk disertasi dengan adanya sesak, badan terasa lemah, nyeri otot, diare dan gangguan saluran pernapasan lain. Pada gejala berat kondisi tubuh akan semakin buruk dengan adanya ARDS, asidosis metabolic, syok septik, perdarahan dan kegagalan sistem koagulasi.

Pada sebagian pasien dengan gejala ringan tanpa disertai demam:

a. Klasifikasi Klinis

1) Tidak ada komplikasi

Dalam kondisi ini gejala utama yang timbul adalah demam, kongesti hidung, batuk, nyeri otot, dan sakit kepala. Akan tetapi pada lansia dan pasien *immunocompromises* tidak ditemukan gejala yang khas.

2) Pneumonia Ringan

Gejala yang muncul biasanya ialah sepsis, sesak dan batuk. Berbeda dengan anak-anak, gejala ditandai dengan batuk, susah bernapas, terlihat sesak dan tingginya frekuensi napas.

3) Pneumonia Berat

Gejala yang muncul pada pasien dewasa diantaranya seperti demam, takipnea >30 x/menit dan saturasi oksigen $<90\%$. Sedangkan gejala yang muncul pada anak-anak adalah batuk, sianosis sentral dengan saturasi $<90\%$, sesak, retraksi dada, pneumonia pada bayi ditandai dengan tidak mau menyusu, penurunan kesadaran dan kejang.

4) *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS)

ARDS atau gagal napas merupakan gangguan serius pada saluran pernapasan yang menyebabkan hipoksia (Ihsanidar dan Herawati, 2021). Onset kerusakan gejala respirasi dalam satu minggu setelah ditemukan kondisi klinis. Hipoksemia menjadi patokan tingkatan ringan beratnya ARDS. Hipoksemia merupakan tekanan oksigen dibagi fraksi oksigen <300 mmHg. Pasien dianggap dalam keadaan kritis apabila pasien mengalami ARDS dengan kadar oksigen ARDS ringan $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mmHg (dengan PEEP atau CPAP ≥ 5 cmH₂O), ARDS sedang: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ mmHg (dengan PEEP ≥ 5 cmH₂O) dan ARDS berat

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100$ mmHg (dengan $\text{PEEP} \geq 5$ cmH₂O), tidak tersedia data
 PaO_2 : $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 \leq 315$ diduga ARDS.

5) Sepsis

Sepsis didefinisikan sebagai suatu keadaan dari aktivitas ketidakmampuan tubuh terhadap infeksi dengan disertai kegagalan organ. Disfungsi organ ditandai dengan adanya perubahan status mental, takipnea, rendahnya saturasi oksigen, takikardi, produksi urin menurun, nadi lemah, tekanan darah rendah, kaki *mottling*, trombositopenia, asidosis dan hyperbilibubin.

6) Syok Septik

Syok Septik merupakan tekanan darah persisten setelah resusitasi volume adekuat sehingga dibutuhkan vasopressor untuk mempertahankan $\text{MAP} \geq 95$ mmHG dan serum laktat >2 mmol/L (Burhan *et al*, 2020).

2.2.5 Penatalaksanaan Pasien *Coronavirus Disease-2019*

a. Pemeriksaan PCR SWAB

b. Tanpa Gejala

1) Isolasi dan Pemantauan

- a) Melakukan isolasi mandiri selama 10 hari di rumah.
- b) Pemantauan pasien dilakukan oleh petugas fasilitas kesehatan tingkat pertama (FKTP) melalui telepon.
- c) Melakukan pemeriksaan di FKTP dalam waktu 10 hari isolasi untuk peninjauan klinis.

2) Non-Farmakologis

a) Pasien:

- (1) Anjurkan pasien menggunakan masker ketika berinteraksi keluarga
- (2) Lakukan cuci tangan dengan sabun menggunakan air mengalir atau *hand sanitizer*.
- (3) Jaga jarak aman dan gunakan kamar terpisah.
- (4) Terapkan etika batuk yang diajarkan petugas medis.
- (5) Peralatan makan terpisah dan dicuci menggunakan sabun.
- (6) Berjemur di pagi hari pukul 9 dan sore hari pukul 15 selama 10-15 menit.
- (7) Pakaian kotor yang dikenakan pasien dimasukkan kedalam plastik atau wadah terpisah dan dicuci secara terpisah menggunakan mesin cuci.
- (8) Rutin mengukur dan mencatat suhu tubuh 2 kali sehari pagi dan malam.
- (9) Informasikan kepada petugas medis apabila suhu $>38^{\circ}\text{C}$.

b) Lingkungan Sekitar

- (1) Pastikan ventilasi, cahaya dan udara mencukupi.
- (2) Rutin membuka jendela kamar secara rutin.
- (3) Membersihkan kamar menggunakan alat pelindung diri.
- (4) Mencuci tangan dengan air mengalir menggunakan sabun atau *hand sanitizer*.
- (5) Membersihkan kamar secara rutin setiap hari menggunakan bahan desinfektan.

c) Keluarga

- (1) Anjurkan keluarga yang kerkontak erat melakukan kontrol ke FKTP.
- (2) Diwajibkan menggunakan masker.
- (3) Melakukan jaga jarak minimal 1 meter dengan pasien.
- (4) Rutin mencuci tangan.
- (5) Membuka jendela dan ventilasi sebagai akses keluar masuk udara.
- (6) Membersihkan area yang sering dilalui pasien.

3) Farmakologi

- a) Anjurkan pemberian pengobatan rutin apabila pasien disertai penyakit penyerta serta konsultasikan dengan dokter.
- b) Pemberian vitamin C dan anjurkan multivitamin C, B, E dan Zink.
- c) Pemberian vitamin D
- d) Obat-obatan suportif seperti obat tradisional dan obat modern yang sudah teregistrasi BPOM.
- e) Berikan obat-obatan yang bersifat antioksidan

c. Derajat Ringan

1) Isolasi dan Pemantauan

- a) Lakukan isolasi mandiri di rumah maupun fasilitas yang sudah disediakan selama 10 hari sejak gejala awal dan ditambah 3 hari bebas dari gejala. Apabila gejala >10 hari isolasi dilanjutkan sampai tidak ada gejala.
- b) Petugas FKTP harus aktif dalam melakukan peninjauan keadaan pasien.
- c) Melakukan kontrol ke FKTP apabila masa isolasi sudah selesai.

2) Non-Farmakologis

Berikan edukasi terkait kegiatan yang harus dilakukan.

3) Farmakologis

- a) Berikan vitamin C dan multivitamin seperti vitamin C,B,E dan Zink.
- b) Berikan vitamin D seperti suplemen dan obat (tablet kunyah)
- c) Berikan Azitromisin 1x 500 mg per hari selama 5 hari
- d) Berikan antivirus seperti oseltavimir, favipiravir, parasetamol dan obat-obatan fitofarmaka serta obat modern. Lakukan pengobatan penyakit penyerta dan komplikasi.

d. Derajat Sedang

1) Isolasi dan Pemantauan

- a) Lakukan tindakan rujukan dan isolasi di Rumah Sakit ke Ruang Perawatan Covid-19/ Rumah Sakit Darurat Covid-19

2) Non Farmakologis

- a) Anjurkan untuk Istirahat total, asupan nutrisi yang mencukupi, mengontrol elektrolit, terapi cairan dan oksigen.
- b) Lakukan pemeriksaan darah rutin, CRP, fungsi hati, fungsi ginjal, dan foto toraks secara rutin.

3) Farmakologis

- a) Berikan vitamin C dengan dosis 200-400 mg/8 jam dalam 100 cc NaCL 0,9% habis dalam 1 jam diberikan secara drip Intravena selama perawatan.

- b) Berikan terapi farmakologis seperti azitromisin, favipiravir, remdesivir, antikoagulan LMWH/UFH, parasetamol apabila terdapat demam, dan pengobatan komorbid serta komplikasi.
- e. Derajat Berat atau Kritis
 - 1) Isolasi dan Pemantauan
 - a) Lakukan isolasi di ruang isolasi rumah sakit rujukan dan pengambilan spesimen swab untuk *polymerase chain reaction*.
 - 2) Non Farmakologis
 - a) Anjurkan untuk *bedrest*, asupan kalori dan nutrisi terpenuhi, status hidrasi, kontrol elektrolit, dan oksigen.
 - b) Lakukan peninjauan laboratorium darah rutin, CRP, fungsi hati, fungsi ginjal, hemostasis, LDH, D-dimer.
 - c) Lakukan pemeriksaan foto toraks secara rutin.
 - d) Lakukan monitor tanda-tanda takipnea, saturasi oksigen <93%, PaO₂/FiO₂ <300 mmHg, peningkatan CRP, limfopenia progresif, asidosis laktat progresif.
 - e) Monitor kondisi kritis
 - (1) Apabila terjadi gagal napas diperlukan ventilasi mekanik, disfungsi multiorgan/syok lakukan perawatan ICU.
 - (2) Jika terkonfirmasi gagal napas dengan ARDS tinjau dengan pemberian ventilator mekanik.
 - (3) Terdapat 3 tahap penting yang mampu mencegah terjadinya perburukan penyakit, yaitu sebagai berikut:

- (a) Pada pasien yang disertai ARDS gunakan terapi oksigen HFNC.
- (b) Lakukan pembatasan resusitasi cairan, khusus untuk pasien pembengkakan paru.
- (c) Lakukan posisi pasien sadar dalam posisi tengkurap.

f) Terapi Oksigen

- (1) Anjurkan pemberian terapi oksigen apabila saturasi oksigen $<93\%$, diawali dengan pemberian nasal kanul NRM 15 liter/menit sampai target SpO_2 92-96% tercapai.
- (2) Bila timbul perburukan, berikan terapi oksigen HFNC.
- (3) Anjurkan pemberian HFNC dengan *flow* 30 liter/menit, FiO_2 40%.
Sesuaikan dengan kenyamanan pasien dengan memperhatikan target SpO_2 92-96%.
 - (a) Petugas kesehatan diwajibkan mengenakan masker (PAPR, N95).
 - (b) Turunkan *flow* secara bertahap 5-10 liter/Menit. Dengan meningkatkan fraksi oksigen, apabila; masih terjadi takipnea (>35 x/menit), target SpO_2 belum optimal (92-96%), otot bantu napas aktif dan dyspnea.
 - (c) Lakukan posisi *awake Prone Position* + HFNC secara berkala 2 jam 2 kali sehari. Hal ini mampu memperbaiki oksigenasi dan menurunkan kebutuhan akan intubasi pada ARDS ringan hingga sedang.

- (d) Pertimbangkan pemberian HFNC setiap 1 sampai 2 jam dengan penilaian ROX Index.
 - (e) ROX Index dikatakan berhasil apabila nilai sama atau $\geq 4,88$ pada jam ke 2, 6 dan 12. Namun dikatakan gagal apabila $< 3,85$, maka tindakan intubasi sangat diperlukan.
 - (f) Apabila evaluasi 1 sampai 2 jam pemberian HFNC tidak menunjukkan perbaikan, maka dianjurkan untuk pemasangan trial NIV.
 - (g) Pertimbangkan penyapihan bertahap pada perangkat HFNC, diawali dengan FiO₂ diturunkan 5-10% / 1 sampai 2 jam sampai fraksi 30%, lalu diikuti oleh *flow* yang diturunkan bertahap 5-10 liter/menit/1 sampai 2 jam hingga mencapai 25 liter.
 - (h) Anjurkan pemberian terapi oksigen konvensional ketika FiO₂ $< 30\%$ dan *flow* 25 liter/menit.
 - g) Adapaun terapi oksigen lain seperti NIV, Ventilator dan ECMO. Namun HFNC lebih dianjurkan diberikan pada pasien Covid-19 dengan gejala berat atau kritis.
- 3) Farmakologis
- a) Vitamin C diberikan dalam NaCl 0,9% secara drip IV yang habis dalam 1 jam.
 - b) Vitamin B1 (IV), Vitamin D seperti suplemen, obat, azitromisin. Lakukan pemeriksaan darah lengkap, berikan antivirus, antikoagulan,

deksametason. Lakukan perawatan syok, dan berikan obat suportif lainnya.

2.3 Terapi Oksigen *High Flow Nasal Cannula* (HFNC)

2.3.1 Pengertian HFNC

High Flow Nasal Cannula (HFNC) merupakan sebuah alat atau sistem yang dirancang untuk mengkombinasikan oksigen dan udara yang dimodifikasi dengan pemanas serta pengaturan kelembaban yang dialirkan melewati kanula hidung dengan aliran tinggi 60 liter/menit yang akhirnya mampu melewati batas masuknya oksigen pasien yang bernapas secara spontan (Kurnia dkk, 2022). HFNC didefinisikan sebagai mesin yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan oksigen pasien melalui nasal kanul dengan aliran tinggi yang hangat dan lembab agar pasien merasa nyaman. *Flow* atau aliran yang diberikan adalah 60 liter/menit dengan suhu 31-37°C dengan kelembaban absolut 44 mg H₂O/L, fraksi oksigen 21-100% (Katarina, 2021).

2.3.2 Komponen HFNC

Secara garis besar terdapat beberapa komponen pada system HFNC, diantaranya: generator arus yang berperan sebagai tempat penggabungan antara udara dan oksigen sistem venturi;

pencampuran udara-oksigen turbin atau sistem venture, penghangat dan *humidifier*, selang yang tersambung dengan *interface* seperti kanula hidung dengan macam ukuran (Kurnia dkk, 2022). Spesifikasi alat ini diantaranya:

- a. Laju aliran tinggi (*High Flow*) 10-60 L/Menit

- b. Laju aliran rendah (*Low Flow*) 5-25 L/Menit
- c. FiO₂ 21%-100%
- d. Pelembab pemanas 31°C - 37°C
- e. Kelembaban 90%-100%
- f. Jalur pernapasan standar
- g. Kelembaban standar
- h. Filter
- i. Baterai daya rendah dan penghangat selama 2 jam
- j. Sistem alarm
- k. Catu daya 220 V AC/222 W/1 A (Gerlink, 2020)

Gambar 2.1

Alat Terapi Oksigen High Flow Nasal Cannula (HFNC)



Sumber: Gerlink (2022)

2.3.3 Manfaat HFNC

Hasil studi penelitian menjelaskan bahwa HFNC memiliki manfaat fisiologis yaitu mampu memperbaiki ventilasi, meningkatkan FiO_2 , membersihkan jalur pernapasan, sebagai penghangat dan pelembab melalui udara, menurunkan kerja napas dan ruang mati fisiologis meski aliran udara yang diberikan tinggi (Salaka et al, 2022). Sedangkan menurut Kurnia dkk (2022), terdapat beberapa keuntungan fisiologis penggunaan terapi oksigenasi HFNC yakni mampu memberikan udara yang hangat dan lembab serta mampu menyesuaikan dengan suhu tubuh, rendahnya kebutuhan inspirasi, meningkatkan kapasitas residu fungsional melewati penyaluran PEEP, efektif dan efisien ketika diaplikasikan, mengurangi pengenceran oksigen saat digunakan; meningkatkan fraksi oksigen kemudian didifusikan ke alveolus; rendahnya resiko tercampurnya oksigen dari sistem dengan udara ruangan; dan semakin tinggi arus pengantar oksigen maka usaha inspirasi menurun.

2.3.4 Mekanisme HFNC

Mekanisme kerja HFNC pada pasien Covid-19 dengan gagal napas hipoksemia akut dapat meningkatkan hasil klinis dengan cara: (1) pembersihan ruang mati anatomis dan peningkatan pencampuran gas di saluran udara besar; (2) pemanasan dan pelembapan gas yang dihirup; (3) aliran inspirasi hidung yang tinggi; (4) pembentukan tekanan jalan napas positif (2-4 cm H_2O) yang meningkatkan volume paru akhir ekspirasi; (5) peningkatan PO_2 alveolar (Coligher & Slutsky, 2017). Cara kerja HFNC dimulai dengan aliran tinggi 50-60 L/menit menyesuaikan FiO_2 untuk

mempertahankan SpO₂ antara 92-96%. Suhu diatur sesuai dengan kenyamanan pasien. Pasien dipantau dengan pengukuran non-invasif detak jantung, tekanan darah, saturasi oksigen dan laju pernapasan. FiO₂ secara bertahap dikurangi dengan menjaga target SaO₂. Aliran diturunkan bertahap sesuai dengan toleransi pasien dan penurunan frekuensi pernapasan (Burhan et al, 2020). Menurut Salaka dkk (2022) bahwa mekanisme kerja HFNC adalah menyalurkan udara dengan kadar oksigen tinggi (21-100%) dan *flow* 60 liter/menit. Kecepatan tinggi aliran udara akan dilewatkan pada sistem pemanas hingga terjadi kelembaban.

2.3.5 Keberhasilan HFNC

Penelitian oleh Kurnia dkk (2022) menjelaskan bahwa HFNC digunakan untuk menangani pasien Covid-19 dengan tingkat keparahan berat atau kritis agar terhindar dari kebutuhan intubasi. Pasien yang disertai dengan ARDS akan diberikan terapi HFNC dengan diawali pemberian fraksi oksigen yang tinggi. Sesuai dengan beberapa kasus yang terjadi bahwa pemberian HFNC menunjukkan adanya perubahan kearah perbaikan oksigenasi serta rendahnya pemberian intubasi dibanding terapi oksigen aliran rendah dengan tingkat keberhasilan 67,8%. Angka kegagalan penggunaan HFNC lebih rendah dibandingkan dengan terapi invasif dini. Namun kegagalan HFNC dapat terjadi secara signifikan terkait dengan komorbiditas.

2.4 ROX Index

Penilaian ROX indeks merupakan salah satu cara pemantauan penggunaan HFNC (Kurnia D, 2022). ROX index memberikan nilai prediktor keberhasilan dan kegagalan terapi oksigenasi HFNC. ROX index digambarkan sebagai kombinasi

rasio saturasi oksigen terhadap fraksi oksigen inspirasi (SpO_2/FiO_2) dan laju pernapasan. Akurasi penilaian ROX index lebih besar dari atau sama dengan 4,88 diukur pada 0,679 dalam 2 jam, 0,703 dalam 6 jam dan 0,759 dalam 12 jam dikatakan berhasil dengan sensibilitas 61,1% dan spesifisitas 84,6%. Penilaian dengan ROX Index mempermudah petugas dalam melakukan pencegahan keterlambatan tindakan intubasi yang memperburuk kondisi pasien. Sedangkan terapi HFNC dikatakan gagal ketika ROX index menunjukkan $<2,85$ dalam 2 jam awal, $<3,47$ dalam 6 jam dan $<3,85$ dalam 12 jam. Pemantauan HFNC dievaluasi setiap 6 jam (Sommeng dkk, 2021). Sesuai dengan penelitian Prakash et al (2021) bahwa akurasi diagnostik maksimum dan pengukuran statis ROX index adalah pada 6 jam sebagai hasil prediksi awal untuk memberikan perawatan yang optimal pada pasien dan memprediksi kegagalan HFNC. Index SpO_2/FiO_2 , PaO_2/FiO_2 dan ROX akan meningkat secara bersama dan bertahap apabila pemberian HFNC berhasil dan menurun secara bertahap apabila gagal (Salaka dkk, 2022).

Rumus Pengukuran ROX Index menurut Katarina (2021):

$$\text{ROX Index} = \frac{\text{SpO}_2/\text{FiO}_2}{\text{Frekuensi Napas (RR)}}$$

2.4.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan ROX Index

Burhan et al (2020) menyatakan bahwa terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan nilai ROX index adalah sebagai berikut:

a. FiO_2

Pasien *Coronavirus disease-2019* dengan tingkat keparahan berat atau kritis ditandai dengan penurunan saturasi oksigen $<90\%$ dengan udara bebas akan di inisiasi terapi oksigen HFNC. Sebagai perangkat keluaran HFNC, fraksi oksigen berperan untuk meningkatkan saturasi oksigen 92-96% dan meningkatkan keberhasilan ROX index.

b. *Flow*

Flow merupakan unsur dominan yang mengatur konsentrasi CO_2 . Sistem ini dapat menginduksi pengurangan efek CO_2 pada faring sehingga meminimalisir penghirupan ulang CO_2 , mengurangi ruang mati dan meningkatkan ventilasi alveolar. Sehingga dapat meningkatkan saturasi oksigen dan menangani gagal napas akut.

c. *Respirasi Rate*

Frekuensi napas mempengaruhi keberhasilan ROX index. Semakin tinggi frekuensi napas (>35 x/menit) dan target saturasi oksigen belum tercapai (92-96%) tingkatan FiO_2 dan *flow* secara bertahap untuk mencapai keberhasilan ROX index $>4,88$.

d. Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen merupakan ukuran presentase oksihemoglobin yang terikat oksigen dalam darah. Observasi saturasi oksigen dilakukan untuk mencegah resiko terjadinya hipoksemia berat yang menandakan kegagalan pemberian terapi oksigen HFNC sehingga diperlukan tindakan intubasi. $\text{SpO}_2 <90\%$ dinilai sebagai penanda prognostik untuk gagal napas hipoksemia akut.

2.5 Fraksi Oksigen (FiO_2) dan (*Flow*)

2.5.1 Pengertian Fraksi Oksigen (FiO_2) dan (*Flow*)

Semua alat bantu ventilasi infasif dan non infasif memerlukan campuran antara udara dan oksigen untuk kebutuhan klinis. Aliran udara berguna untuk pasien dengan gejala berat/kritis yang diindikasikan untuk menampilkan porsi oksigen yang dibutuhkan dari keseluruhan udara yang dibutuhkan guna mencapai sasaran terapeutik fraksi oksigen (FiO_2) yang dihirup. Fraksi oksigen adalah total presentase oksigen di paru-paru yang tersedia untuk pertukaran gas. Fraksi oksigen akan berubah selama perawatan dan berbeda-beda pada setiap pasien (WHO, 2020). FiO_2 merupakan salah satu perangkat keluaran HFNC yang berperan sebagai suatu wadah fraksi oksigen yang berasal dari perangkat pencampur gas (Prawara et al, 2020). Fraksi oksigen merupakan alat ukur yang digunakan untuk mendeteksi kandungan konsentrasi kadar oksigen dalam suatu gas keluaran disebut dengan *oxygen analyzer*. *Oxygen analyzer* berfungsi untuk mengukur kadar gas oksigen dalam satuan % yang mengukurnya diimplementasikan pada alat ventilator (Quasimah, 2020). Sedangkan *Flow* atau laju aliran merupakan unsur dominan yang mengatur konsentrasi CO_2 . Sistem ini dapat menginduksi pengurangan efek CO_2 pada faring sehingga meminimalisir penghirupan ulang CO_2 , mengurangi ruang mati dan meningkatkan ventilasi alveolar. Sehingga dapat meningkatkan saturasi oksigen dan menangani gagal napas akut (Burhan et al, 2021).

Konsentrasi CO_2 rata-rata menurun dengan meningkatnya laju aliran kanula, namun di atas 30 L/menit efek ini kurang terlihat (Moore et al, 2019).

Aliran yang tinggi melalui nasal kanul bisa sampai 60 liter/menit sehingga mampu menghasilkan udara yang hangat dan lembab pada HFNC serta membuang karbondioksida pada ruang anatomis yang sudah mati (Katarina, 2021).

2.5.2 Mekanisme Fraksi Oksigen (FiO_2) dan (*Flow*)

Menurut fisiologis, terdapat dissimilaritas antara aliran oksigen dan aliran inspirasi yang ditandai dengan ketidakstabilan dan perbedaan pola tiap tarikan napas. Pada tutup oksigen biasa akan tampak rongga-rongga untuk mencegah *rebreathing* agar fraksi oksigen yang masuk lebih rendah daripada dugaan alat. Pernapasan dengan posisi mulut terbuka akan menghasilkan fraksi oksigen lebih tinggi dibandingkan dengan posisi mulut tertutup. Namun fraksi oksigen pada individu yang menggunakan HFNC akan diberikan fraksi oksigen yang sudah ditentukan dibandingkan dengan sungkup muka (Katarina, 2021).

Mekanisme proses fraksi oksigen dan *Flow* menurut Rasyiid & Subardjah (2021) diawali dengan takaran penggabungan fraksi oksigen dengan kisaran antara udara ruangan 21% sampai oksigen murni 100%, masukan udara memakai blower sampai dapat menghisap udara ruangan, tentukan *flow* udara dari 10-60 L/menit, penyesuaian laju aliran dan kadar oksigen ditentukan menggunakan kontrol lalu tekan display layar untuk pengaturan otomatis. Sistem penggabungan fraksi oksigen dalam alat HFNC ialah berfungsi untuk menggabungkan udara dan oksigen lalu dialirkan ke ruang pelembab yang bertujuan agar dapat memberikan kenyamanan pada pasien. Sistem pencampuran dilakukan sebelum diberikan pada pasien.

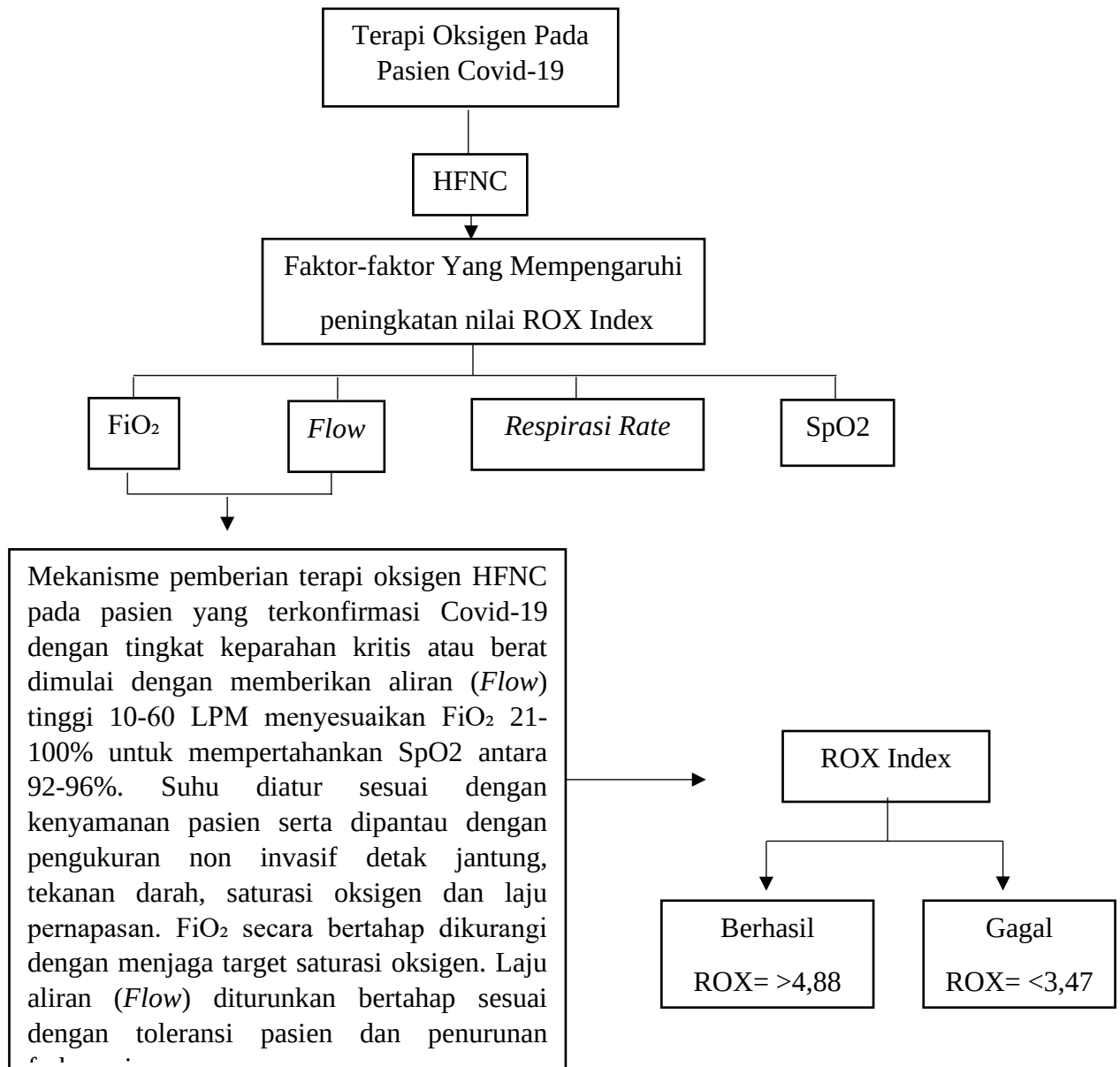
2.6 Kerangka Konseptual

Pemantauan nilai ROX index sebagai prediktor keberhasilan dan kegagalan terapi oksigenasi HFNC. Hal ini dapat dijadikan sebagai penilaian untuk mencegah kebutuhan intubasi yang memperburuk kondisi pasien (Sommeng dkk, 2021). Covid-19 dikaitkan dengan rendahnya kadar oksigen dalam darah karena virus menginfeksi eritrosit yang memiliki peran sebagai pengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh sehingga kemampuan oksigen dalam darah berkurang (Elahi, 2021).

Teori model keperawatan yang mendasari penggunaan terapi oksigen sebagai terapi farmakologis berupa pemberian *high flow nasal cannula* (HFNC) adalah teori yang dikemukakan oleh Burhan et al (2020) yaitu sebuah alat atau mesin terapi oksigen non-invasif yang diberikan pada pasien dengan tingkat keparahan berat atau kritis mencakup perangkat fraksi oksigen (FiO_2) dan aliran (*Flow*) untuk meningkatkan nilai ROX index. ROX index digunakan untuk prediktor keberhasilan dan kegagalan pemakaian HFNC Pasien Covid-19 dengan kategori gejala berat/kritis diberikan terapi oksigen untuk menurunkan resiko terjadinya kematian.

Bagan 2.6 Kerangka Konseptual

Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan ROX Index



Sumber: Burhan et al (2020)