

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar Asma

1. Pengertian asma

Asma adalah penyakit heterogen yang biasanya menunjukkan karakteristik peradangan kronik saluran napas. Gejala penyakit ini antara lain riwayat gejala pernapasan seperti mengi, sesak napas, dada terasa berat, dan batuk yang durasi dan intensitasnya bervariasi, serta berbagai jenis hambatan aliran udara ekspirasi (PDPI, 2019). Asma adalah gangguan inflamasi kronis pada saluran napas yang ditandai dengan mengi, sesak napas, kekakuan dada dan batuk berulang yang berhubungan dengan hiperresponsif, keterbatasan aliran udara reversibel dan gejala pernapasan (LeMone et al., 2018). Asma merupakan penyakit obstruksi saluran pernapasan, dimana trakea dan bronkus bereaksi sangat aktif terhadap rangsangan tertentu yang sering diderita oleh anak-anak, orang dewasa, maupun para lanjut usia (Nursalam dkk., 2015).

Berdasarkan uraian diatas disimpulkan bahwa asma adalah kelainan berupa hiperresponsif saluran pernapasan yang disebabkan oleh inflamasi kronis pada saluran pernapasan sehingga menimbulkan gejala berulang seperti mengi, sesak napas, dada terasa sesak, dan batuk, terutama pada malam hari dan/atau dini hari.

2. Faktor pencetus asma

Menurut Sunaryanti, dkk (2022) ada beberapa faktor pencetus asma yaitu :

a. Alergen

Alergen ialah suatu bahan penyebab alergi. Dimana ini dibagi menjadi tiga, yaitu:

- 1) Inhalan, yang masuk melalui saluran pernapasan seperti debu, bulu binatang, serbuk bunga, bakteri, polusi.
- 2) Ingestan, yang masuk melalui mulut seperti makanan dan obat-obatan.
- 3) Kontak, yang masuk melalui kontak dengan kulit seperti perhiasan, logam dan jam tangan (Sunaryanti dkk., 2022).

b. Infeksi saluran pernapasan

Serangan asma dapat disebabkan oleh infeksi saluran pernapasan. Penyakit seperti batuk, pilek, dan demam dapat menyebabkan inflamasi sehingga dapat meningkatkan hiperresponsif pada sistem bronkial (Manese dkk., 2021).

c. Perubahan cuaca

Cuaca lembab dan udara dingin sering kali mempengaruhi asma, perubahan iklim dapat menyebabkan serangan asma. Terkadang serangan berhubungan dengan asma seperti musim hujan, musim bunga, musim kemarau. Hal ini berkaitan dengan angin, serbuk sari dan debu. Perubahan tekanan dan suhu memperburuk asma bronkial, sesak napas dan pengeluaran lendir yang berlebihan terjadi ketika kelembaban tinggi, hujan, dan selama musim dingin (Manese dkk., 2021).

d. Lingkungan kerja

Hal ini mempunyai hubungan langsung dengan penyebab asma yang dideritanya, yaitu berkaitan dengan tempat kerjanya. Misalnya saja masyarakat yang bekerja di pabrik kayu dan polisi lalu lintas. Gejala ini akan membaik saat libur (Sunaryanti dkk., 2022).

e. Olahraga

Kebanyakan penderita asma akan mengalami serangan asma ketika melakukan aktivitas berat atau berat. Serangan asma akibat olahraga sering kali

terjadi segera setelah aktivitas berakhir. Berlari cepat adalah olahraga yang dapat memicu serangan asma (Sunaryanti dkk., 2022).

f. Stress

Gangguan emosional dapat memicu serangan asma, namun juga dapat memperburuk serangan asma yang sudah ada. Selain gejala asma, penderita asma yang mengalami stres memerlukan pengobatan dan konseling segera untuk mengatasi masalahnya (Sunaryanti dkk., 2022).

3. Patofisiologi asma

Serangan asma dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu faktor ekstrinsik (allergen) dan intrinsik (idopatik). Faktor ekstrinsik (allergen) biasanya berkaitan dengan adanya riwayat alergi dari keluarga atau individu seperti alergi terhadap protein, serbuk sari, bulu halus, binatang dan debu sedangkan faktor intrinsik (idopatik) seperti flu, latihan fisik atau emosi sering memicu serangan asma. Asma bisa kambuh ketika usia 40 tahun ke atas yang pernah menderita infeksi sinus/cabang trakeobronchial (Sunaryanti dkk., 2022).

Faktor allergen biasanya menimbulkan reaksi berupa edema lokal pada dinding bronkiolus kecil maupun sekresi mukus yang kental ke dalam lumen bronkiolus dan spasme otot polos bronkiolus. Ketika masuknya allergen menimbulkan pencetus dalam tubuh yang merangsang sel plasma yang membentuk antibodi lainnya untuk dapat menghasilkan antibodi IgE (Imunoglobulin E) abnormal dalam jumlah besar. Antibodi ini berikatan dengan sel mast yang terdapat dalam interstisial paru yang berhubungan erat dengan bronkiolus dan bronkus kecil. Ketika seseorang menghirup allergen, maka akan terjadi fase sensitisasi di mana antibody IgE meningkat. Antibodi IgE kemudian berikatan dengan allergen yang terikat pada

sel mast, menyebabkan sel tersebut bergranulasi dan melepaskan berbagai mediator seperti histamin, leukotrien, faktor kemotaktik eosinofil, prostaglandin, bradikinin, dan sitokonin. Hal ini akan menimbulkan efek edema lokal pada dinding bronkiolus sehingga menyebabkan inflamasi saluran napas. Spasme bronkus yang terjadi adalah respons terhadap mediator sel mast terutama histamine yang bekerja langsung pada otot polos bronkus (Guyton and Hall, 2014).

Histamin merangsang membran mukosa untuk mengeluarkan terlalu banyak mukus dan kemudian mempersempit lumen bronkus. Sel goblet mengeluarkan mukus yang sangat lengket sehingga sulit dikeluarkan, menyebabkan pasien semakin sering batuk, mengeluarkan suara ronki dan mengi yang bernada tinggi dan mengalami distres pernapasan yang semakin parah. Pada saat inspirasi, lumen bronkus yang sempit dapat sedikit melebar sehingga udara dapat masuk ke dalam alveoli. Pada saat ekspirasi, peningkatan tekanan intratoraks menyebabkan penutupan lumen bronkial sepenuhnya sehingga udara bisa masuk tapi tidak bisa keluar. Dada pasien akan mengembang dan menyerupai tong sehingga dinamakan dada tong (barrel chest), sedangkan pada perkusi dada, didapatkan bunyi hipersonor (hiperesonon). Mukus akan mengisi bagian dasar paru dan menghalangi ventilasi alveolar. Darah dipintas ke dalam alveoli pada bagian paru yang lain tetapi pemintasan ini masih tidak mampu mengimbangi penurunan ventilasi. Hiperventilasi dipicu oleh reseptor di paru-paru untuk meningkatkan volume paru-paru dan disebabkan oleh udara yang terperangkap dan menyumbat saluran napas. Tekanan gas intrapleural dan alveoli meningkat dan peningkatan ini menyebabkan penurunan perfusi pada alveoli paru. Tekanan gas alveolar meningkat, ventilasi dan perfusi menurun, menyebabkan rasio ventilasi-perfusi yang tidak merata dan tidak

cocok di berbagai segmen paru. Hipoksia menyebabkan hiperventilasi akibat rangsangan pada pusat pernapasan, yang kemudian menurunkan tekanan parsial karbon dioksida arteri (PaCO_2) dan meningkatkan pH sehingga menyebabkan alkalosis respiratorik. Ketika obstruksi jalan napas menjadi lebih parah, semakin banyak alveoli paru yang terhambat. Ventilasi dan perfusi tetap tidak memadai dan terjadi retensi karbon dioksida. Akibatnya akan terjadi asidosis respiratorik dan akhirnya pasien mengalami gagal napas (Kowalak et al., 2018).

Pada asma idiopatik atau nonalergik, ketika ujung saraf pada jalan napas dirangsang oleh faktor seperti infeksi, latihan, dingin, merokok, emosi dan polutan, jumlah asetilkolin yang dilepaskan meningkat. Pelepasan asetilkolin ini secara langsung menyebabkan bronkokonstriksi juga merangsang pembentukan mediator kimiawi. Individu dengan asma dapat mempunyai toleransi rendah terhadap respon parasimpatis (Sunaryanti dkk., 2022).

4. Gejala klinis asma

Ketika obstruksi aliran udara ekspirasi terjadi, banyak gejala dan tanda muncul yang dapat menunjukkan beratnya serangan asma. Menurut Rai & Artana (2016) gejala klinik asma adalah *wheezing*/mengi, batuk dan *dyspnea*. *Wheezing*/mengi paling sering terjadi pada serangan asma akut adalah suara yang disebabkan oleh turbulensi aliran gas melalui saluran napas yang sempit. Jika obstruksinya lebih parah, *wheezing* akan lebih terasa dan terdengar selama fase awal ekspirasi. Ekspirasi yang dipaksa dapat menimbulkan suara *wheezing* yang tidak terdengar selama bernapas tenang. Adanya suara *wheezing* yang terjadi berulang dan terus menerus mungkin disebabkan oleh obstruksi fokal saluran napas, misalnya menyempitnya bronkus karena aspirasi benda asing atau karena

neoplasma. Karakteristik batuk pada asma dari nonproduktif hingga produktif dengan jumlah sputum yang banyak yang berjenis mukoid dan seringkali sangat kuat. Eosinofil dan debris lainnya menyebabkan sputum menjadi berwarna kuning, menetap bahkan tanpa adanya infeksi. *Dyspnea* cenderung bervariasi, tergantung pada tingkat keparahan obstruksi aliran udara ekspirasi. Ketika obstruksi saluran napas berat, terdapat air tapping (udara yang terperangkap) mungkin adalah gejala utama, dan pasien seringkali ingin segera duduk untuk membantu agar bernapas lebih mudah. Pada penderita asma, rasa ketidaknyamanan di daerah dada dan sesak (sensasi karena tidak bisa menghirup udara dengan penuh) sering menyertai *dyspnea* dan dapat menyerupai angina pectoris (Rai & Artana, 2016).

5. Klasifikasi asma

Tabel 1
Klasifikasi derajat berat asma berdasarkan gambaran klinis

Derajat Asma	Gejala	Gejala Malam	Faal paru
1	2	3	4
I. Intermiten			
	• Gejala 1x/minggu • Tanpa gejala di luar serangan • Serangan singkat	• < 2 kali sebulan	• $APE \geq 80\%$ • $VEP1 \geq 80\%$ nilai prediksi • $APE \geq 80\%$ nilai terbaik • Variabiliti $APE < 20\%$
II. Persisten Ringan			
	• Gejala 1x/minggu, tetapi < 1x/hari • Serangan dapat mengganggu aktivitas dan tidur	• > 2 kali sebulan	• $APE > 80\%$ • $VEP1 \geq 80\%$ nilai prediksi • $APE \geq 80\%$ nilai terbaik • Variabiliti APE 20-30%

	1	2	3	4
III. Persisten Sedang				
	• Gejala setiap hari • Serangan mengganggu aktivitas dan tidur • Membutuhkan bronkodilator setiap hari	• Harian • > 1x / minggu	• APE 60 – 80% • VEP1 60-80% nilai prediksi • APE 60-80% nilai terbaik • Variabiliti APE > 30%	
IV. Persisten Berat				
	• Gejala terus menerus • Sering kambuh • Aktivitas fisik terbatas	• Kontinyu • Sering APE	• APE $\leq$ 60% • VEP1 $\leq$ 60% nilai prediksi • APE $\leq$ 60% nilai terbaik • Variabiliti APE > 30%	

Sumber : PDPI (2019) *Pedoman diagnosis dan penatalaksanaan asma di Indonesia* (pp.106–129).

6. Penatalaksanaan asma

Menurut PDPI (2019) penatalaksanaan asma dibedakan menjadi dua yaitu penatalaksanaan asma akut/saat serangan penatalaksanaan asma jangka panjang.

a. Penatalaksanaan asma akut/saat serangan

Obat-obatan yang digunakan yaitu bronkodilator (β_2 agonis dan ipratropiu bromida) dan kortikosteroid. Obat yang digunakan pada serangan ringan pada asma yaitu β_2 agonis kerja cepat yang sebaiknya diberikan dalam bentuk inhalasi. Pada pasien dewasa dapat diberikan kombinasi dengan teofilin/aminofilin oral. Jika ada riwayat serangan berat sebelumnya dapat diberikan kortikosteroid oral (metilprednisolon) dalam waktu singkat 3-5 hari. Pada serangan sedang diberikan β_2 agonis kerja cepat dan kortikosteroid oral. Pada pasien dewasa dapat ditambahkan ipratropium bromida inhalasi, aminofilin IV. Dapat juga diberikan oksigen dan pemberian cairan IV jika diperlukan. Pada serangan berat pasien

dirawat dan diberikan oksigen, cairan IV, β_2 agonis kerja cepat ipratropium bromida inhalasi, kortikosteroid IV, dan aminofilin IV. Jika β_2 agonis kerja cepat tidak tersedia dapat diganti dengan adrenalin subkutan. Pasien asma dengan kondisi yang mengancam jiwa langsung dirujuk ke ICU.

b. Penatalaksanaan asma jangka panjang

Penatalaksanaan asma jangka panjang bertujuan untuk mengontrol asma dan mencegah serangan asma. Pengobatan asma jangka panjang diberikan sesuai dengan klasifikasi beratnya asma. Prinsip pengobatan jangka panjang meliputi edukasi, obat asma (pengontrol dan pelega) dan menjaga kebugaran. Edukasi yang diberikan mencakup kapan pasien berobat/mencari pertolongan, mengenali gejala serangan asma secara dini, mengetahui obat-obat pelega dan pengontrol serta cara dan waktu penggunaannya, mengenali dan menghindari faktor pencetus, kontrol teratur.

Obat asma terdiri dari obat pelega dan pengontrol. Obat pelega diberikan pada saat serangan asma, sedangkan obat pengontrol diberikan untuk pencegahan serangan asma dan diberikan dalam jangka panjang dan terus menerus. Untuk mengontrol asma digunakan anti inflamasi (kortikosteroid inhalasi). Obat asma yang digunakan sebagai pengontrol antara lain inhalasi kortikosteroid, β_2 agonis kerja panjang, antileukotrien, teofilin lepas lambat. selain edukasi dan obat-obatan diperlukan juga menjaga kebugaran antara lain dengan melakukan senam asma.

Menurut Kowalak (2018) terapi yang diberikan pada pasien asma yaitu:

a. Pemberian oksigen

Pemberian oksigen diberikan melalui kanula maupun melalui masker yang kecepatan disesuaikan dengan tingkat intensitas asma. Pada pasien asma

dibutuhkan sekitar 1-15 liter per menit tergantung PaCO₂. Pemberian oksigen diberikan dengan kecepatan aliran yang rendah dapat diperlukan untuk mengatasi dyspnea, sianosis, dan hipoksemia (Kowalak et al., 2018).

b. Pemberian bronkodilator

Memberikan obat-obat bronkodilator antikolinergik, seperti ipratropium bromina yang bekerja dengan cara mengendurkan otot di saluran pernapasan, sehingga udara dapat mengalir dengan lebih lancar dan penderita bisa bernapas dengan lebih mudah. Pemberian ipratropium bromina sebagai terapi awal pada pasien dewasa dapat dikombinasikan dengan obat golongan beta 2 agonis untuk meredakan gejala serangan asma berat (Kowalak et al., 2018).

c. Pemberian kortikosteroid

Obat kortikosteroid seperti hidrokortison sodium suksinat, prednison, metil prednisolon dan beklometason. Pemberian obat ini bertujuan untuk memberikan efek antiinflamasi dan imunosupresi, yang akan mengurangi reaksi inflamasi dan edema pada saluran napas (Kowalak et al., 2018). Dosis kortikosteroid beragam, namun sebagai penanganan bisa diberikan hidrokortison 4 mg/kg BB/jam, bisa juga diberikan mukolitik dan ekspektoransi (Rab, 2017).

d. Pemberian obat-obatan penstabil sel mast

Obat penstabil sel mast seperti natrium kromolin dan natrium nedokromil yang efektif pada pasien asma atopik dengan serangan musiman (Kowalak et al., 2018).

e. β 2 agonis

β -2 agonis seperti salbutamol, metaproterenol, terbutalin, dan fenoterol merupakan obat yang sangat umum diresepkan dalam pengobatan asma. Obat ini

bekerja mengaktifkan reseptor sel beta-2 sehingga menyebabkan relaksasi otot polos saluran pernapasan. Dengan begitu, saluran pernapasan yang sebelumnya menyempit akan melebar, aliran udara yang masuk dan keluar dari paru-paru akan lebih lancar, serta keluhan seperti mengi atau sulit bernapas dapat mereda (Sutrisna, 2014).

B. Arus Puncak Ekspirasi pada Pasien Asma

1. Pengertian arus puncak ekspirasi

Arus puncak ekspirasi (APE) adalah aliran nilai ekspirasi maksimal yang bisa dicapai oleh seseorang dinyatakan dalam liter per menit (L/menit) atau liter per detik (L/detik). Arus puncak ekspirasi diukur menggunakan *peak flow meter*. *Peak Flow Meter* mengukur aliran puncak (aliran tertinggi) udara pada ekspirasi paksa dalam satuan liter per menit (L/menit). Tes ini adalah tes yang sangat sederhana yang dapat memberikan peringatan dini terjadinya penurunan fungsi paru (Francis, 2011). Arus puncak ekspirasi paksa adalah titik tertinggi yang dapat dicapai selama waktu ekspirasi maksimal. Pada kasus asma, terdapat resistensi yang besar terhadap aliran udara, terutama pada saat ekspirasi, jika seseorang melakukan ekspirasi hingga aliran maksimum tercapai, aliran tidak dapat meningkat lebih jauh lagi, bahkan jika kapasitas maksimum ditingkatkan (Ridwan et al., 2021). Angka normal APE untuk laki-laki dewasa sekitar 500-700 L/menit, sedangkan untuk wanita dewasa berkisar antara 280-500 L/menit. Menurunnya nilai arus puncak ekspirasi menunjukkan terjadinya penyempitan saluran respirasi (Yuniarti dkk., 2024). Pada teori menurut LeMone (20182) ketika terjadi serangan asma pasien diperbolehkan pulang ketika nilai APE untuk laki-laki dewasa dimulai dari angka ≥ 300 L/menit dan untuk nilai APE wanita dewasa dimulai dari angka ≥ 200 L/menit.

Jika nilai APE berada dibawah rentan angka tersebut maka pasien disarankan untuk melakukan pemeriksaan lanjutan atau jika pasien berada dalam kondisi yang buruk maka perlu dilakukan rawat inap.

2. Penyebab penurunan arus puncak ekspirasi pada pasien asma

Pada umumnya pasien asma mengalami kesulitan dalam melakukan ekspirasi hal ini disebabkan karena kecenderungan menutupnya saluran napas sangat meningkat dengan tekanan positif di dalam dada selama ekspirasi. Kondisi ini membuat udara sulit dihembuskan sehingga mengakibatkan ketidakmampuan mencapai kecepatan aliran udara normal saat bernapas, terutama saat ekspirasi. Pada penderita asma, terjadi hipersensitivitas bronkus terhadap rangsangan sehingga menyebabkan perubahan ukuran dan penyempitan bronkus. Penyempitan bronkus akan menghambat sirkulasi udara pernapasan yang baik dan mempengaruhi volume udara. Obstruksi tersebut semakin parah pada saat ekspirasi karena secara fisiologis organ pernapasan menyempit pada fase ekspirasi. Diameter bronkiolus lebih mengecil pada saat ekspirasi dibandingkan saat inspirasi karena terjadi peningkatan tekanan di paru pada saat ekspirasi paksa, yang selanjutnya memberikan tekanan pada permukaan luar bronkiolus. Hal ini menyebabkan udara terperangkap di paru-paru dan tidak dapat diekspirasikan (Guyton and Hall, 2014).

Penyempitan saluran napas dapat terjadi pada saluran napas besar, sedang, maupun kecil. Mengi menunjukkan penyempitan saluran napas besar, sedangkan pada saluran napas kecil gejala yang lebih dominan adalah batuk dan sesak napas dibandingkan mengi. Derajat kesulitan bernapas pada asma berhubungan langsung dengan beratnya penyempitan bronkus yang menyebabkan penurunan jumlah udara

yang diekspirasi. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya nilai arus puncak ekspirasi (Sudoyo, 2014).

Arus puncak ekspirasi dapat digunakan untuk mengevaluasi volume udara yang keluar dari paru-paru sehingga dapat dinilai tingkat keparahan obstruksi saluran napas dan tingkat keparahan derajat serangan asma (Potter and Perry, 2016).

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi arus puncak ekspirasi pada pasien asma

Menurut Yunus (2007) faktor-faktor yang memengaruhi arus puncak ekspirasi seseorang yaitu:

a. Jenis kelamin

Nilai APE pada pria dan wanita berbeda. Berdasarkan nilai APE normal, nilai APE pada pria lebih tinggi dibandingkan nilai APE pada wanita. Kapasitas vital rata-rata pria dewasa muda sekitar 4,6 liter dan perempuan muda sekitar 3,1 liter. Hal ini disebabkan oleh laki-laki mempunyai otot pernapasan yang lebih kuat dibandingkan perempuan, sehingga kemampuan mereka dalam mengeluarkan napas cenderung lebih besar dibandingkan perempuan (Guyton and Hall, 2014).

b. Umur

Faal paru-paru setiap individu bertambah atau meningkat volumenya sejak masa kanak-kanak dan mencapai puncaknya antara usia 19 sampai 21 tahun. Setelah usia tersebut, fungsi paru-paru terus menurun seiring bertambahnya usia. Semakin bertambahnya usia seseorang maka fungsi ventilasi paru semakin menurun. Hal ini disebabkan menurunnya elastisitas dinding dada (Yunus, 2007). Seiring bertambahnya usia, elastisitas alveolar menurun, kelenjar bronkial menebal,

dan kapasitas paru-paru menurun. Perubahan ini menurunkan kapasitas difusi oksigen sehingga mempengaruhi nilai aliran puncak ekspirasi (Ridwan et al., 2021).

c. Tinggi badan

Tinggi badan seseorang mempengaruhi nilai APE, artinya jika tinggi badan seseorang bertambah maka APE akan meningkat. Orang kurus dan tinggi memiliki kapasitas yang lebih dibandingkan dengan orang gemuk yang pendek. Orang yang gemuk dan pendek dengan timbunan lemak berlebih di kavitas abdomen dan dinding dada. Penumpukan lemak ini akan mempengaruhi kerja mekanis dada, sehingga menurunkan volume paru, meningkatkan beban kerja otot pernapasan dan mengakibatkan berkurangnya ventilasi paru serta mempengaruhi arus puncak ekspirasi (Handayani et al., 2020). Djojodibroto (2009) memberikan pedoman standar normal nilai arus puncak ekspirasi pada tinggi badan 150-172 cm untuk orang dewasa Indonesia.

d. Kebiasaan merokok

Kebiasaan merokok menyebabkan berbagai kerusakan pada organ tubuh, terutama paru-paru. Merokok dapat menyebabkan perubahan pada struktur saluran pernapasan dan parenkim paru. Perubahan struktur saluran pernapasan dapat berupa hipertrofi dan hiperplasia kelenjar mukus yang dapat mempengaruhi nilai APE (Fitriana, 2018).

e. Polusi udara

Polusi udara dapat menyebabkan eksaserbasi bronkitis akut, seringkali disebabkan oleh tingginya kadar sulfur dioksida (SO_2), sedangkan nitrogen dioksida (NO_2) dapat menyebabkan obstruksi saluran napas kecil (Fitriana, 2018).

f. Lingkungan

Bronkitis kronis seringkali terjadi pada pekerja yang terpapar zat anorganik, debu organik, atau gas beracun. Pekerja yang terpapar zat-zat ini memiliki kemungkinan 2 hingga 4 kali lebih besar terkena bronkitis kronis dibandingkan pekerja yang tidak terpapar. Secara epidemiologis, terjadi penurunan fungsi paru (APE) pada pekerja tersebut (Fitriana, 2018).

g. Infeksi saluran napas

Infeksi saluran pernapasan dapat menyebabkan gangguan fungsi paru sehingga akan mempengaruhi nilai arus puncak ekspirasi (Guyton and Hall, 2014).

h. Penggunaan nebulisasi

Bronkodilator nebulasi dapat menyebabkan bronkodilatasi pada pasien asma untuk mengurangi obstruksi jalan napas (Guyton and Hall, 2014).

4. Prosedur pengukuran arus puncak ekspirasi dengan *peak flow meter*

Cara penggunaan alat *peak flow meter* adalah sebagai berikut (Francis, 2011):

- a. Langkah pertama, posisikan pasien untuk berdiri atau duduk dengan tegak sesuai kemampuan pasien.
- b. Anjurkan pasien untuk memegang *peak flow meter* secara horizontal di depan mulut dan pastikan bahwa jarum penanda berada pada posisi skala terendah (nol).
- c. Instruksikan menarik napas sedalam-dalamnya menempatkan bibir di sekitar *mouthpiece* dan merapatkan bibirnya.
- d. Instruksikan pasien untuk menghembuskan napas sekuat dan secepat mungkin.
- e. Lihat dan catat hasil yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.

- f. Ulangi langkah satu sampai lima sebanyak dua kali untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
- g. Nilai yang digunakan adalah nilai ekspirasi maksimum (angka tertinggi dari tiga kali pengukuran).

5. Kategori tingkat penyempitan saluran napas

Untuk menilai APE seseorang normal atau tidak dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai APE ukur dengan nilai prediksi (nilai normal). Pengukuran ini dapat menunjukkan terjadinya tingkat penyempitan saluran napas (Francis, 2011). Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Presentase APE} = \frac{\text{Nilai APE ukur (L/menit)}}{\text{Nilai APE prediksi (L/menit)}} \times 100\%$$

Nilai hasil pengukuran APE dalam bentuk angka dibandingkan dengan nilai APE prediksi yang bisa dilihat dari tabel fungsi paru (tabel terlampir) dibuat berdasarkan dengan jenis kelamin, usia, tinggi badan yang diinterpretasikan dengan sistem zona “*traffic light*” dengan dikali 100%. Zona hijau bila nilai APE > 80% sampai 100% dibandingkan nilai prediksi, menunjukkan fungsi paru baik. Zona kuning > 60% sampai 80% menunjukkan mulai terjadi penyempitan saluran respiratorik, dan zona merah $\leq 60\%$ berarti saluran respiratorik besar sudah menyempit (Aditya et al., 2022).

C. *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

1. Pengertian *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) adalah teknik latihan pernapasan yang terdiri dari 3 teknik yaitu *Breathing Control* (BC) dengan cara melakukan inspirasi dan ekspirasi dengan teratur dan tenang, *Thoracic Expansion*

Exercise (TEE) dengan cara menarik napas dalam dengan tempo pelan lalu hembuskan secara perlahan, dan *Forced Expiration Technique* (FET) atau teknik “*huffing*” dengan cara mengambil napas dalam secukupnya lalu mengontraksikan otot perutnya untuk menekan napas saat ekspirasi dan menjaga agar mulut serta tenggorokan tetap terbuka serta melakukan batuk efektif. Teknik pernapasan ini dirancang untuk meredakan *dyspnea* dan membantu mengeluarkan sekret dari paru-paru sehingga memaksimalkan akses oksigen ke paru-paru dan mengembalikan aktivitas otot pernapasan sehingga dapat meningkatkan arus ekspirasi maksimal (Syafrieningrum & Sumarsono, 2023).

2. Tujuan *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) memiliki 3 teknik yang masing-masing teknik memiliki tujuan yang berbeda diantaranya *Breathing Control* bertujuan untuk merelaksasi saluran pernapasan. *Thoracic Expansion Exercise* (TEE) bertujuan untuk memperpanjang pernapasan dan meningkatkan tekanan jalan napas selama ekspirasi sehingga dapat mengurangi jumlah udara yang terperangkap dan mengurangi hambatan jalan napas, membantu pasien dalam memperbaiki transpor oksigen, mengatur pola napas lambat dan dalam, membantu pasien untuk mengontrol pernapasan, dan mencegah kolaps alveoli. *Forced Expiration Technique* (FET) atau teknik “*huffing*” dalam pengobatan non farmakologi bertujuan untuk membersihkan saluran pernapasan dari dahak yang merupakan hasil proses patologis suatu infeksi atau penyakit dan harus dikeluarkan dari saluran pernapasan. Hasilnya adalah sesak napas berkurang, batuk berkurang, dan kebiasaan bernapas membaik serta dapat meningkatkan gerakan dada. ACBT

secara signifikan dapat meningkatkan oksigen arteri dan PaCO₂ (Subiakto et al., 2023).

3. Teknik *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

Siklus ACBT meliputi *Breathing Control* (BC); *Thoracic Expansion Exercise* (TEE); *Forced Expiration Technique* (FET) atau teknik “*huffing*” (Pakpahan, 2018).

a. *Breathing Control* (BC)

- 1) Menginstruksikan pasien untuk duduk rileks diatas tempat tidur atau di kursi.
- 2) Menginstruksikan pasien meletakkan tangan kanannya di atas dada dan tangan kirinya di atas perut.
- 3) Menganjurkan pasien untuk melakukan inspirasi dan ekspirasi dengan teratur dan tenang, sementara itu tangan peneliti diletakkan di belakang thoraks pasien agar peneliti bisa merasakan pergerakan naik turun selama pasien bernapas.
- 4) Mengulangi tindakan tersebut selama 3 kali.

b. *Thoracic Expansion Exercise* (TEE)

- 1) Menginstruksikan pasien untuk tetap duduk dengan rileks di atas tempat tidur.
- 2) Menganjurkan pasien untuk menarik napas dalam dengan tempo pelan lalu hembuskan secara perlahan hingga udara dalam paru-paru terasa kosong.
- 3) Mengulangi tindakan tersebut selama 3 kali.
- 4) Pasien mengulangi kembali kontrol pernapasan awal.

c. *Forced Expiration Technique* (FET) atau teknik “*huffing*”

- 1) Menganjurkan pasien mengambil napas dalam secukupnya lalu mengontraksikan otot perutnya untuk menekan napas saat ekspirasi dan menjaga agar mulut serta tenggorokan tetap terbuka.

- 2) Menginstruksikan pasien melakukan *Huffing* sebanyak 3 kali.
- 3) Menganjurkan pasien melakukan batuk efektif.

4. Mekanisme *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) merupakan latihan pernapasan yang menekankan pada 3 prinsip yaitu

a. *Breathing Control* (BC)

Teknik ini menekankan pada inspirasi dan ekspirasi dengan teratur dan tenang untuk merelaksasi saluran napas sehingga saluran napas yang kaku dapat melemas dan melebar. Kontrol Pernapasan juga dapat membantu ketika seseorang mengalami sesak napas, rasa takut, tanda-tanda bronkospasme, kecemasan, atau panik.

b. *Thoracic Expansion Exercise* (TEE)

Teknik ini menekankan pada inspirasi dalam dan ekspirasi panjang. Inspirasi dalam dan ekspirasi panjang pada teknik ini akan membantu meningkatkan kekuatan kontraksi otot intra abdomen. Kekuatan otot intra abdomen meningkat akan menyebabkan tekanan intra abdomen meningkat melebihi pada saat ekspirasi pasif. Tekanan intra abdomen yang meningkat lebih kuat akan meningkatkan pergerakan diafragma ke atas dan membuat rongga thorak semakin mengecil. Rongga thorak yang semakin mengecil ini menyebabkan tekanan intra alveolus semakin meningkat sehingga melebihi tekanan udara atmosfer. Kondisi tersebut akan menyebabkan udara dapat dengan mudah mengalir keluar dari paru ke atmosfer. Ekspirasi panjang saat bernapas juga akan menyebabkan obstruksi jalan napas dihilangkan sehingga resistensi pernapasan menurun. Penurunan

resistensi pernapasan akan memperlancar udara yang dihirup dan dihembuskan sehingga akan mengurangi sesak napas.

c. *Forced Expiration Technique* (FET) atau teknik “*huffing*”

Teknik ini menekankan pada pemindahan sekret, yang digerakkan melalui pernapasan dalam atau latihan ekspansi dada, *huffing* membantu memindahkan dahak dari saluran napas kecil ke saluran napas yang lebih besar, yang kemudian dikeluarkan melalui ekspirasi paksa karena batuk saja tidak dapat mengeluarkan dahak dari saluran napas kecil. Panjang *huffing* dan kekuatan kontraksi otot-otot ekspirasi berguna untuk mengoptimalkan pembersihan sekret dengan memaksimalkan aliran udara (Pratama dkk., 2021)

5. Manfaat *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT)

Latihan pernapasan menggunakan teknik *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT) untuk pasien asma membantu memperbaiki frekuensi pernapasan dan dapat mengurangi sesak napas secara signifikan. Latihan ini juga dapat meningkatkan dapat membantu meningkatkan compliance paru untuk melatih kembali otot-otot pernapasan untuk dapat berfungsi dengan baik serta mencegah distress pernapasan sehingga dapat meringankan sesak yang dialami oleh pasien. Teknik pernapasan ACBT juga mampu dalam peningkatan pengeluaran sekret, menurunkan *respiratory rate* (RR) karena terjadi peningkatan elastisitas dan kelenturan paru, yang pada akhirnya meningkatkan ventilasi paru sehingga pengeluaran CO₂ dan pemasukan O₂ (Naibaho & Kabeakan, 2021).

D. Pengaruh *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT) Terhadap Arus Puncak Ekspirasi pada Pasien Asma

Pada penderita asma, masalah yang paling sering terjadi adalah sesak napas dan batuk. Kesulitan bernapas terjadi karena adanya penyumbatan saluran napas akibat hipersensitivitas bronkus terhadap berbagai jenis rangsangan sehingga menyebabkan perubahan struktur patologis seperti spasme otot polos bronkus, peningkatan sekresi bronkus berupa lendir kental berwarna putih, hiperinflasi alveoli karena udara terperangkap pada bagian distal dari obstruksi. Patologi anatomi inilah yang menjadi sumber kesulitan utama yang dialami penderita asma saat ekspirasi. Kesulitan melakukan ekspirasi menyebabkan penurunan aliran puncak ekspirasi, yang dapat menyebabkan peningkatan dan penumpukan CO₂ di alveoli. Terjebaknya CO₂ di alveolus menyebabkan penurunan perbedaan tekanan parsial alveoli kapiler yang berdampak pada proses difusi. Terganggunya proses difusi akan menyebabkan terjadinya hipoksemia, hipoksia, dan hiperkapnia. Terjadinya hipoksia akibat hipoksemia akan menurunkan jumlah oksigen yang diangkut ke otot sehingga menyebabkan berkurangnya energi. Metabolisme anaerobik menghasilkan asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan otot pernapasan sehingga menyebabkan kesulitan ekspirasi (Sudoyo, 2014).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan aliran puncak ekspirasi salah satunya adalah dengan melakukan latihan pernapasan (Potter and Perry, 2016). Latihan pernapasan yang dapat dilakukan adalah teknik *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT). Latihan teknik pernapasan siklus aktif atau *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT) adalah salah satu jenis latihan pernapasan yang bertujuan untuk mengontrol pernapasan sehingga tercipta pola pernapasan

yang tenang dan berirama yang menjaga aktivitas otot pernapasan dan merangsang keluarnya sputum untuk membuka saluran pernapasan. *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT) juga telah terbukti memperbaiki masalah yang berkaitan dengan pembersihan saluran napas, sehingga meningkatkan kapasitas fungsional paru, termasuk mengurangi dyspnea dan mengurangi kemungkinan retensi sputum di saluran napas (Naibaho & Kabeakan, 2021).

Pemberian *Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT) dapat meningkatkan arus puncak ekspirasi pada pasien asma. Teknik ACBT terdiri dari yang terdiri dari *Breathing Control* (BC), *Thoracic Expansion Exercise* (TEE), dan *Forced Expiration Technique* (FET). *Breathing exercise* yang merupakan bagian dari ACBT dirancang untuk melatih otot pernapasan dan mengembalikan distribusi ventilasi, memperbaiki pertukaran gas dan meningkatkan kapasitas oksigen serta meningkatkan pengeluaran karbondioksida lebih maksimal. Teknik ini menekankan pada inspirasi dan ekspirasi dengan teratur dan tenang untuk merelaksasi saluran napas sehingga saluran napas yang kaku dapat melemas dan melebar. Kontrol Pernapasan juga dapat membantu ketika seseorang mengalami sesak napas, rasa takut, tanda-tanda bronkospasme, kecemasan, atau panik. *Thoracic expansion exercise* bertujuan untuk meningkatkan fungsi paru dan meningkatkan jumlah udara yang dapat dipompa paru-paru sehingga dapat mempertahankan efektivitas otot intra abdomen. Kekuatan otot intra abdomen meningkat akan menyebabkan tekanan intra abdomen meningkat melebihi pada saat ekspirasi pasif. Tekanan intra abdomen yang meningkat lebih kuat akan meningkatkan pergerakan diafragma ke atas dan membuat rongga thorak semakin mengecil. Rongga thorak yang semakin mengecil ini menyebabkan tekanan intra alveolus semakin meningkat sehingga

melebihi tekanan udara atmosfer. Kondisi tersebut akan menyebabkan udara dapat dengan mudah mengalir keluar dari paru ke atmosfer. Ekspirasi panjang saat bernapas juga akan menyebabkan obstruksi jalan napas dihilangkan sehingga resistensi pernapasan menurun. Penurunan resistensi pernapasan akan memperlancar udara yang dihirup dan dihembuskan sehingga akan mengurangi sesak napas. *Forced expiration technique* membantu pemindahan sekret, yang digerakkan melalui pernapasan dalam atau latihan ekspansi dada, *huffing* membantu memindahkan dahak dari saluran napas kecil ke saluran napas yang lebih besar, yang kemudian dikeluarkan melalui ekspirasi paksa karena batuk saja tidak dapat mengeluarkan dahak dari saluran napas kecil. Panjang *huffing* dan kekuatan kontraksi otot-otot ekspirasi berguna untuk mengoptimalkan pembersihan sekret dengan memaksimalkan aliran udara (Huriah & Ningtias, 2017). Melalui kombinasi tiga teknik ini yang tercantum dalam metode ACBT memiliki pengaruh dalam membersihkan sputum dan ekspansi toraks, dan mampu meningkatkan kadar oksigen dalam tubuh (Rahman & Sastrawan, 2021). Peningkatan transfer oksigen dari tubuh ke jaringan pernapasan dan otot akan menimbulkan suatu metabolisme aerobik yang akan menghasilkan suatu energi (ATP). Energi tersebut dapat meningkatkan kekuatan otot pernapasan sehingga proses pernapasan dapat terjadi dengan normal. Dengan respirasi yang baik maka laju arus puncak ekspirasi akan terpengaruh sehingga laju arus puncak ekspirasi menjadi meningkat (Guyton and Hall, 2014).