

**TERAPI INHALASI KONVENSIONAL PADA PASIEN DEWASA**Fatih Anfasa<sup>1</sup>, Gurmeet Singh<sup>2</sup><sup>1</sup> Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia,  
Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Cipto Mangunkusumo<sup>2</sup> Divisi Respirologi dan Penyakit Medis Kritis, Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran  
Universitas Indonesia, Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Cipto Mangunkusumo**ABSTRACT**

Conventional inhalation therapy is an important therapy for various respiratory diseases, especially asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Administering drugs via inhalation provides various advantages compared to other routes, especially for diseases involving the respiratory organs. However, the effectiveness of therapy will be reduced if the patient cannot use the inhalation devices correctly. Incorrect use of inhalation devices is associated with decreased asthma control, poor COPD prognosis, as well as increased morbidity and mortality. This article aims to describe the mechanism of conventional inhalation therapy and various therapeutic modalities available for adult patients.

Keywords: inhalation therapy, adult patients

**ABSTRAK**

Terapi inhalasi konvensional merupakan salah satu terapi penting pada berbagai penyakit saluran nafas, terutama asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Pemberian obat melalui inhalasi memberikan berbagai keuntungan dibandingkan pemberian obat melalui jalur lainnya terutama untuk penyakit yang melibatkan organ pernapasan. Meskipun demikian, keefektifan terapi akan berkurang jika pasien tidak dapat menggunakan alat inhalasi dengan tepat. Kesalahan pemakaian alat inhalasi berhubungan dengan menurunnya kontrol penyakit asma, prognosis PPOK yang buruk, serta meningkatkan morbiditas dan mortalitas. Sari pustaka ini bertujuan untuk menjabarkan mekanisme terapi inhalasi konvensional dan berbagai modalitas terapi yang ada untuk pasien dewasa.

Kata Kunci: terapi inhalasi, pasien dewasa

**Correspondence :**

Fatih Anfasa  
Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran  
Universitas Indonesia, Rumah Sakit Umum Pusat  
Nasional Cipto Mangunkusumo  
email: gurmeetsingh10@yahoo.com

**How to cite this article :**

**TERAPI INHALASI  
KONVENSIONAL PADA PASIEN  
DEWASA**

## Pendahuluan

Mekanisme pengiriman obat ke saluran nafas telah dilakukan selama berabad-abad namun penggunaannya semakin meningkat secara pesat dalam beberapa dekade terakhir terutama untuk berbagai penyakit yang melibatkan organ pernapasan.<sup>2</sup> Asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) merupakan penyakit kronis dengan prevalensi yang semakin meningkat di seluruh dunia dan terapi inhalasi memegang peranan penting pada tata laksana ke-2 penyakit tersebut.<sup>3</sup> Terapi inhalasi pada ke-2 penyakit diatas serta berbagai penyakit lainnya memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan terapi sistemik. Namun, pasien harus menggunakan alat tersebut dengan cara yang tepat dan baik agar efek terapeutik yang diharapkan dapat tercapai.<sup>4</sup>

Berbagai studi memperlihatkan bahwa kesalahan penggunaan terapi inhalasi sering terjadi dan hanya 50% pasien menggunakan alat inhalasinya dengan benar.<sup>4</sup> Selain itu beberapa penelitian juga memperlihatkan bahwa pasien dalam berbagai usia memiliki tingkat kepatuhan berobat yang kurang terhadap terapi inhalasi.<sup>5-7</sup> Panduan terapi asma dan PPOK menganjurkan keterlibatan pasien secara aktif dalam pemilihan terapi inhalasi yang digunakan. Kepuasan dan kecocokan pasien terhadap suatu alat inhalasi terbukti meningkatkan kepatuhan dan terkontrolnya penyakit asma.<sup>8</sup>

Berdasarkan pemaparan di atas, sari pustaka ini disusun untuk menjelaskan berbagai terapi inhalasi konvensional yang ada serta mekanisme penggunaannya. Pembahasan akan berfokus kepada 4 alat terapi inhalasi konvensional, yaitu *pressurized metered dose inhaler* (pMDI), *dry powder inhaler* (DPI), *soft mist inhaler* (SMI), dan nebulizer.

## Definisi Terapi Inhalasi Konvensional

Terapi inhalasi merupakan sekelompok pengobatan pada saluran nafas atau yang diberikan melalui pernapasan yang didesain untuk mengembalikan atau meningkatkan fungsi bernapas pada berbagai penyakit, kondisi atau cedera. Tujuan utama dari terapi inhalasi adalah untuk meredakan gejala dan

tanda pernapasan dengan mengurangi atau mencegah inflamasi dan/atau konstriksi saluran napas. Melalui prosedur ini sebuah obat dapat dikirimkan langsung ke saluran napas yang meningkatkan konsentrasi obat di lokasi target dan menurunkan konsentrasi obat secara sistemik. Selain itu rute inhalasi juga sedang banyak diselidiki sebagai salah satu metode pengiriman obat secara sistemik.<sup>3,9</sup> Tabel 1 memperlihatkan keunggulan dan kekurangan terapi inhalasi dibandingkan terapi sistemik. Berbagai obat yang dapat diberikan secara inhalasi antara lain kortikosteroid, beta simpatomimetik, antagonis muskarinik serta antibiotik.<sup>3</sup>

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan dari terapi inhalasi<sup>10</sup>

Kelebihan	Kekurangan
- Dosis lebih kecil dari dosis sistemik	- Deposisi obat di paru distal kurang untuk sebagian alat
- Onset kerja lebih cepat dari oral	- Terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi efektivitas dan reproduktibilitas dosis
- Pengiriman obat langsung ke target organ	- Koordinasi tangan, mata dan inspirasi diperlukan untuk pMDI
- Efek samping lebih jarang	- Jenis dan variasi alat yang tersedia terkadang menyulitkan
- Tidak nyeri dan mudah diberikan dibandingkan terapi injeksi	- Pengetahuan pasien dan tenaga kesehatan yang bervariasi
	- Standarisasi yang kurang

pMDI: *pressurized metered-dose inhaler*

## Mekanisme kerja terapi inhalasi: deposisi aerosol

Cara kerja terapi inhalasi secara umum menggunakan prinsip mekanisme deposisi aerosol di saluran napas. Deposisi aerosol di saluran napas merupakan suatu proses dimana partikel-partikel kecil seperti aerosol terdeposisi dan menempel di sepanjang saluran napas dari hidung, tenggorokan, bronkus, bronkiolus, dan parenkim paru. Proses ini ditentukan terutama oleh ukuran partikel, faktor elektrostatis, dan karakteristik dari permukaan saluran napas. Secara umum mekanisme deposisi aerosol. terdiri dari: (1)

*Inertial force*, (2) Sedimentasi, (3) Difusi, dan (4) Faktor elektrostatis.<sup>11</sup>

*Inertial force* merupakan suatu proses dimana partikel-partikel aerosol yang berukuran besar ( $> 5 \mu\text{m}$ ) dapat terjebak di dalam struktur saluran napas karena momentum saat udara mengalir melewati berbagai struktur di saluran napas. Proses ini lebih sering terjadi di area saluran nafas dengan velositas tinggi seperti di saluran nafas atas.<sup>11,12</sup>

Sedimentasi merupakan suatu proses dimana partikel-partikel aerosol yang lebih kecil dapat menetap di saluran napas karena gaya gravitasi. Hal ini menyebabkan partikel aerosol tersebut menempel di permukaan dinding saluran napas. Proses ini lebih sering terjadi di area saluran nafas dengan velositas rendah seperti di saluran nafas bawah.<sup>11,12</sup>

Difusi merupakan suatu mekanisme dimana partikel-partikel aerosol yang sangat kecil ( $< 1 \mu\text{m}$ ) berbenturan dengan molekul gas di saluran nafas dan pada akhirnya dapat menempel di saluran napas distal serta alveolus lalu berpindah secara pasif ke dalam aliran darah. Proses ini lebih sering terjadi di area saluran nafas kecil dan alveolus, tempat pertukaran gas terjadi.<sup>12</sup>

Faktor elektrostatis merupakan suatu proses dimana partikel-partikel aerosol yang bermuatan listrik dapat tertarik atau ditolak oleh medan listrik di permukaan saluran napas. Daya tarik antara partikel aerosol dan permukaan saluran napas pada akhirnya menyebabkan partikel aerosol menempel di saluran napas.<sup>11,12</sup>

Berbagai faktor diatas berperan penting dalam menentukan pengiriman obat ke organ pernapasan. Sementara itu faktor pasien yang harus dipertimbangkan antara lain usia, gangguan kognitif atau fisik, serta kemampuan inspirasi dan koordinasi yang baik. Berbagai faktor pasien diatas juga menentukan keberhasilan terapi inhalasi yang diberikan kepada penderita penyakit saluran nafas.<sup>1,3</sup>

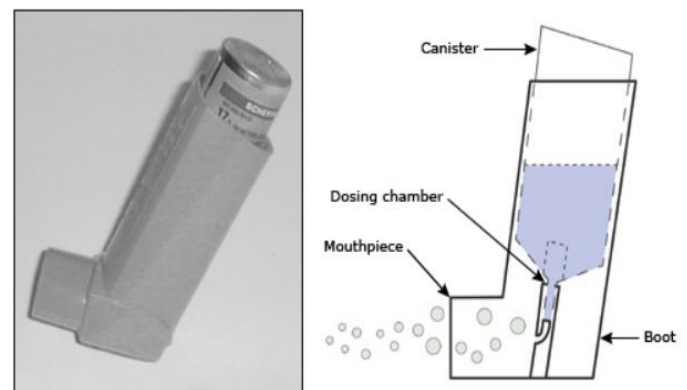
### Jenis Terapi Inhalasi Konvensional

Secara umum terdapat 4 macam terapi inhalasi konvensional yang tersedia, yaitu: pMDI, DPI, SMI, dan nebulizer. Alat pMDI, DPI, dan SMI umumnya digunakan pada pasien yang dapat

bernapas spontan. Pasien yang tidak bisa bernapas secara spontan atau dalam terapi ventilasi mekanik umumnya menggunakan nebulizer. Alat pMDI dengan perlengkapan tambahan *spacer* dapat juga digunakan sebagai terapi inhalasi alternatif pada pasien dalam terapi ventilasi mekanik.<sup>13</sup> Keunggulan dan kekurangan masing-masing alat-alat dapat dilihat pada tabel 2.

### Alat pMDI

Alat pMDI merupakan salah satu terapi inhalasi yang paling sering digunakan. Alat ini terdiri dari *canister* bertekanan, katup pengukur dan *stem*, serta *mouthpiece*. Struktur *canister* mengandung obat dalam bentuk cair yang tersuspensi dengan campuran *propellant*, surfaktan, pengawet, agen preasa, dan agen dispersal. Di masa lalu zat *propellant* yang sering digunakan adalah *chlorofluorocarbon* (CFC) sementara saat ini zat yang digunakan adalah *hydrofluoroalkane* (HFA). Deposisi obat berkisar antara 10-40% dari dosis obat yang diberikan pada pasien dewasa dan sangat bergantung kepada teknik pemakaian. Generasi terbaru HFA telah diformulasikan sebagai larutan *ethanolic* sehingga menghasilkan spray aerosol yang lebih baik dan meningkatkan deposisi obat di paru bagian distal.<sup>14,15</sup>



**Gambar 1. Alat pMDI dan bagiannya.**

Obat disimpan dengan tekanan pada *canister* dan dilepaskan dari *dosing chamber* ketika *canister* ditekan kebawah.<sup>16</sup>

Beberapa obat yang tersedia untuk digunakan dengan pMDI adalah *short-acting beta agonist* (SABA), *long-acting beta agonist*

(LABA), *long-acting muscarinic antagonist* (LAMA), kortikosteroid inhalasi, dan kombinasi beberapa obat. Beberapa kombinasi obat yang dapat diberikan antara lain kombinasi kortikosteroid inhalasi dan LABA serta kombinasi 3 macam obat seperti kortikosteroid inhalasi, LABA, dan LAMA.<sup>16</sup>

**Tabel 2. Kekurangan dan kelebihan berbagai alat inhalasi konvensional.<sup>16</sup>**

Jenis	Kelebihan	Kekurangan
pMDI	- Nyaman digunakan - Portabel - Tidak mudah terkontaminasi	- Koordinasi gerakan penting - Deposisi di faring tinggi - Sukar memberikan konsentrasi obat yang tinggi di saluran napas distal
DPI	- Tidak perlu mempersiapkan obat yang diberikan	- Tidak semua obat bisa diberikan - Memerlukan <i>flow</i> inspirasi sedang hingga tinggi
SMI	- Koordinasi gerakan lebih mudah - Nyaman digunakan	- Deposisi di faring tinggi - Tidak dapat diberikan pada pasien dengan ventilasi mekanik
Nebulizer	- Portabel - Risiko terkontaminasi kecil - Tidak memerlukan <i>propellant</i> - Deposisi di paru-paru lebih tinggi dari pMDI dan nebulizer - Durasi <i>spray</i> lebih lama - Risiko terkontaminasi kecil - Tidak memerlukan <i>propellant</i> - Pemberian obat dosis tinggi dapat dilakukan - Koordinasi gerakan oleh pasien tidak diperlukan - Dapat diberikan pada semua umur dan	- Tidak semua obat tersedia - Memerlukan koordinasi bernapas dan penggunaan alat - Tidak dapat diberikan pada pasien dengan ventilasi mekanik - Tidak semua obat tersedia - Harga mahal - Memerlukan waktu - Risiko kontaminasi - Alat perlu dipersiapkan sebelum digunakan - Alat tidak seefisien yang lain ( <i>dead volume loss</i> ) - Ukuran alat yang cukup besar

pada pasien yang tidak sadar

pMDI: *pressurized metered dose inhaler*; DPI: *dry powder inhaler*; SMI: *soft mist inhaler*

Teknik menggunakan pMDI bervariasi dan tergantung dari perusahaan farmasi yang membuatnya. Berikut teknik menggunakan alat pMDI secara umum:<sup>17</sup>

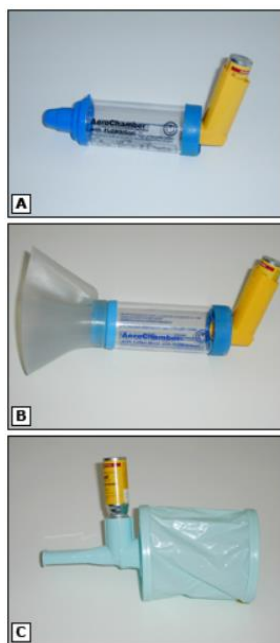
- (1) Pindahkan penutup mulut alat pMDI
- (2) *Priming* alat inhaler jika baru digunakan pertama kali atau sudah beberapa hari tidak digunakan. *Priming* alat pMDI umumnya dilakukan dengan menggoyangkan alat selama beberapa kali selama 5 detik dan menyemprotkan obat sebanyak 4 kali.
- (3) Periksa dosis yang masih tersisa.
- (4) Duduk dalam posisi tegak atau berdiri dengan dahi menghadap keatas dan leher sedikit terekstensi.
- (5) Goyangkan alat pMDI selama 5 detik.
- (6) Pegang alat *canister* dengan telunjuk dan jari jempol memegang bagian bawah alat.
- (7) Masukkan bagian *mouthpiece* diantara gigi atas dan bawah dan tutup bibir. mengelilingi *mouthpiece*. Jauhkan lidah dari area *mouthpiece* tempat obat keluar.
- (8) Tekan *canister* ke bawah dengan jari telunjuk untuk mengeluarkan obat.
- (9) Bersamaan dengan saat *canister* ditekan, pasien bernapas dalam secara perlahan melalui mulut hingga paru terasa penuh seluruhnya. Umumnya proses ini berlangsung 3-5 detik.
- (10) Tahan napas selama mungkin (setidaknya selama 5-10 detik).
- (11) Pindahkan alat pMDI dari mulut dan ekshalasi secara normal.
- (12) Jika perlu mendapat dosis ke-2 tunggu sekitar 15-30 detik diantara penyemprotan obat. Goyangkan alat kembali sebelum obat disemprotkan.
- (13) Setelah selesai taruh penutup *mouthpiece* kembali.
- (14) Kumur-kumur jika menggunakan obat steroid dan buang air kumur tersebut.

Meskipun pMDI rutin digunakan dan cukup efektif, sebagian pasien mengalami kesulitan ketika melakukan gerakan koordinasi menekan *canister* dan menghirup obat. Hal ini dapat menyebabkan pengiriman obat yang tidak optimal, meningkatkan jumlah penyemprotan obat, dan penyakit dapat menjadi tidak terkontrol. Terdapat beberapa alat tambahan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan diatas. Penggunaan *spacer* atau *valve holding chamber* (VHC) dapat digunakan untuk mengatasi masalah inkoordinasi antara menekan alat serta inhalasi obat. Selain itu *breath-actuated inhaler* (BAI) juga dapat digunakan.<sup>3</sup> Penggunaan alat bantu diatas juga meningkatkan pengiriman

obat ke dalam saluran nafas hingga sekitar 75% dari jumlah obat yang diberikan.<sup>18</sup>

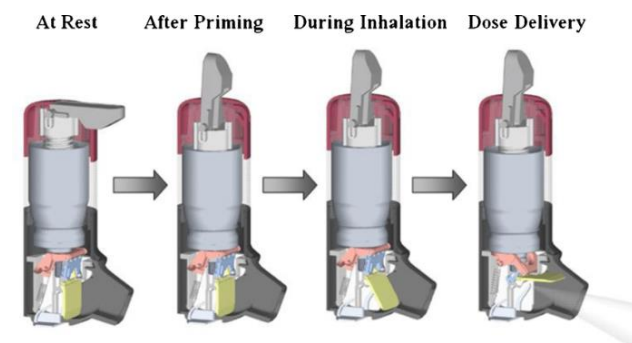
Alat *spacer* atau VHC yang dikombinasikan dengan pMDI dapat menurunkan velositas partikel sebelum mencapai mulut sehingga menurunkan deposisi obat di area orofaringeal. Kedua alat di atas menggunakan beberapa modifikasi untuk meningkatkan pengiriman obat. Modifikasi yang dilakukan yaitu: (1) *open tube*, (2) reservoir untuk VHC, dan (3) desain *reverse-flow* dimana obat ditembakkan menjauhi pasien.<sup>13</sup>

Alat BAI merupakan suatu inhaler yang teraktivasi oleh pernapasan pasien dan tidak memerlukan koordinasi antara menekan *canister* dengan inhalasi seperti alat pMDI biasa. Alat ini bekerja dengan menggunakan perbedaan tekanan saat pasien menghirup dengan udara sekitar untuk melepaskan obat. Ketika pengguna menghirup udara melalui alat maka proses ini memicu katup untuk terbuka dan obat akan masuk ke dalam saluran napas.<sup>3,19</sup> Contoh alat dengan mekanisme kerja singkat dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 2.** Beberapa contoh alat *spacer* dan *valve holding chambers* yang dapat meningkatkan pengiriman obat pada pMDI.

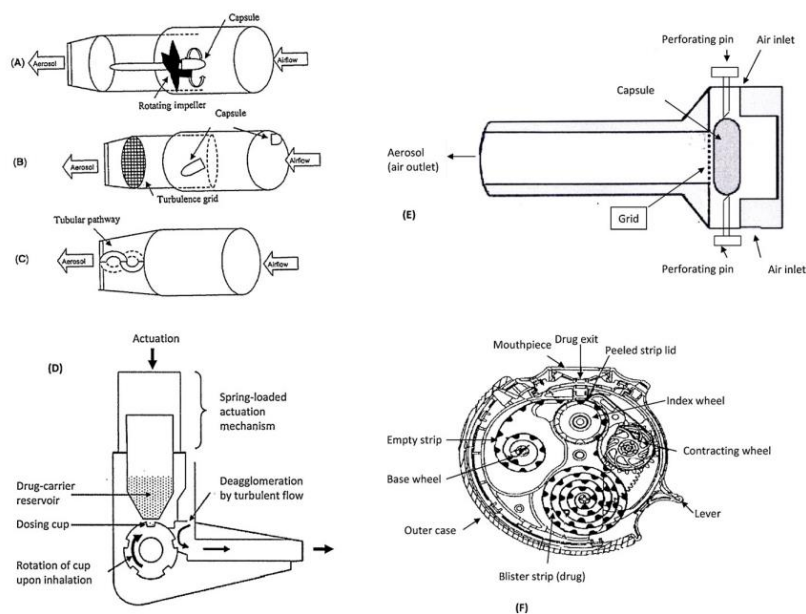
(A) Alat AeroChamber, (B) Alat AeroChamber dengan masker dan (C) InspirEase.<sup>17</sup>



**Gambar 3.** Contoh alat BAI dan mekanisme kerja secara singkat.<sup>19</sup>

### Alat DPI

Alat DPI merupakan terapi inhalasi yang bekerja melalui aktivasi pernapasan dan mengirimkan partikel obat *micronized* dengan ukuran  $< 5 \mu\text{m}$ . Alat ini menghasilkan aerosol dengan mengalirkan udara kepada obat dalam sediaan bubuk kering. Terdapat beberapa jenis alat DPI berdasarkan molekul *carrier* yang digunakan, resistensi internal terhadap aliran udara, batas *inspiratory flow* yang dibutuhkan untuk deagregasi serbuk obat, ukuran partikel, dan risiko untuk menggumpal pada lingkungan dengan kelembaban tinggi. Faktor penting yang menentukan apakah seorang pasien dapat menggunakan alat DPI secara efektif adalah tekanan inspirasi maksimal yang dapat dicapai. Hal ini terutama ditentukan oleh kekuatan otot saluran napas pasien.<sup>20</sup> Beberapa contoh jenis dan tipe alat DPI dapat dilihat pada gambar 4. Beberapa obat yang tersedia untuk digunakan dengan DPI adalah SABA, LABA, LAMA, kortikosteroid inhalasi, dan kombinasi beberapa obat. Beberapa kombinasi obat yang dapat diberikan antara lain kombinasi kortikosteroid inhalasi dan LABA, kombinasi LABA dan LAMA, serta kombinasi 3 macam obat seperti kortikosteroid inhalasi, LABA, dan LAMA.<sup>2</sup>



**Gambar 4.** Beberapa contoh alat DPI dengan struktur dan mekanisme kerja singkat. (A) Spinhaler, (B) Rotahaler, (C) Turbuhaler, (D) Easyhaler, (E) Aerolizer, (F) Diskus inhaler.<sup>20</sup>

Secara umum berikut teknik menggunakan alat DPI:<sup>17</sup>

- (1) Masukkan obat yang akan diberikan. Untuk alat dengan dosis tunggal, masukkan pil ke dalam alat inhaler dan tekan 1 atau lebih tombol di inhaler untuk membuat lubang di pil. Bagi alat dengan dosis multipel, dosis diberikan dengan menggerakkan katup atau memutar inhaler. *Loading* satu dosis obat akan mengurangi *counter* dosis obat yang tertera sebanyak 1 dan hal ini menandakan bahwa 1 dosis obat siap untuk dipakai.
- (2) Buka alat atau ambil penutup *mouthpiece*.
- (3) Eskpirasi maksimal sembari memegang alat inhaler di tangan.
- (4) Taruh *mouthpiece* diantara bibir. Inspirasi dengan cepat dan sedalam mungkin melalui mulut. Jangan bernapas melalui hidung. Obat dapat tidak terasa bahkan ketika alat inhaler sudah digunakan dengan benar.
- (5) Pindahkan alat inhaler dari mulut dan tahan napas selama 10 detik atau semampunya pasien.
- (6) Lakukan ekspirasi secara perlahan.
- (7) Jika diperlukan 2 dosis, berikan dosis berikutnya sesuai dengan mekanisme diatas atau instruksi dari perusahaan pembuat alat inhaler.
- (8) Kumur-kumur jika menggunakan obat

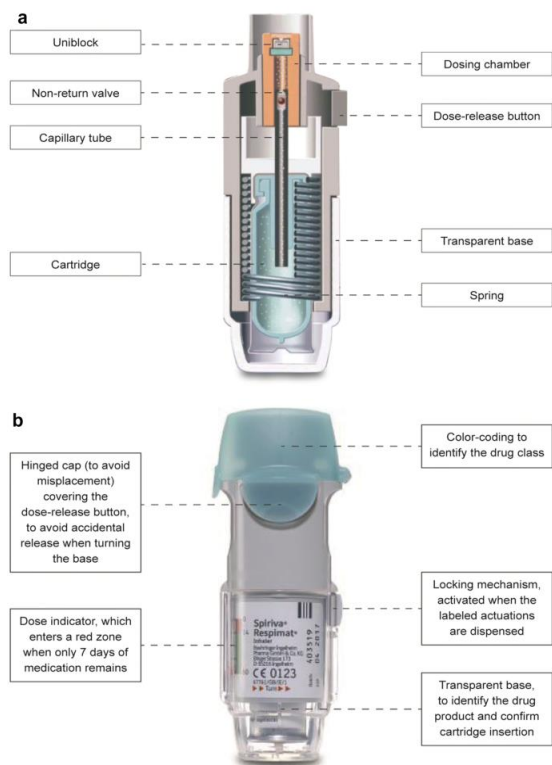
steroid dan buang air kumur tersebut.

#### Alat SMI

Alat SMI merupakan alat inhalasi tanpa penggunaan zat *propellant* yang mengirimkan obat dalam bentuk aerosol. Alat ini tidak memerlukan koordinasi pemencetan alat dan inhalasi yang diperlukan pada pMDI. Alat SMI menghasilkan aerosol yang disemprotkan dengan velositas yang lambat dan durasi penyemprotan yang lebih lama sehingga memudahkan pasien untuk menggunakannya.<sup>21</sup> Pasien dengan gangguan kognitif atau memiliki keterbatasan dalam melakukan aktivitas menggunakan tangan serta pasien dengan kemampuan inspirasi yang menurun akan sulit menggunakan alat pMDI atau DPI. Selain itu deposisi obat lebih banyak di paru distal menggunakan SMI dibandingkan dengan pMDI dan DPI. Hal ini disebabkan oleh penggunaan teknologi nebulizer untuk menghasilkan aerosol *inhalant*, atau *soft mist* dari cairan. Alat SMI menggunakan sistem *nozzle* yang efektif untuk menghasilkan aerosol dari cairan obat. Sistem mekanik yang digunakan oleh alat ini didesain untuk mengoptimalkan velositas aerosol, ukuran partikel, dan resistensi internal agar dapat meningkatkan pengiriman obat ke saluran napas secara optimal. Kelebihan utama SMI adalah kemampuan alat ini menghasilkan

aerosol secara independen tanpa diperlukan usaha inspirasi oleh pasien. Lebih dari 60% dosis obat yang dilepaskan oleh SMI berada dalam *fine-particle dose* dengan ukuran  $\leq 5 \mu\text{m}$  sehingga meningkatkan pengiriman obat

ke bronkus distal dan bronkiolus.<sup>22</sup> Struktur dan mekanisme kerja singkat dari alat SMI dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Struktur dan mekanisme kerja SMI secara singkat.<sup>22</sup>

### Alat Nebulizer

Nebulizer merupakan alat yang umum digunakan sebagai terapi inhalasi di bidang kedokteran. Alat ini bekerja dengan mengubah cairan menjadi *fine mist* atau aerosol yang dapat dihirup menggunakan masker atau *mouthpiece*. Alat ini merupakan modalitas pilihan pada anak usia muda, pasien geriatri, pasien dewasa dengan gangguan kognitif atau disabilitas fisik, kondisi eksaserbasi akut penyakit respirasi, dan pasien dengan kondisi khusus seperti dalam penggunaan ventilator.<sup>2,13,23</sup> Alat nebulizer dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan mekanisme kerja dalam menghasilkan *fine mist*/aerosol, yaitu: jet, ultrasonik, dan *vibrating mesh*.<sup>17</sup> Karakteristik masing-masing alat dapat dilihat pada tabel 3.

Nebulizer jet menggunakan mekanisme benturan gas berkecepatan tinggi (udara atau oksigen) dengan cairan di ruang nebulizer untuk menghasilkan partikel aerosol. Pemberian obat menggunakan nebulizer jet memerlukan waktu yang cukup lama, bunyi bising dan berat, serta menghasilkan gaya geser mekanis yang dapat memengaruhi pengobatan tertentu.<sup>2,3</sup>

Nebulizer ultrasonik menggunakan kristal piezo-elektrik yang bergetar cepat untuk menghasilkan partikel aerosol. Hal ini terjadi ketika getaran ultrasonik dari kristal diteruskan ke permukaan larutan obat di mana gelombang yang terbentuk menyebabkan obat dilepaskan dalam bentuk aerosol. Ukuran partikel yang dihasilkan oleh nebulizer ultrasonik dikaitkan dengan frekuensi osilasi. Nebulizer ultrasonik, dapat membuat larutan nebulisasi lebih cepat dibandingkan alat lainnya. Meskipun demikian, nebulizer ultrasonik tidak sesuai untuk obat dalam bentuk suspensi. Hal ini disebabkan oleh kristal piezo-elektrik yang biasanya memanaskan obat di reservoir. Proses ini membuat alat ini tidak cocok untuk obat yang labil secara termal.<sup>3</sup>

Mesh nebulizer adalah perangkat aerosol yang menggunakan jaring atau lempengan yang memiliki banyak lubang untuk menghasilkan aerosol cair. Larutan atau suspensi obat dialirkan melalui mesh untuk menghasilkan aerosol, tanpa diperlukan sistem *baffling* internal atau kompresi sumber udara. Fitur umum dari perangkat ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan aerosol dengan fraksi partikel halus yang tinggi. Hal ini meningkatkan penghantaran obat secara efisien dibandingkan dengan nebulizer konvensional.<sup>23</sup>

**Tabel 3. Karakteristik masing-masing alat nebulizer.<sup>2</sup>**

Tipe	Kelebihan	Kekurangan
Nebulizer Jet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koordinasi pasien tidak diperlukan</li> <li>- Dapat memberikan obat dengan dosis tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebih mahal dibandingkan pMDI</li> <li>- Diperlukan waktu lebih lama</li> <li>- Terdapat risiko kontaminasi</li> <li>- Persiapan alat diperlukan sebelum pengobatan</li> <li>- Tidak semua obat dapat diberikan</li> <li>- Kurang efisien dibandingkan alat lain (kehilangan <i>dead volume</i>)</li> <li>- Bunyi bisung</li> </ul>
Nebulizer ultrasonik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koordinasi pasien tidak diperlukan</li> <li>- Dapat memberikan obat dosis tinggi</li> <li>- Mesin tidak berbunyi</li> <li>- Pemberian lebih cepat dibandingkan nebulizer jet</li> <li>- Mudah dibawa, dioperasikan oleh baterai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mahal</li> <li>- Terdapat risiko kontaminasi</li> <li>- Persiapan alat diperlukan sebelum pemberian obat</li> <li>- Perlu dilakukan pembersihan setelah pemberian obat</li> <li>- Tidak semua obat dapat diberikan</li> </ul>
Nebulizer Mesh	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koordinasi pasien tidak diperlukan</li> <li>- Dapat memberikan obat dosis tinggi</li> <li>- <i>Dead volume</i> kecil</li> <li>- Mesin tidak berbunyi</li> <li>- Tidak ada obat yang hilang saat ekshalasi</li> <li>- Pemberian lebih cepat dibandingkan nebulizer jet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mahal</li> <li>- Terdapat risiko kontaminasi</li> <li>- Rentan akan malfungsi</li> <li>- Persiapan alat diperlukan sebelum pemberian obat</li> <li>- Tidak dapat digunakan untuk pemberian obat berupa suspensi (contoh: budesonid)</li> </ul>

**Pemilihan alat inhalasi yang tepat**

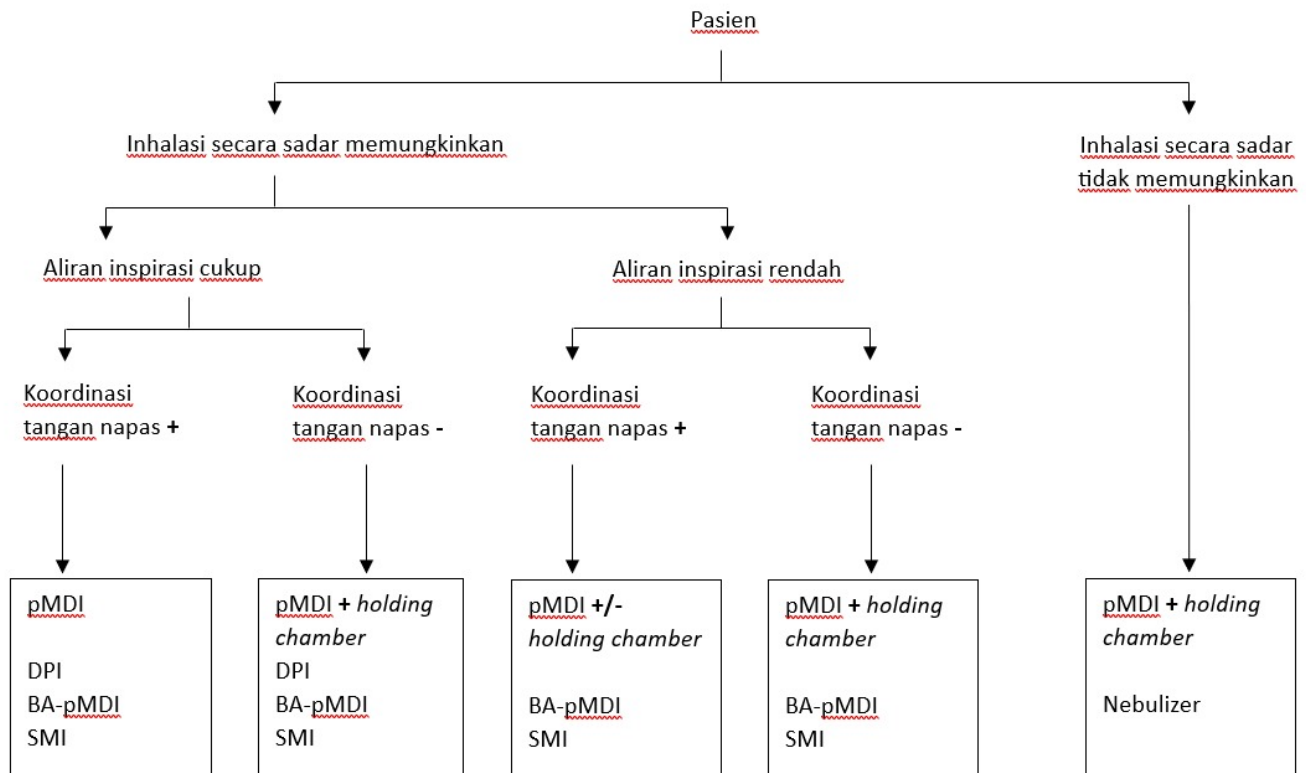
Pemilihan alat inhalasi bagi seorang pasien penting untuk diperhatikan agar tujuan terapi yang diberikan tercapai. Berbagai faktor penting penentu keberhasilan terapi pada seorang pasien dapat diringkas sebagai “6E”

dan dapat dilihat pada tabel 4.<sup>2</sup> Selain itu algoritme pemilihan alat inhalasi pada pasien dapat dilihat pada gambar 6. Panduan ini memberikan algoritme berdasarkan kesadaran pasien, kemampuan *inspiratory flow*, serta koordinasi tangan dan inspirasi.<sup>1</sup>

**Tabel 4. Berbagai faktor penting penentu keberhasilan terapi inhalasi pada pasien.<sup>2</sup>**

	Faktor	Definisi
1.	<i>Effective</i>	Alat harus efektif dalam mengirimkan obat aerosol sebanyak mungkin menuju organ target.
2.	<i>Efficient</i>	Alat mudah digunakan sehingga mengurangi risiko kesalahan.
3.	<i>Engaging</i>	Alat yang menarik bagi pasien akan meningkatkan kepatuhan serta kepuasan pasien.
4.	<i>Error-tolerant</i>	Alat dengan desain yang baik akan meminimalkan eror yang sering terjadi.
5.	<i>Easy-to-teach</i>	Alat yang mudah dan cepat untuk diajarkan akan memudahkan tenaga kesehatan ( <i>nurses</i> ) untuk mengevaluasi dan mengajarkan kepada pasien Mudah untuk diganti dengan alat lain jika diperlukan misal karena pertimbangan biaya
6.	<i>Easy-to-switch</i>	





**Gambar 6.** Algoritme pemilihan alat inhalasi pada pasien dewasa.

Aliran inspirasi cukup didefinisikan sebagai *inspiratory flow rate* > 30 L/menit.<sup>1</sup>

### Kesimpulan

Terapi inhalasi merupakan modalitas penting dalam pengobatan berbagai penyakit saluran napas, terutama asma dan PPOK. Pengiriman obat ke target organ dengan efek sistemik yang lebih rendah dibandingkan metode lainnya menjadikan terapi inhalasi modalitas pengobatan pilihan. Pemahaman terkait alat serta penggunaan yang optimal penting untuk dilakukan agar tujuan pengobatan tercapai serta menghindari kegagalan pengobatan yang dapat meningkatkan biaya pengobatan, morbiditas, dan mortalitas. Tenaga kesehatan perlu memahami secara baik berbagai modalitas terapi inhalasi yang tersedia dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing terutama bagi tenaga kesehatan yang sering berhadapan dengan penderita penyakit pernapasan. Dengan pemahaman yang baik diharapkan tata laksana yang diberikan kepada pasien akan menjadi optimal dan tercapai luaran yang baik.

### Daftar Pustaka

- Lavorini F. Inhaled drug delivery in the hands of the patient. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2014;27:414-8.
- Levy ML, Carroll W, Izquierdo Alonso JL, Keller C, Lavorini F, Lehtimaki L. Understanding Dry Powder Inhalers: Key Technical and Patient Preference Attributes. *Adv Ther.* 2019;36:2547-57.
- Borghardt JM, Kloft C, Sharma A. Inhaled Therapy in Respiratory Disease: The Complex Interplay of Pulmonary Kinetic Processes. *Can Respir J.* 2018;2018:2732017.
- Kocks JWH, Chrystyn H, van der Palen J, Thomas M, Yates L, Landis SH, et al. Systematic review of association between critical errors in inhalation and health outcomes in asthma and COPD. *NPJ Prim Care Respir Med.* 2018;28:43.
- Sulaiman I, Cushen B, Greene G, Seheult J, Seow D, Rawat F, et al. Objective Assessment of Adherence to Inhalers by Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195:1333-43.
- Papi A, Ryan D, Soriano JB, Chrystyn H, Bjermer L, Rodriguez-Roisin R, et al. Relationship of Inhaled Corticosteroid Adherence to Asthma

- Exacerbations in Patients with Moderate-to-Severe Asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2018;6:1989-98.
7. Dekhuijzen R, Lavorini F, Usmani OS, van Boven JFM. Addressing the Impact and Unmet Needs of Nonadherence in Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Where Do We Go From Here? *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2018;6:785-93.
  8. Valero A, Ribo P, Maiz L, Barbero E, Caller M, Campo C, et al. Asthma patient satisfaction with different dry powder inhalers. *Expert Rev Respir Med.* 2019;13:133-8.
  9. Rogliani P, Calzetta L, Coppola A, Cavalli F, Ora J, Puxeddu E, et al. Optimizing drug delivery in COPD: The role of inhaler devices. *Respir Med.* 2017;124:6-14.
  10. Dekhuijzen PN, Vincken W, Virchow JC, Roche N, Agusti A, Lavorini F, et al. Prescription of inhalers in asthma and COPD: towards a rational, rapid and effective approach. *Respir Med.* 2013;107:1817-21.
  11. Labiris NR, Dolovich MB. Pulmonary drug delivery. Part II: the role of inhalant delivery devices and drug formulations in therapeutic effectiveness of aerosolized medications. *Br J Clin Pharmacol.* 2003;56:600-12.
  12. Carvalho TC, Peters JI, Williams RO, 3rd. Influence of particle size on regional lung deposition--what evidence is there? *Int J Pharm.* 2011;406:1-10.
  13. Dolovich MB, Dhand R. Aerosol drug delivery: developments in device design and clinical use. *Lancet* 2011;377:1032-45.
  14. Leach CL, Davidson PJ, Boudreau RJ. Improved airway targeting with the CFC-free HFA-beclomethasone metered-dose inhaler compared with CFC-beclomethasone. *Eur Respir J* 1998;12:1346-53.
  15. Gross G, Thompson PJ, Chervinsky P, Vanden Burt J. Hydrofluoroalkane-134a beclomethasone dipropionate, 400 microg, is as effective as chlorofluorocarbon beclomethasone dipropionate, 800 microg, for the treatment of moderate asthma. *Chest* 1999;115:343-51.
  16. Hess D, Dhand R. Delivery of inhaled medication in adults. 2022. Accessed March 17, 2023. Available at <https://www.uptodate.com.eur.idm.oclc.org/contents/delivery-of-inhaled-medication-in-adults>.)
  17. Hess D, Dhand R. The use of inhaler devices in adults. 2022. Accessed March 17, 2023. Available at <https://www.uptodate.com.eur.idm.oclc.org/contents/the-use-of-inhaler-devices-in-adults>.)
  18. Kleinstreuer C, Shi H, Zhang Z. Computational analyses of a pressurized metered dose inhaler and a new drug-aerosol targeting methodology. *J Aerosol Med* 2007;20:294-309.
  19. Stein SW, Sheth P, Hodson PD, Myrdal PB. Advances in metered dose inhaler technology: hardware development. *AAPS PharmSciTech.* 2014;15:326-38.
  20. Islam N, Cleary MJ. Developing an efficient and reliable dry powder inhaler for pulmonary drug delivery--a review for multidisciplinary researchers. *Med Eng Phys.* 2012;34:409-27.
  21. Laube BL, Janssens HM, de Jongh FH, Devadson SG, Dhand R, Diot P, et al. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. *Eur Respir J.* 2011;37:1308-31.
  22. Iwanaga T, Tohda Y, Nakamura S, Suga Y. The Respimat((R)) Soft Mist Inhaler: Implications of Drug Delivery Characteristics for Patients. *Clin Drug Investig.* 2019;39:1021-30.
  23. Ohki M, Hyo Y, Yoshiyama Y, Takano H, Takahata J, Suzuki M, et al. Consensus guidance of nebulizer therapy for acute rhinosinusitis. *Auris Nasus Larynx.* 2020;47:18-24.