

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Konsep Dasar Diaphragmatic Breathing Exercise**

##### **1 Defenisi *Diaphragmatic Breathing Exercise***

*Diaphragmatic Breathing Exercise* merupakan latihan pernafasan yang merelaksasikan otot-otot pernafasan saat melakukan inspirasi dalam. Pasien berkonsentrasi pada upaya mengembangkan diafragma selama melakukan inspirasi terkontrol (Imliah *et al.*, 2024) .

##### **2 Manfaat Latihan *Diaphragmatic Breathing Exercise***

Manfaat dari *diaphragmatic breathing exercise* meningkatkan fungsi dan ventilasi paru. Latihan ini digunakan untuk kasus gangguan bernapas karena penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) ringan, gangguan jantung, kanker, gangguan makan, sembelit, tekanan darah tinggi, migrain, stress dan kondisi kesehatan lainnya (Hamasaki, 2020).

##### **1 Faktor-Faktor Kontraindikasi *Diaphragmatic Breathing Exercise***

###### **a. *Dyspnea* Berat**

*Dyspnea* berat mengacu pada sesak napas yang sangat parah sehingga secara signifikan mengganggu aktivitas sehari-hari dan kualitas hidup pasien. *Dyspnea* atau sesak napas adalah gejala utama pada Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) dan sering kali menjadi indikator keparahan penyakit.

###### **b. Hiperinflasi Paru**

Hiperinflasi paru merupakan kondisi di mana paru-paru mengalami pengembangan berlebihan akibat terperangkapnya udara di dalam alveoli. Hal ini menyebabkan paru-paru tetap dalam keadaan lebih penuh bahkan setelah ekspirasi, sehingga mengganggu proses pernapasan yang normal.

c. Retensi Karbon Dioksida

Retensi karbon dioksida merupakan kondisi di mana tubuh gagal mengeluarkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) secara efektif, menyebabkan peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dalam darah (hiperkapnia).

d. Kelelahan Otot Pernapasan

Kelelahan otot pernapasan merupakan kondisi di mana otot-otot yang digunakan untuk bernapas, terutama diafragma dan otot interkostal, mengalami kelelahan akibat kerja berlebih dan tidak mampu mempertahankan fungsi ventilasi yang efektif.

e. Gangguan Pola Pernapasan

Gangguan pola pernapasan merupakan kondisi di mana seseorang mengalami perubahan dalam frekuensi, ritme, kedalaman, atau efektivitas pernapasan yang mengganggu pertukaran oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh. Gangguan ini dapat terjadi akibat penyakit paru, gangguan neurologis, kondisi metabolik, atau faktor psikologis (Irawati, 2022).

#### 4. Pelaksanaan Prosedur *Diaphragmatic Breathing Exercise*

Standar operasional prosedur *diaphragmatic breathing exercise*, yaitu:

a. Tahap Pra Interaksi

Pada tahap pra interaksi mengidentifikasi kesiapan klien, serta perasaan klien, minta klien mempersiapkan kata-kata yang diyakini, ciptakan lingkungan yang nyaman di sekitar pasien dan melakukan kontrak kepada pasien.

b. Persiapan alat

Alat-alat yang diperlukan ketika tindakan yaitu, jam tangan untuk mengetahui waktu ketika melakukan tindakan, catatan perkembangan pasien untuk mengetahui saturasi oksigen sebelum dan sesudah penerapan *diaphragmatic breathing exercise*, buku kecil dan alat tulis.

c. Tahap Orientasi

Sebelum melakukan tindakan sebaiknya memberikan salam dan memperkenalkan diri kepada klien yang bertujuan untuk membangun

hubungan saling percaya, setelah itu menjelaskan tujuan dan prosedur *diaphragmatic breathing exercise*, dan menanyakan ketersediaan klien untuk melakukan tindakan.

d. Tahap Kerja

1. Mencuci tangan 6 langkah
2. Mengatur posisi yang dirasa enak oleh klien (semi fowler), punggung atau kepala diberi bantal atau posisi supine.
3. Menganjurkan klien meletakkan satu tangan di dada dan satu tangan di abdomen.
4. Melatih pasien melakukan pernapasan perut (memerintahkan klien menarik napas dalam melalui hidung dengan mulut ditutup hingga 3 hitungan) dan menganjurkan klien tetap rileks, jangan melengkungkan punggung dan konsentrasi pada pengembangan abdomen sejauh yang dapat dilakukan. Meminta klien menahan napas hingga 3 hitungan.
5. Memerintahkan klien untuk mengerutkan bibir dan mengeluarkan udara dengan pelan dan tenang hingga 3 hitungan.
6. Menganjurkan klien merasakan mengempisnya abdomen dan kontraksi otot.

e. Tahap Terminasi

Setelah pemberian terapi *diaphragmatic breathing exercise* tanyakan perasaan klien lakukan observasi setelah tindakan, evaluasi kegiatan, lakukan kontrak untuk intervensi selanjutnya, dokumentasikan hasil intervensi dan ucapkan salam.

## **B. Konsep Pola Nafas Tidak Efektif**

### **1. Defenisi Pola Nafas Tidak Efektif**

Pola napas tidak efektif adalah suatu keadaan dimana inspirasi dan atau ekspirasi yang tidak memberikan ventilasi yang adekuat (PPNI, 2017).

Pola napas tidak efektif dapat terjadi pada pasien dewasa maupun anak-anak, di mana gangguan sistem pernapasan seperti obstruksi, infeksi saluran napas, emfisema, dan bronkitis kronis dapat menghambat proses pertukaran gas di paru (Ragil *et al.*, 2023).

## 2. Penyebab Terjadinya Pola Nafas Tidak Efektif

Pola napas tidak efektif dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

- a. Depresi pusat pernapasan
- b. Hambatan upaya napas (mis. Nyeri saat bernapas, kelemahan otot pernapasan)
- c. Deformitas dinding dada
- d. Deformitas tulang dada
- e. Gangguan neuromuskuler
- f. Gangguan neurologis (mis. EEG positif, cedera kepala, gangguan kejang)
- g. Imaturitas neurologis
- h. Penurunan energi
- i. Obesitas
- j. Posisi tubuh yang menghambat ekspansi paru
- k. Sindrom hipoventilasi
- l. Kerusakan inervasi diafragma (kerusakan saraf C5 ke atas)
- m. Cedera pada medulla spinalis
- n. Efek agen farmakologis
- o. Kecemasan (PPNI, 2017)

## 3. Tanda Dan Gejala Pola Napas Tidak Efektif

Pola napas tidak efektif terdiri dari tanda dan gejala mayor serta tanda dan gejala minor yaitu:

Gejala dan Tanda Mayor

- a. Subjektif: dispnea.
- a. Objektif: penggunaan otot bantu pernapasan, fase ekspirasi memanjang, pola napas abnormal

Gejala dan Tanda Minor

- a. Subjektif: ortopnea.
- b. Objektif: pernapasan *pursed-lip*, pernapasan cuping hidung, diameter thoraks anterior-posterior meningkat, ventilasi semenit menurun, kapasitas vital menurun, tekanan ekspirasi menurun, tekanan inspirasi menurun, ekskursi dada berubah (PPNI, 2017).

Pola napas tidak efektif sering ditemukan pada pasien dengan gangguan pernapasan seperti PPOK. Tanda utamanya adalah sesak napas yang disertai peningkatan frekuensi napas lebih dari 20 kali per menit sebagai upaya tubuh memenuhi kebutuhan oksigen (Dewi & Handayani, 2021).

## **C. Konsep Dasar Saturasi Oksigen**

### **1. Defenisi Saturasi Oksigen**

Saturasi oksigen adalah persentase oksigen yang terikat hemoglobin dalam darah arteri. Secara normal, 97% oksigen dibawa hemoglobin dan 3% oleh plasma. Nilai saturasi normal 95–100%, sedangkan di bawah 85% menandakan suplai oksigen ke jaringan tidak cukup. Faktor yang memengaruhi saturasi antara lain ventilasi, kecepatan difusi, dan kapasitas hemoglobin. Pada pasien PPOK, saturasi dapat turun hingga 85%, memicu hipoksemia, hipoksia, sianosis, gangguan konsentrasi, dan perubahan mood. Upaya peningkatan oksigen bisa dilakukan melalui terapi oksigen (oksimetri) dan latihan pernapasan.

Hipoksemia adalah suatu keadaan yang menggambarkan terjadinya penurunan saturasi oksigen arteri dibawah normal. Tingkat atau level dari hipoksemia adalah:

1. Normal (95–100%) Fungsi paru normal, oksigenasi adekuat.
2. Hipoksemia Ringan (90–94%) Mulai terjadi gangguan oksigenasi, perlu pemantauan
3. Hipoksemia Sedang (85–89%) Dapat menyebabkan hipoksia jaringan, intervensi oksigen mungkin diperlukan.
4. Hipoksemia Berat (<85%) Hipoksia berat, memerlukan oksigen suplementasi segera.

### **2. Penyebab Penurunan Saturasi Oksigen Pada PPOK**

Penurunan saturasi oksigen pada PPOK disebabkan oleh penumpukan lendir akibat peradangan kronis saluran napas, yang menyebabkan penyempitan dan kolaps saluran napas halus. Kerusakan alveolus membuat paru kehilangan elastisitas, mengurangi luas permukaan pertukaran gas, sehingga oksigen sulit masuk dan CO<sub>2</sub> sulit keluar. Akibatnya, CO<sub>2</sub> menumpuk dan meningkatkan

PCO<sub>2</sub>, sementara PO<sub>2</sub> menurun, yang akhirnya menyebabkan perfusi oksigen berkurang dan saturasi oksigen menurun.

### 3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Saturasi Oksigen Pada PPOK

#### a. pH

Asam Basa, normal PH darah adalah 7,35 – 7,45. Asam basa dalam darah mempengaruhi pergeseran kurva disosiasi oksihemoglobin. Keadaan asidosis (PH rendah) mengakibatkan afinitas Hb terhadap O<sub>2</sub> menurun sebaliknya alkalosis (PH tinggi) mengakibatkan afinitas Hb terhadap O<sub>2</sub> meningkat. Pada kurva disosiasi hemoglobin-oksigen, bila darah menjadi sedikit asam, dengan terjadinya penurunan pH dari normal 7,4 menjadi 7,2 menandakan terjadinya pergeseran rata-rata 15% ke kanan.

#### b. PCO<sub>2</sub>

Peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dan ion hidrogen dalam darah berperan penting dalam mempercepat pelepasan oksigen dari hemoglobin ke jaringan, sekaligus membantu proses oksigenasi di paru-paru. Semakin tinggi tekanan PCO<sub>2</sub>, makin mudah oksigen terlepas dari hemoglobin. Selain itu, jumlah karbon dioksida dalam paru menjadi faktor utama dalam menjaga keseimbangan asam basa tubuh. Secara normal, sekitar 6% karbon dioksida vena dibuang saat ekspirasi di paru, sementara sisanya tetap berada di arteri menjaga tekanan PCO<sub>2</sub> sekitar 40 mmHg. Sebanyak 90% CO<sub>2</sub> masuk ke dalam sel darah merah dan membentuk senyawa bikarbonat, sedangkan 5% larut dalam plasma sebagai PCO<sub>2</sub>, yang berperan penting mengatur pergerakan CO<sub>2</sub> keluar-masuk darah sesuai kebutuhan tubuh.

#### c. Kadar Hb

Hemoglobin memegang peranan penting dalam fungsi transport oksigen dalam darah, oksigen dibawa oleh aliran darah ke jaringan sel-sel tubuh, termasuk sel-sel otot jantung. Pengangkutan oksigen ini dimaksudkan untuk menunjang proses metabolisme. Pada keadaan normal, satu gram Hb dapat mengikat 1,34 ml oksigen. Pada tingkat jaringan, oksigen akan melepaskan diri dari Hb untuk keperluan metabolisme sebanyak 25%.

d. Merokok

Saturasi oksigen perifer yang diukur menggunakan oksimetri nadi, memberikan responden dengan derajat merokok ringan memiliki saturasi oksigen berkisar 98- 100%, responden dengan derajat merokok sedang memiliki saturasi oksigen 97-98% sedangkan responden dengan derajat merokok berat memiliki saturasi oksigen 95-97%. Responden terbanyak adalah perokok derajat ringan (63,33%) dengan saturasi oksigen rata-rata 98,37. Perokok derajat ringan, sedang dan berat memiliki saturasi oksigen rata-rata 97,97. Seluruh responden masih termasuk kategori saturasi oksigen baik (100%).

#### **4. Tanda Dan Gejala Penurunan Saturasi Oksigen Pada PPOK**

Pada pasien PPOK, sianosis menjadi salah satu tanda khas penurunan saturasi oksigen, ditandai dengan warna kebiruan pada kulit dan selaput lendir akibat peningkatan kadar hemoglobin tereduksi, yaitu hemoglobin yang tidak berikatan dengan oksigen. Terdapat dua jenis sianosis, yaitu sianosis sentral dan perifer. Sianosis sentral disebabkan oleh gangguan oksigenasi di paru, umumnya terlihat di wajah, bibir, cuping telinga, dan bawah lidah. Kondisi ini muncul saat Hb tereduksi mencapai  $\geq 5$  g/100 ml dengan saturasi oksigen di bawah 90%. Selain itu, sianosis perifer terjadi bila aliran darah berkurang, seperti akibat gagal jantung, sumbatan pembuluh darah, atau vasokonstriksi karena suhu dingin, sehingga menyebabkan bagian tubuh tertentu tampak kebiruan. Kedua jenis sianosis ini menjadi indikator penting dalam mendeteksi gangguan perfusi oksigen dan risiko hipoksemia pada pasien PPOK.

#### **5. Pengukuran Saturasi Oksigen**

Pengukuran saturasi oksigen dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Analisis gas darah (AGD)

Analisis gas darah (AGD) merupakan pemeriksaan laboratorium invasif yang berfungsi untuk menilai kemampuan paru dalam menyediakan oksigen bagi tubuh, mengeluarkan karbon dioksida, serta mengevaluasi status metabolik dan keseimbangan asam basa pasien. Pemeriksaan ini sangat

penting dilakukan pada pasien dengan gangguan pernapasan, karena dapat menunjukkan nilai pH darah, tekanan oksigen arteri ( $\text{PaO}_2$ ), dan tekanan karbon dioksida arteri ( $\text{PaCO}_2$ ). Tekanan oksigen arteri mencerminkan derajat oksigenasi darah, sedangkan tekanan karbon dioksida menunjukkan efektivitas ventilasi alveolar. AGD biasanya dilakukan dengan pengambilan sampel darah dari arteri radialis, brakialis, atau femoralis. Hasil AGD membantu tenaga medis menentukan penanganan lebih lanjut, termasuk kebutuhan terapi oksigen atau intervensi ventilasi.

## 2. *Pulse oximetry*

Saturasi oksigen dapat dipantau menggunakan *Pulse Oximetry*, metode non-invasif yang efektif mendeteksi perubahan kecil maupun mendadak pada kadar oksigen darah. Alat ini mudah digunakan, terjangkau, dan umum dipasang di jari tangan atau kaki. Dengan akurasi sekitar 95%, *Pulse Oximetry* menjadi alat penting di ruang perawatan. Dalam penelitian ini, alat ini dipilih karena praktis, murah, dan efektif memantau perubahan saturasi oksigen (Pipit dkk., 2024).

## **D. Konsep Dasar Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)**

### **1. Defenisi PPOK**

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) adalah penyakit paru yang umum, dapat dicegah, dan diobati, ditandai dengan pembatasan aliran udara yang bersifat progresif serta kerusakan jaringan paru. Kondisi ini berkaitan dengan perubahan struktural paru akibat peradangan kronis yang dipicu oleh paparan jangka panjang terhadap partikel atau gas berbahaya, terutama asap rokok. Selain itu, eksaserbasi berulang dan adanya penyakit penyerta turut memperburuk kondisi klinis pasien. PPOK ditandai oleh peningkatan respons inflamasi kronis di saluran pernapasan dan paru, yang menyebabkan gangguan ventilasi, penurunan kapasitas paru, serta membatasi aktivitas fisik pasien seiring waktu.

## 2. Klasifikasi Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)

### a. PPOK Dini

PPOK dini merujuk pada tahap awal terjadinya penyakit, namun penentuannya cukup sulit karena prosesnya berkembang perlahan. Secara klinis, PPOK dini ditandai saat mulai muncul keluhan, gangguan fungsi, atau perubahan struktur paru. Sementara secara biologis, PPOK dini mengacu pada mekanisme awal yang memicu timbulnya penyakit, dan definisi ini dianggap lebih tepat untuk menggambarkan awal proses terjadinya PPOK.

### b. PPOK Ringan

Beberapa penelitian menggunakan obstruksi derajat ringan sebagai penanda tahap awal PPOK, namun hal ini kurang tepat. Tidak semua pasien memulai dari fungsi paru normal, karena sebagian bisa langsung mengalami obstruksi berat. Oleh sebab itu, istilah "ringan" sebaiknya hanya digunakan untuk menggambarkan derajat obstruksi berdasarkan hasil spirometri, bukan sebagai penentu tahap awal PPOK.

### c. PPOK Pada Usia Muda

PPOK pada usia muda terjadi pada individu usia 20–50 tahun yang umumnya tidak mencapai fungsi paru optimal atau mengalami penurunan cepat setelah puncaknya. Pada usia ini, kelainan paru sering signifikan namun kerap tidak terdiagnosis. Beberapa pasien memiliki riwayat gangguan pernapasan di masa kecil atau keluarga, menunjukkan PPOK dapat mulai berkembang sejak kanak-kanak.

### d. Pra-PPOK

Istilah ini digunakan untuk menggambarkan individu yang mengalami keluhan pernapasan atau kelainan struktural dan fungsional paru, meskipun hasil spirometri masih normal. Meski belum tampak obstruksi, individu dalam kategori ini berisiko mengalami PPOK persisten di kemudian hari, sehingga diperlukan pemantauan dan penelitian lanjutan untuk mendeteksi perkembangan penyakit lebih awal.

### e. PRISM (*Preserved Ratio, Impaired Spirometry*)

PRISM merupakan kondisi gangguan paru di mana rasio VEP1/KVP tetap normal (>70% setelah bronkodilator), namun nilai VEP1 dan/atau KVP

menurun di bawah 80%. Kondisi ini banyak ditemukan pada perokok, mantan perokok, serta individu dengan indeks massa tubuh sangat tinggi atau sangat rendah. PRISm diketahui berisiko berkembang menjadi obstruksi jalan napas seiring waktu dan berkaitan dengan peningkatan angka kematian di masa mendatang. Meski demikian, PRISm bukanlah kondisi tetap, karena pada beberapa individu dapat membaik atau justru memburuk menjadi PPOK.

### **3. Faktor Risiko dan Penyebab PPOK**

Berbagai faktor yang terkait dengan risiko munculnya PPOK hingga saat ini antara lain:

#### **a. Rokok**

Merokok merupakan faktor utama penyebab PPOK, jauh lebih signifikan dibanding faktor lain. Risiko PPOK dipengaruhi jumlah rokok, usia mulai merokok, durasi, dan total konsumsi rokok per tahun. Selain perokok aktif, perokok pasif juga berisiko mengalami gangguan paru akibat paparan asap rokok. Merokok saat hamil dapat mengganggu perkembangan paru janin dan menurunkan daya tahan tubuh bayi. WHO memprediksi kematian akibat rokok mencapai 8,3 juta jiwa per tahun pada 2030.

#### **b. Polusi Udara**

Polusi udara terdiri dari berbagai partikel dan gas yang dapat memicu PPOK, tergantung jenis dan ukurannya. Polusi dibagi menjadi tiga, yaitu polusi dalam ruangan (asap rokok, debu, asap kompor), polusi luar ruangan (gas kendaraan, debu jalan), dan polusi di tempat kerja (bahan kimia dan gas beracun). Ketiganya berisiko merusak saluran napas dan paru-paru.

#### **c. Infeksi Saluran Napas Bawah Berulang**

Infeksi virus dan bakteri punya peran besar dalam memperburuk dan mempercepat perkembangan PPOK. Bakteri yang menetap di saluran napas bisa menyebabkan peradangan dan memicu eksaserbasi berulang. Selain itu, infeksi pernapasan berat saat masa kanak-kanak berisiko menurunkan fungsi paru di usia dewasa. Kondisi ini makin diperburuk kalau sejak kecil sering sakit berat, lahir dengan berat badan rendah, atau punya riwayat TBC, karena semua

itu bisa meningkatkan risiko obstruksi saluran napas dan perkembangan PPOK di kemudian hari.

d. Tumbuh Kembang Paru

Pertumbuhan paru-paru dipengaruhi oleh proses sejak kehamilan, persalinan, hingga masa kanak-kanak. Merokok saat hamil bisa menghambat perkembangan paru janin, melemahkan sistem kekebalan tubuh, dan memicu perubahan genetik yang berdampak jangka panjang. Penurunan fungsi paru yang berlangsung cepat sejak usia muda jadi salah satu faktor risiko terjadinya PPOK di kemudian hari. Beberapa studi, termasuk meta-analisis, juga menunjukkan bahwa berat lahir rendah berhubungan dengan rendahnya nilai VEPI saat anak tumbuh besar, yang bisa meningkatkan risiko gangguan paru di usia dewasa.

e. Genetik

PPOK termasuk penyakit yang dipengaruhi gen dan lingkungan. Salah satu faktor genetiknya adalah mutasi gen SERPINA-1 yang menyebabkan kekurangan  $\alpha$ -1 antitripsin, meski kasusnya jarang dan lebih sering ditemukan di Eropa Utara. Kondisi ini biasanya muncul di usia muda dengan gejala emfisema dan penurunan fungsi paru, baik pada perokok maupun bukan. Meski hanya sebagian kecil populasi yang mengalami, kasus ini jadi contoh jelas interaksi genetik dan lingkungan dalam terjadinya PPOK.

f. Jenis Kelamin

Hingga saat ini, hubungan antara gender dan kejadian PPOK masih belum sepenuhnya jelas. Dulu, kasus PPOK lebih banyak ditemukan pada pria, tapi sekarang jumlahnya hampir seimbang karena makin banyak wanita yang merokok. Penelitian Torres dkk menemukan bahwa pria dan wanita perokok dengan PPOK memiliki perbedaan kadar biomarker plasma, seperti IL-6, IL-16, dan VEGF, yang berhubungan dengan tingkat keparahan emfisema. Selain itu, gejala PPOK pada wanita cenderung lebih berat dibanding pria, sehingga perbedaan gender tetap perlu diperhatikan dalam penanganan PPOK.

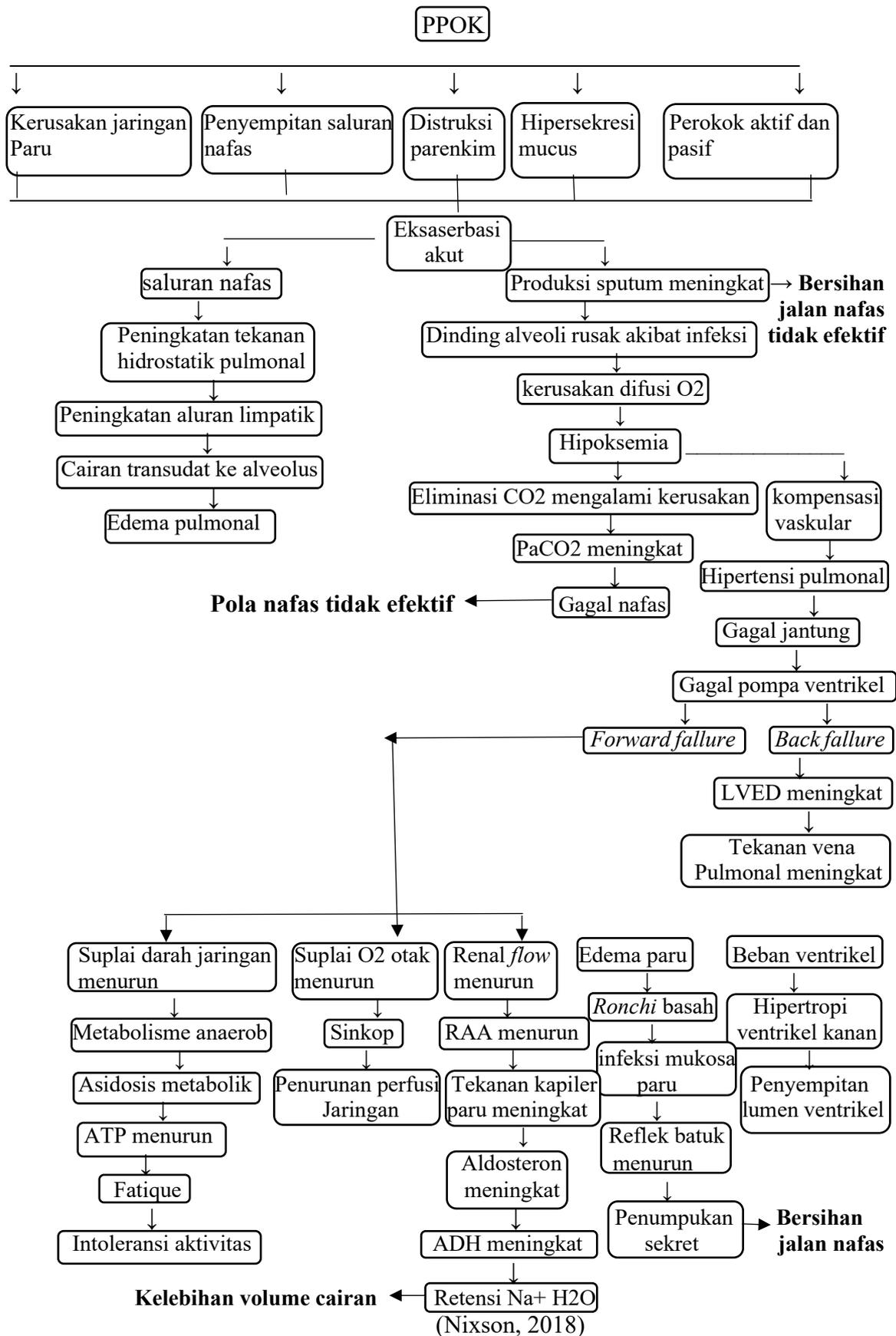
#### **4. Tanda Dan Gejala PPOK**

Pasien dengan PPOK umumnya mengalami batuk yang lebih sering terjadi pada pagi hari, meskipun biasanya hanya menghasilkan sedikit dahak yang tidak berwarna. Selain itu, sesak napas menjadi keluhan utama akibat hipersekresi sputum, disertai bunyi napas wheezing yang timbul saat terjadi eksaserbasi, terutama karena infeksi. Suara napas ronkhi juga dapat muncul akibat penumpukan sekret di saluran pernapasan dan paru. Ketika beraktivitas, pasien sering mengalami takipnea, napas cepat, serta menggunakan otot bantu pernapasan seperti otot leher dan dada. Pada kondisi yang lebih berat, dapat ditemukan sianosis atau perubahan warna kebiruan pada kulit akibat menurunnya kadar oksigen dalam tubuh (Evodius, 2024).

#### **5. Patofisiologi PPOK**

Metaplasia mukosa merupakan suatu proses saat lendir berlebih diproduksi sebagai respons terhadap adanya inflamasi yang merupakan dasar patologis tuberkulosis kronis. Peningkatan produksi mukus disebabkan oleh kelebihan produksi dan hipersekresi sel goblet, serta melemahnya kemampuan mengeluarkan mukus. Hasil sekresi lendir yang berlebihan dari paparan asap rokok, infeksi virus akut dan kronis, infeksi bakteri, atau aktivasi transkripsi gen musin dalam sel inflamasi melalui aktivasi reseptor faktor pertumbuhan epidermal. Hal ini menyebabkan kelebihan produksi dan hipersekresi lendir karena peningkatan degranulasi elastase yang dimediasi neutrofil. Hal ini diperparah dengan kesulitan membersihkan sekret karena gangguan fungsi silia, obstruksi jalan napas distal, dan batuk yang tidak efektif akibat kelemahan otot pernapasan yang mengurangi aliran puncak ekspirasi. Akumulasi komponen inflamasi ini meningkatkan kerusakan paru-paru. Mobilisasi sel-sel inflamasi di paru-paru menghasilkan pelepasan mediator yang kuat dari kerusakan jaringan paru-paru, termasuk protease dan sitokin, yang secara langsung berkontribusi pada remodelling dan penghancuran jaringan. Respons inflamasi umum menyebabkan sel endotel dan epitel vaskular mengaktifkan sitokin proinflamasi, kemokin, dan mediator lainnya (Puspasari, 2019).

Tabel 2 Pathway PPOK



## 7. Penanganan PPOK

Penatalaksanaan PPOK dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu penatalaksanaan farmakologi dan juga penatalaksanaan pada non-farmakologi.

### a. Penatalaksanaan Farmakologi

#### 1. Bronkodilator

Beta2-agonis inhalasi kerja pendek, dengan atau tanpa antikolinergik kerja pendek, merupakan bronkodilator awal untuk pengobatan akut PPOK. Disarankan bahwa pasien tidak menerima nebulisasi terus menerus, tetapi menggunakan inhaler MDI satu atau dua isapan setiap satu jam untuk dua atau tiga dosis dan kemudian setiap 2-4 jam berdasarkan respons pasien. Meskipun demikian, tidak ada studi klinis yang telah mengevaluasi penggunaan bronkodilator kerja panjang yang dihirup (baik beta2-agonis atau antikolinergik atau kombinasi) dengan atau tanpa ICS selama eksaserbasi, kami sarankan untuk melanjutkan perawatan ini selama eksaserbasi atau memulai pengobatan ini sesegera mungkin sebelum keluar dari rumah sakit. Metilxantin intravena (teofilin atau aminofilin) tidak direkomendasikan untuk digunakan pada pasien ini karena efek samping yang signifikan.

#### 2. Glukokortikoid

Data dari penelitian (sebagian besar berbasis rumah sakit) menunjukkan bahwa glukokortikoid sistemik pada eksaserbasi PPOK memperpendek waktu pemulihan dan meningkatkan fungsi paru (FEV1). Obat ini juga meningkatkan oksigenasi, mengurangi kegagalan pengobatan, dan mengurangi resiko kambuh.

#### 3. Antibiotik

Antibiotik harus diberikan pada pasien dengan eksaserbasi PPOK yang memiliki tiga gejala utama: peningkatan dispnea, volume dahak, dan purulensi dahak; memiliki dua dari gejala utama, jika meningkat purulensi sputum adalah salah satu dari dua gejala tersebut; atau memerlukan ventilasi mekanis (invasif atau noninvasif). Analisis metanalisis menunjukkan bahwa  $\leq 5$  hari pengobatan antibiotik memiliki kemanjuran klinis dan bakteriologis yang sama dengan pengobatan konvensional yang lebih lama pada pasien rawat jalan dengan eksaserbasi PPOK (Venkatesan, 2023).

b. Penatalaksanaan Non-Farmakologi

Penatalaksanaan non farmakologis pada pasien PPOK, seperti penghentian merokok, latihan fisik, kepatuhan pengobatan, ketepatan penggunaan inhaler, vaksinasi, dan rehabilitasi paru, guna mendukung keberhasilan penatalaksanaan farmakologis (Paru *et al.*, 2020).