

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Asma

1. Pengertian

Asma merupakan penyakit gangguan inflamasi kronis saluran pernapasan yang dihubungkan dengan hiperresponsif, keterbatasan aliran udara yang *reversible* dan gejala pernapasan yang meliputi bunyi nafas *wheezing*, *dyspnoe*, batuk, dada merasa sesak, *tachypnoe* dan *tachycardia* (Sudoyo. AW, 2006).

Asma merupakan inflamasi kronik saluran nafas. Berbagai sel inflamasi berperan terutama sel mast, eosinofil, sel limfosit T, makrofag, neutrofil dan sel epitel. Faktor lingkungan dan berbagai faktor lain berperan sebagai penyebab atau pencetus inflamasi saluran nafas pada penderita asma. Inflamasi dapat ditemukan pada berbagai bentuk asma seperti asma alergi, asma non alergi, asma kerja dan asma yang dicetuskan aspirin. Risiko berkembangnya asma merupakan interaksi antara faktor pejamu (*host factor*) dan faktor lingkungan. Faktor pejamu di sini termasuk predisposisi genetik yang mempengaruhi untuk berkembangnya asma, yaitu *genetic asma*, asma alergi, hiperaktivitas bronkus, jenis kelamin dan ras. Faktor lingkungan mempengaruhi individu dengan kecenderungan/predisposisi

asma untuk berkembang menjadi asma, menyebabkan terjadinya eksaserbasi dan atau menyebabkan gejala-gejala asma menetap. Termasuk dalam faktor lingkungan yaitu *allergen*, sensitifitas lingkungan kerja, asap rokok, polusi udara, infeksi pernapasan (virus), diet, stastus sosioekonomi dan besarnya keluarga (PDPI, 2006).

Pada pasien asma akan mengalami gangguan obstruksi jalan nafas sebagai akibat dari bronkhokonstriksi saluran pernapasan. Obstruksi merupakan gangguan saluran napas baik struktural / fungsional yang menimbulkan perlambatan arus respirasi, yang akan ditunjukkan dari hasil pemeriksaan faal paru akan mengalami perubahan-perubahan pada nilai volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP1) < 80% nilai prediksi dan VEP / KVP < 75% (PDPI, 2006).

Tabel 2.1. Klasifikasi/Derajat Berat Asma Berdasarkan Gejala dan Fungsi Paru

Derajat	Gejala	Gejala pada Malam Hari	Fungsi Paru
Derajat 4 Persisten berat	Gejala terus menerus Pembatasan aktivitas fisik Sering menjadi lebih buruk	Sering	FEV ₁ atau PEF ≤ 60% nilai prediksi APE ≤ 60% nilai terbaik Variabiliti APE > 30%
Derajat 3 Persisten sedang	Gejala muncul tiap hari Sehari-hari menggunakan inhalasi short-acting beta ₂ agonist Gejala memburuk setelah beraktivitas Gejala memburuk lebih dari 2 kali dalam seminggu	>1 kali dalam seminggu	FEV ₁ atau PEF ≥ 60% - <80% nilai prediksi APE 60% - 80% nilai terbaik Variabiliti APE > 30%
Derajat 2 Persisten ringan	Gejala >2 kali seminggu tetapi <1 kali sehari Dapat lebih berat akibat aktivitas	> 2 kali dalam sebulan	FEV ₁ atau PEF ≥ 80% nilai prediksi APE ≥ 80% nilai terbaik Variabiliti APE 20%- 30%

Derajat 1 Intermiten	Gejala muncul ≤ 2 kali dalam seminggu Tanpa gejala dan PEF normal sampai gejala memburuk Dilaporkan memburuk (dari beberapa jam sampai beberapa hari), intensitas dapat bervariasi	≤ 2 kali dalam sebulan	FEV ₁ atau PEF $\geq 80\%$ nilai prediksi APE $\geq 80\%$ nilai terbaik Variabiliti APE $< 20\%$
-------------------------	---	-----------------------------	---

Black & Hawk, (2005), *Medical Surgical Nursing, (ed 7th)*, St. Louis: Elsevier.

PDPI (2006). Asma Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia. Jakarta.

Balai penerbit FK UI

2. Patofisiologi

Penyebab yang umum pada penyakit asma adalah hipersensitifitas bronkiolus terhadap benda-benda asing di udara. Pada pasien yang lebih muda, di bawah usia 30 tahun sekitar 70 persen asma disebabkan oleh hipersensitifitas alergi, terutama alergi terhadap serbuk sari tanaman. Pada pasien yang lebih tua, penyebabnya hampir selalu hipersensitifitas terhadap bahan iritan non alergi di udara seperti iritan pada kabut/debu (*smog*), infeksi saluran nafas, kecemasan, perubahan cuaca, makanan, obat atau ekspresi emosi yang berlebihan. Reaksi alergi yang terjadi akan merangsang pembentukan sejumlah antibody IgE abnormal dalam jumlah besar dan antibodi ini menyebabkan reaksi alergik jika mereka bereaksi dengan antigen spesifiknya.

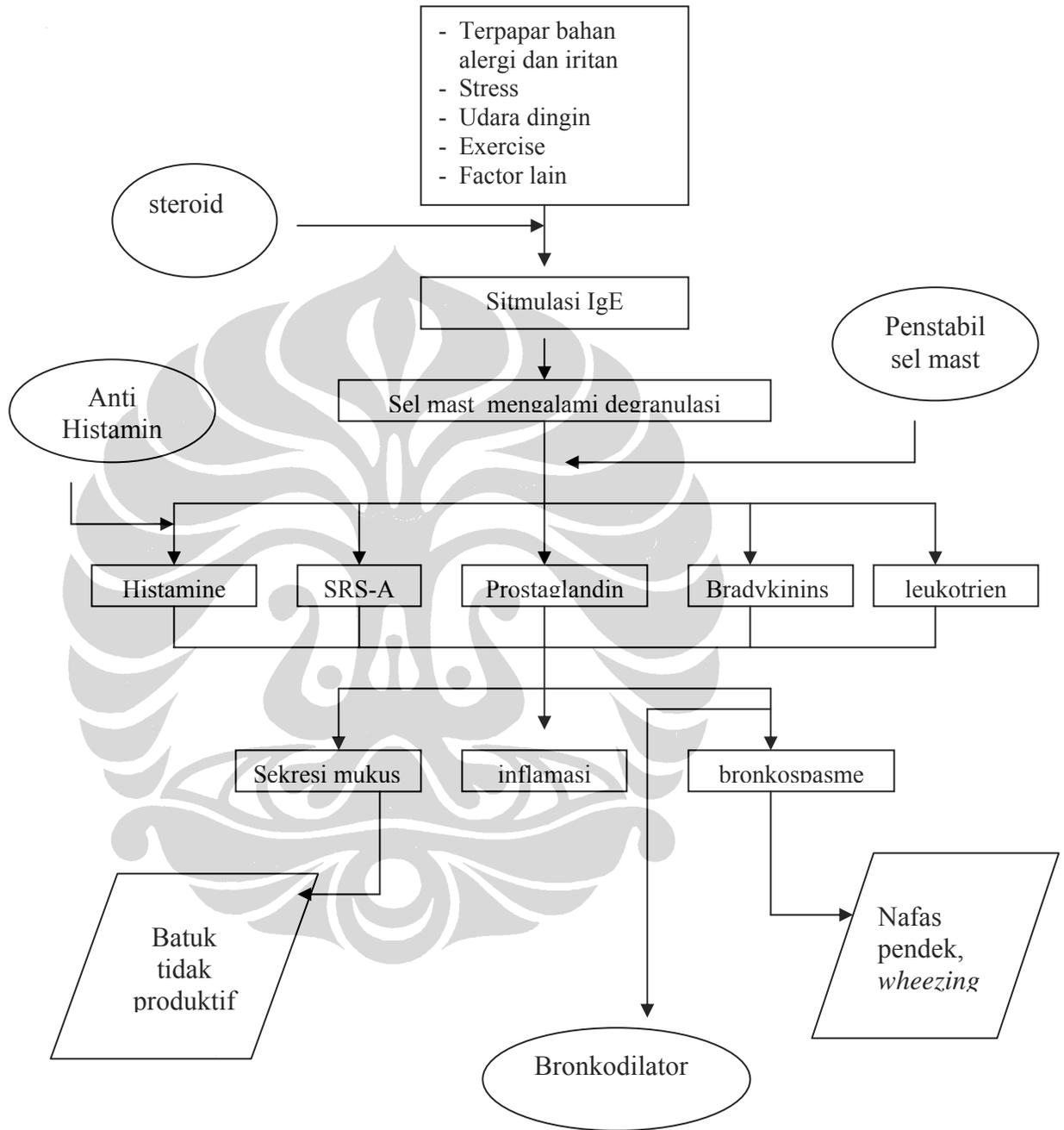
Pada pasien asma antibodi ini melekat terutama pada sel mast yang terdapat dalam interstitial paru yang berhubungan erat dengan bronkiolus dan bronkus kecil. Bila seseorang menghirup serbuk sari yang sensitif baginya (sehingga antibody IgE orang tersebut meningkat), serbuk sari bereaksi dengan antibodi terlekat sel mast dan menyebabkan sel ini mengeluarkan berbagai macam zat.

Diantaranya adalah histamine, zat anafilaksis yang bereaksi lambat (yang merupakan campuran leukotrien), faktor kemotaktik eosinofilik dan bradikinin. Efek gabungan dari semua faktor ini terutama dari substansi anafilaktik reaksi lambat akan menghasilkan edema lokal pada dinding bronkiolus kecil maupun sekresi mukus yang kental ke dalam lumen bronkiolus oleh karena itu tahanan saluran nafas menjadi sangat meningkat. Diameter bronkiolus lebih banyak berkurang (bronkokonstriksi) selama ekspirasi dari pada selama inspirasi, karena peningkatan tekanan dalam paru selama ekspirasi paksa menekan bagian luar bronkiolus. Karena bronkiolus sudah tersumbat sebagian, maka sumbatan selanjutnya adalah akibat dari tekanan eksternal yang menimbulkan obstruksi berat terutama selama ekspirasi paru (Lemon-Burke, 2000).

Pasien asma biasanya dapat melakukan inspirasi dengan baik dan adekuat tetapi sukar sekali melakukan ekspirasi maksimum, sehingga keadaan ini dapat menimbulkan kekurangan udara dan muncul gejala dispnea. Kapasitas fungsional dan volume residu paru menjadi sangat meningkat selama serangan asma akibat kesukaran mengeluarkan udara ekspirasi dari paru (Lemon-Burke, 2000). Resistensi jalan nafas meningkat, hiperinflasi pulmoner dan ketidak seimbangan ventilasi dan perfusi. Apabila keadaan ini tidak segera ditangani akan terjadi gagal nafas yang merupakan konsekuensi dari peningkatan kerja pernapasan, inefisiensi pertukaran gas dan kelelahan otot-otot pernapasan (Sudoyo. AW, 2006).

Skema 2.1

Patofisiologi, Penanganan dan Gejala Pasien Asma



Ket □ : Patofisiologi ○ : Treatment ▱ : Manifestasi klinis

Sumber : Black & Hawk (2005)

3. Tanda dan Gejala

Pada saat serangan, asma ditandai dengan sensasi dada sesak, *dyspnoe*, *wheezing* dan batuk. Pada pemeriksaan fisik ditemukan *tachycardia*, *tachypnea* dan ekspirasi memanjang. Suara *wheezing* menyebar terdengar saat auskultasi. Pada beberapa serangan dapat terjadi penggunaan otot-otot tambahan pernapasan, retraksi interkostal, bunyi *wheezing* dan suara paru yang melemah. *Fatigue*, *anxiety*, ketakutan dan kesulitan bicara sebelum menarik nafas merupakan kondisi yang progresif. Tanpa penanganan yang tepat asma dapat berkembang menjadi gagal nafas dengan *hypoxemia*, *hypercapnia* dan *acidosis*. Pasien akan membutuhkan intubasi dan ventilator mekanik serta obat-obatan. Ditambah gagal nafas komplikasi lain yang dapat terjadi sehubungan dengan asma akut adalah dehidrasi, infeksi pernapasan, atelectasis, pneumothorax dan cor pulmonale (Lemon-Burke, 2000).

4. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan asma didasarkan pada tingkat penyakit dan kemunduran dari spasme jalan nafas. Tujuan umum dari penatalaksanaan asma adalah, mencegah asma menjadi kronik atau bertambah buruk, mempertahankan tingkat aktivitas normal, mempertahankan fungsi paru pada tingkat normal atau mendekati normal, meminimalkan efek samping dari pemberian obat-obatan dan pasien merasa puas dengan perawatan asma (Black and Hawks, 2005). Penatalaksanaan asma bertujuan untuk mempertahankan kualitas hidup pasien dengan cara penatalaksanaan asma yang tepat. Sehingga kualitas hidup pasien dapat

meningkat dengan tingkat keluhan minimal, tetapi memiliki aktivitas maksimal. Penatalaksanaan yang tepat di antaranya membuat fungsi paru mendekati normal, mencegah kekambuhan penyakit, hingga mencegah kematian. Menurut Faisal Yunus (2006) Ada tujuh langkah penatalaksanaan asma, yakni : 1) pendidikan atau edukasi pada penderita dan keluarganya sehingga mengetahui karakteristik asma yang diderita, 2) menentukan klasifikasi asma untuk menentukan jenis obat dan dosisnya, 3) menghindari faktor pencetus yang bersifat beragam pada masing-masing penderita, 4) pemberian obat yang optimal, 5) mengatasi lebih dini kemungkinan meningkatnya serangan, 6) mengontrol secara berkala untuk evaluasi dan 7) meningkatkan kebugaran dengan olahraga yang dianjurkan, seperti renang, bersepeda, serta senam asma. (Faisal Yunus, 2006).

Ketujuh hal tersebut di atas, juga disampaikan kepada pasien asma dengan bahasa yang mudah dikenal (dalam edukasi) dengan “7 langkah mengatasi asma”, yaitu : 1) mengenal seluk beluk asma, 2) menentukan klasifikasi asma, 3) mengenali dan menghindari pencetus, 4) merencanakan pengobatan jangka panjang, 5) mengatasi serangan asma dengan tepat, 6) memeriksakan diri dengan teratur dan 7) menjaga kebugaran dan olah raga. Penatalaksanaan asma berguna untuk mengontrol penyakit asma. Asma dikatakan terkontrol bila : 1) gejala minimal (sebaiknya tidak ada), termasuk gejala malam, 2) tidak ada keterbatasan aktivitas termasuk *exercise*, 3) Kebutuhan bronkodilator (agonis β_2 kerja singkat) minimal (idealnya tidak diperlukan), 4) variasi harian APE kurang dari

20%, 5) nilai APE normal atau mendekati normal, 6) efek samping obat minimal (tidak ada) dan 7) tidak ada kunjungan ke unit gawat darurat (PDPI, 2006).

Pemberian obat-obatan pada pasien asma adalah pertama dengan pemberian bronchodilator. Golongan obat beta₂ agonist yang sering diberikan. Obat beta₂ agonist menstimulasi reseptor adrenergic sel-sel otot polos saluran pernapasan sehingga otot menjadi relaksasi dan jalan nafas menjadi dilatasi. Golongan obat antikolinergik juga diberikan untuk memblokir efek dari sistem saraf parasimpatis. Obat antikolinergik dapat meningkatkan tonus vagal otot-otot saluran pernapasan. Oksigen diberikan pada pasien dengan kondisi hipoksemia dimana tekanan oksigen parsial arteri kurang dari 60 mmHg, hipoksemia terjadi sebagai akibat ketidakseimbangan ventilasi dan perfusi. Pemberian oksigen 1 – 3 liter/menit dengan kanul nasal atau masker biasanya dapat mengatasi masalah. Target pemberian oksigen ini adalah dapat mempertahankan SpO₂ pada kisaran 92%. Penggunaan obat kortikosteroid untuk mencegah pengurangan sel-sel mast, mengurangi edema dan spasme otot-otot pernapasan (Sudoyo. AW, 2006).

Manfaat olah raga bagi penderita asma adalah pada saat penderita mengalami sesak nafas akan menyebabkan tubuh berusaha melakukan kompensasi antara lain dengan meningkatkan kerja otot-otot pernapasan, maka dengan olah raga atau melakukan latihan fisik akan terjadi peningkatan efisiensi kerja otot pernapasan serta memperbaiki fungsi pertukaran gas O₂ dan CO₂. Beberapa hal yang penting diketahui bagi penderita asma dalam kaitan dengan olah raga yaitu 1) tingkat kebugaran masing-masing penderita asma sangat bervariasi mungkin

sama dengan individu normal, tetapi pada umumnya lebih rendah, 2) harus waspada terhadap kemungkinan timbulnya serangan sesak nafas pada saat olah raga, khususnya bagi penderita *exercise Induced Asthma/ EIA* (penderita yang mengalami serangan asma apabila melakukan olah raga), 3) pengobatan asma harus dilakukan secara terpadu dan olah raga hanya merupakan salah satu komponen dalam proses pengobatan asma tersebut, 4) olah raga yang dilakukan secara berkelompok dengan program latihan serta supervisi, memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan olah raga yang sepenuhnya dilaksanakan sendiri di rumah dan, 5) bentuk olah raga yang dianjurkan antara lain; renang, bersepeda, jalan kaki atau lari pelan-pelan (*jogging*), senam yang dirancang khusus bagi penderita asma seperti Senam Asma Indonesia. Jenis olah raga yang kurang baik bagi penderita asma adalah lari cepat dan lama (Supriyantoro, 2004).

B. Otot Pernapasan

Respirasi merupakan gerakan reflek yang terjadi pada otot pernapasan yang diatur oleh pusat pernapasan yang terletak pada medulla oblongata dan korteks serebri. Otot pernapasan yang berperan pada inspirasi adalah musculus diaphragma dan musculus interkostalis externus. Pada saat inspirasi otot tersebut mengalami kontraksi. Disamping kedua otot tersebut, pada inspirasi dapat bekerja pula otot pernapasan lainnya yang biasa disebut otot pernapasan tambahan (*acesorius*), yaitu; musculus scalenus, musculus sternocleidomastoideus, musculus pectoralis, musculus serratus anterior, musculus trapezius, musculus latissimus dorsi dan musculus levator costarum. Otot pernapasan tambahan yang penting yaitu musculus sternocleidomastoideus, yang dibuktikan dengan adanya keaktifan listrik pada

inspirasi yang kuat (kerja dan dyspnoe). Pada saat ekspirasi musculus diaphragma dan musculus interkostalis externus mengalami relaksasi. Pada ekspirasi kuat digunakan pula otot-otot ekspirasi yaitu; musculus intercostalis internus, musculus serratus posterior minor dan triangular muscle of sternum (Guyton & Hall 2001).

Diaphragma adalah otot primer pernapasan dan membatasi toraks bagian bawah dengan abdomen. Diaphragma berbentuk kubah pada posisi relaksasi, puncaknya menyentuh pada *prosesus xiploideus*, sternum dan tulang costa bagian bawah. Kontraksi diaphragma menarik otot ke bawah, meningkatkan ruang rongga toraks dan mengembangkan paru-paru. Suplai saraf diaphragma (saraf *phrenik*) melalui tulang belakang (Putz dan Pabst, 1997). Kontraksi otot interkostal meregangkan tulang costa untuk menambah diameter anteroposterior dan lateral rongga toraks. Kontraksi interkosta eksternal bertanggung jawab sebesar 25% dalam upaya memasukkan udara masuk selama pernapasan normal. Pada saat inhalasi normal tekanan antar kedua lapisan pleura (intratorasik) subatmosfer lebih rendah dari tekanan atmosfer. Sebelum inhalasi ± 4 mmHg lebih kecil dari tekanan atmosfer atau ± 756 mmHg pada tekanan atmosfer 760 mmHg. Otot yang berperan dalam inhalasi adalah sternokleidomastoideus, skalen, interkosta eksterna dan diaphragma. Sedangkan otot yang berperan dalam ekshalasi adalah otot interkosta internal, obliq internal dan eksternal, abdominis transversus dan rektus abdominis (Tortora & Denickson, 2006).

Otot-otot pernapasan diatur oleh pusat pernapasan yang terdiri dari neuron dan reseptor pada pons dan medulla oblongata. Faktor utama pada pengaturan pernapasan adalah respon dari pusat kemoreseptor dalam pusat pernapasan terhadap

tekanan parsial karbondioksida (PaCO_2) dan pH darah arteri. Peningkatan PaCO_2 atau penurunan pH merangsang pernapasan (Alsagaff & Mukty, 2005).

C. Kekuatan Otot Pernapasan

Pada pasien asma akan terjadi bronchospasme dan bronchokonstriksi pada jalan nafas hal ini akan menyebabkan peningkatan resistensi aliran udara, obstruksi, hiperinflasi pulmoner dan ketidakseimbangan ventilasi dan perfusi. Manifestasi klinis yang diperlihatkan adalah sensasi dada sesak dan *dyspnoe*. Pada keadaan ini akan mengakibatkan peningkatan kerja otot-otot pernapasan, sebagai bentuk mekanisme tubuh untuk tetap mempertahankan ventilasi paru. Tetapi lama kelamaan otot pernapasan mengalami kelemahan yang akan menimbulkan penyakit bertambah buruk. Banyak kondisi penyakit yang berhubungan dengan penurunan fungsi otot respirasi, antara lain adalah, kelemahan atau peningkatan *fatig* pada otot pernapasan yang disebabkan karena perubahan metabolic atau struktur dari otot tersebut, kegagalan aktifitas saraf yang mengatur otot pernapasan seperti pada *multiple sclerosis*, kelemahan otot akibat perubahan mekanik pada system pernapasan yang disebabkan oleh peningkatan kebutuhan kerja otot pernapasan seperti pada emphysema, atau kombinasi dari faktor-faktor di atas seperti pada gagal jantung kronis. Kontraksi otot yang kuat dan lama akibat gangguan proses ekspirasi pada pasien asma akan mengakibatkan keadaan yang dikenal sebagai kelelahan otot pernapasan. Kelelahan otot sebagian besar disebabkan karena ketidakmampuan proses kontraksi dan metabolisme serat-serat otot untuk terus memberi hasil kerja yang sama, selain itu penyebaran sinyal saraf melalui hubungan neuromuskular akan menurun setelah aktivitas otot yang lama jadi mengurangi kontraksi otot lebih lanjut.

Hambatan aliran darah yang menuju ke otot yang sedang berkontraksi mengakibatkan kelelahan otot hampir sempurna selama satu menit atau lebih karena kehilangan suplai makanan terutama kehilangan oksigen (Guyton & Hall 2001).

Untuk meningkatkan kekuatan otot pernapasan terdapat beberapa tindakan atau intervensi keperawatan antara lain :

1. Senam Asma

Gerakan-gerakan senam asma terutama gerakan inti A dan gerakan Inti B adalah untuk melatih otot pernapasan, sehingga kekuatan otot pernapasan bertambah (Supriyantoro, 2004).

2. *Breathing Retraining*

Breathing Retraining adalah strategi yang digunakan dalam rehabilitasi pulmonal untuk menurunkan sesak nafas dengan cara *diaphragma breathing* dan *push-lip breathing*. *Pursed-lip breathing* adalah mengeluarkan udara (ekshalasi secara lambat melalui mulut dengan bibir mencucut/dirapatkan/setengah tertutup. Selama *pursed-lip breathing*, tidak ada aliran udara pernapasan terjadi melalui hidung karena sumbatan involunter dari nasofaring oleh palatum lunak. *Pursed-lip breathing* menimbulkan obstruksi terhadap aliran udara ekshalasi dan meningkatkan tahanan udara, menurunkan gradien tekanan transmural dan mempertahankan kepatenan jalan nafas. Proses ini membantu menurunkan pengeluaran udara yang terjebak, sehingga dapat mengontrol ekspirasi dan memfasilitasi pengosongan alveoli secara maksimal. Tujuan dari *diaphragma breathing* dan *push-lip breathing* adalah membantu pasien mengontrol pola nafas, meningkatkan ventilasi, meningkatkan batuk efektif dan meningkatkan

kekuatan otot pernapasan (Hoeman, 1996; Dechman & Wilson, 2004; Kisner & Colby, 1998).

3. Berenang
4. Bersepeda
5. Berjalan Santai (*Jogging*)

Kekuatan otot pernapasan dapat dikaji melalui pengukuran kapasitas paru pada *volume total lung capacity* (TLC) dan *residual Volume* (RV). Dimana volume TLC menggambarkan kekuatan otot ekspirasi dan RV menggambarkan kekuatan otot inspirasi. (Troosters, Gosselink, Decramer, 2005). TLC adalah volume gas di dalam paru-paru di akhir inspirasi maksimal atau volume udara di dalam paru-paru sesudah inspirasi maksimal, volume total paru-paru adalah 6000 ml. RV adalah jumlah udara yang tinggal di paru-paru sesudah ekspirasi maksimal. Jumlah udara yang selalu berada di dalam paru-paru dan tidak pernah dikeluarkan, jumlah RV adalah 1200 ml (Black & Hawk, 2005). Untuk mengukur TLC dan RV dapat menggunakan spirometri. Selain itu alat yang lebih simpel, bentuknya portabel dan mudah digunakan oleh pasien asma dalam menilai kapasitas parunya terutama *residual volume* adalah *incentive spirometer*. *Incentive Spirometer* adalah alat untuk mengukur aliran udara yang diinhalasi melalui mulut, sehingga dapat menilai peningkatan dari kekuatan otot pernapasan pada saat inhalasi. *Incentive Spirometer* ada dua tipe yang pertama adalah tipe aliran volume (*volume oriented*), tipe ini tidal volume spirometri di set sesuai dengan instruksi pabrik pembuatnya. Tujuan dari alat ini adalah untuk memastikan volume udara yang dihirup, dimana makin dalam pasien bernafas maka volume makin bertambah. Klien melakukan nafas dalam

melalui pangkal pipa ditempelkan di mulut, berhenti sejenak saat puncak inflasi paru-paru, dan kemudian relaksasi dan ekshalasi. Lakukan nafas normal beberapa kali sebelum melakukan serial nafas dalam yang berikutnya untuk menghindari kelelahan. Volume akan bertambah sesuai toleransi. Tipe yang kedua adalah spirometri aliran (*flow oriented*) alat ini sama tujuannya dengan spirometri volume, tetapi tidak dilakukan preset volume. Spirometer berisi sejumlah bola-bola yang bergerak yang terdorong ke atas oleh kekuatan dari pernapasan dan bergantung diudara ketika klien menarik nafas. Jumlah udara yang dihirup dan aliran udara yang diestimasi dengan seberapa panjang dan seberapa tinggi pergerakan bola-bola yang bergantung (Kozier, Erb, Olivieri, 2000).

D. Fungsi Paru

Fungsi dari paru-paru adalah untuk proses respirasi. Respirasi adalah usaha tubuh untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam proses metabolisme dan mengeluarkan karbondioksida sebagai hasil metabolisme dengan perantara organ paru dan saluran napas bersama kardiovaskuler sehingga dihasilkan darah yang kaya oksigen. Respirasi terdiri dari tiga tahap yaitu, ventilasi, difusi dan perfusi. Ventilasi adalah pergerakan oksigen (O₂) dari atmosfer ke alveoli yang disebut inspirasi dan pergerakan karbondioksida (CO₂) dari alveoli ke atmosfer yang disebut ekspirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses ventilasi adalah tekanan udara di atmosfer, kedaan jalan nafas, *compliance* dan *recoil* paru serta pusat pernapasan (Kozier & Erb, 2000). Selama inspirasi tekanan intra alveolar menjadi negatif bila dibandingkan dengan tekanan atmosfer, biasanya kurang dari 1 mmHg, hal ini menyebabkan O₂ mengalir ke dalam alveoli melalui saluran pernapasan. Sebaliknya

pada saat ekspirasi tekanan intra alveolar meningkat lebih dari 1 mmHg yang menyebabkan CO₂ mengalir keluar melalui saluran pernapasan (Guyton & Hall, 2001).

Paru-paru mempunyai kecenderungan elastis untuk *recoil* dan *compliance*. Elastisitas ini disebabkan karena diseluruh paru terdapat banyak serabut elastis yang diregangkan oleh pengembangan paru, dan permukaan cairan yang melapisi alveolus (surfaktan). *Recoil* total paru dapat diukur dengan jumlah tekanan negatif di dalam ruang intrapleural yang diperlukan untuk mencegah pengempisan paru disebut tekanan intrapleura, sebesar -4 mmHg. *Compliance* paru dinyatakan sebagai peningkatan volume di dalam paru untuk setiap satuan peningkatan tekanan intra alveolar. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan *Compliance* abnormal adalah keadaan apapun yang merusak jaringan paru, menyebabkan menjadi fibrotik atau edema, menyumbat bronkiolus, atau dengan cara lain apapun yang dapat menghalangi pengembangan dan pengempisan yang menyebabkan penurunan *Compliance* paru (Lewis, Dirksen & Hetkemper, 2000).

Oleh berbagai sebab fungsi paru dapat terganggu. Gangguan yang terjadi pada fungsi paru adalah gangguan ventilasi, gangguan difusi dan gangguan perfusi. Gangguan ventilasi terdiri dari gangguan retriksi dan obstruksi. Pada pasien asma akibat terjadinya inflamasi dan penyempitan jalan nafas maka akan terjadi gangguan ventilasi obstruksi. Obstruksi jalan nafas adalah gangguan saluran nafas baik struktural / fungsional yang menimbulkan perlambatan arus respirasi (Guyton & Hall, 2001). Pada pemeriksaan fungsi paru dengan menggunakan spirometri pada

gangguan obstruksi akan ditemukan perubahan nilai rasio FEV_1 (*forced expiration volume detik pertama*) / FVC (*forced vital capacity*) $< 75\%$ atau $FEV_1 < 80\%$ nilai prediksi. Fungsional residual capacity (FRC), total lung capacity (TLC) dan residual volume (RV) akan mengalami peningkatan sebagai akibat dari udara yang terperangkap di dalam paru-paru (PDPI, 2006).

Fungsi ventilasi paru dipengaruhi oleh faktor-faktor usia, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan.

1. Usia akan menurun sesuai pertambahan usia, hal ini disebabkan karena terjadi penurunan elastisitas dinding dada. Perubahan struktur pernapasan dimulai pada awal dewasa pertengahan. Selama proses penuaan terjadi penurunan elastisitas alveoli, penebalan kelenjar bronchial, penurunan kapasitas paru dan peningkatan jumlah ruang rugi (Guyton & Hall, 2001, Hudak & Gallo, 2005), yang disebabkan oleh : (Lemon & Burke, 2000)
 - a. adanya kalsifikasi kartilago kosta dan melemahnya otot-otot interkosta sehingga mengurangi pergerakan dinding dada.
 - b. Adanya osteoporosis vertebra, sehingga menurunkan fleksibilitas spinal dan meningkatkan derajat kiposis, dan lebih jauh akan meningkatkan diameter antero-posterior rongga dada.
 - c. Diaphragma lebih datar dan kehilangan elastistasnya.

2. Jenis Kelamin

Fungsi ventilasi paru-paru laki-laki lebih tinggi 20% - 25% dibandingkan pada wanita, karena ukuran anatomi paru laki-laki lebih besar dibandingkan wanita.

Selain itu aktivitas laki-laki lebih tinggi dibandingkan wanita, sehingga *recoil* dan *compliance* paru sudah terlatih (Guyton & Hall, 2001).

3. Tinggi Badan dan Berat Badan

Tinggi badan dan berat badan turut juga mempengaruhi dimana seseorang yang memiliki tubuh tinggi besar maka fungsi ventilasi parunya lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang bertubuh kecil pendek (Guyton & Hall, 2001).

Fungsi inspirasi dan ekspirasi juga dipengaruhi oleh tinggi badan dan berat badan karena kemampuan dada untuk mengembang akan berbeda pada setiap tinggi dan berat badan yang berbeda (Black & Hawks, 2005).

E. Pemeriksaan Fungsi Paru

Pada beberapa penyakit pernapasan terutama asma, resistensi aliran udara menjadi besar terutama selama ekspirasi, hal ini melahirkan suatu konsep yang disebut *aliran ekspirasi maksimum* yaitu bila seseorang melakukan ekspirasi dengan sangat kuat, maka aliran udara ekspirasi mencapai aliran maksimum dimana aliran tidak dapat ditingkatkan lagi walaupun dengan peningkatan tenaga yang besar. Aliran ekspirasi maksimum jauh lebih besar bila paru terisi dengan volume udara yang besar dari pada bila paru hampir kosong. Pada volume paru yang menjadi lebih kecil, maka aliran ekspirasi maksimum juga menjadi berkurang. Pada penyakit obstruksi saluran nafas yang salah satunya adalah asma biasanya pasien mengalami lebih banyak kesukaran waktu ekspirasi dari pada inspirasi, sebab kecenderungan menutupnya saluran nafas sangat meningkat dengan tekanan positif dalam dada selama ekspirasi. Sebaliknya, tekanan negatif pleura pada inspirasi mendorong saluran nafas membuka pada saat alveoli mengembang. Oleh karena itu udara cenderung memasuki paru

dengan mudah tetapi kemudian menjadi terperangkap di dalam paru, sehingga akan mengakibatkan peningkatan kapasitas total paru dan volume residu (Guyton & Hall 2001).

Pemeriksaan fungsi paru dilakukan pada pasien asma untuk diagnosis, menilai berat asma, memonitor keadaan asma dan menilai respons pengobatan. Pemeriksaan fungsi paru dilakukan melalui pemeriksaan spirometri dan arus puncak ekspirasi (APE) dengan menggunakan *Peak flow meter*. Pemeriksaan spirometri dilakukan pada awal penilaian atau kunjungan pertama, setelah pengobatan awal diberikan bila gejala dan APE telah stabil, pemeriksaan berkala 1 – 2 tahun untuk menilai perubahan fungsi jalan nafas, atau lebih sering bergantung berat penyakit dan respons pengobatan. Monitoring APE penting untuk menilai berat asma, derajat variasi diurnal, respons pengobatan saat serangan akut, deteksi perburukan asimtomatik sebelum menjadi serius, respon pengobatan jangka panjang, justifikasi objektif dalam memberikan pengobatan dan identifikasi pencetus misalnya paparan lingkungan kerja (PDPI, 2006).

Pemeriksaan paru yang sangat berguna dan juga sederhana adalah dengan merekam *kapasitas vital ekspirasi kuat (FVC)* pada spirometer. Untuk pasien dengan obstruksi saluran nafas dalam mewujudkan kapasitas vital ekspirasi kuat, tekniknya mula-mula orang tersebut melakukan inspirasi maksimal sampai kapasitas paru total, kemudian ekspirasi kedalam spirometer dengan ekspirasi maksimal paksa secepatnya dan sesempurna mungkin. Hasil yang didapat adalah dengan membandingkan volume ekspirasi kuat selama detik pertama dibagi dengan

kapasitas vital kuat total (FEV1/FVC%), dimana pada pada orang normal nilainya sekitar 80%, tetapi pada pasien dengan obstruksi saluran nafas dapat berkurang sampai 20% (Guyton & Hall 2001).

Pemeriksaan APE mudah, sederhana, kuantitatif dan *reproducible* untuk menilai ada dan berat obstruksi jalan nafas. Reprodusibiliti ditentukan setelah didapat 3 manuver yang dapat diterima reproduksibiliti bila nilai terbesar perbedaannya kurang dari 5% atau kurang dari 100 ml untuk nilai PVC dan FEV₁. *Peak flow meter* untuk pemantauan APE relatif murah dan dapat dibawa kemana-mana sehingga pemeriksaan tidak hanya dapat dilakukan di klinik, rumah sakit tetapi dapat dilakukan di fasilitas layanan medik sederhana (Puskesmas), praktek dokter bahkan di rumah pasien asma. Pengukuran APE membutuhkan instruksi yang jelas bila perlu dengan demonstrasi yang berulang. Nilai prediksi APE didapat berdasarkan usia, tinggi badan, jenis kelamin dan ras serta batasan normal *variability* diurnal berdasarkan literatur. Tetapi pada umumnya penderita asma mempunyai nilai APE di atas atau di bawah rata-rata nilai prediksi tersebut. Sehingga direkomendasikan, objektif APE terhadap pengobatan adalah berdasarkan nilai terbaik masing-masing penderita, daripada berdasarkan nilai normal/prediksi. Setiap penderita mempunyai nilai terbaik walaupun sama berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin. Penting untuk mendapat nilai terbaik, bukan nilai prediksi. Kecuali pada keadaan sulit mendapatkan nilai terbaik, misalnya penderita tidak dapat melakukan sendiri di rumah, asma sulit terkontrol dan sebagainya, maka dapat digunakan nilai prediksi (PDPI, 2006).

F. Peran Perawat

Dalam pemberian asuhan keperawatan kepada pasien asma, perawat berperan mulai dari tahap preventif, promotif, kuratif dan rehabilitatif. Dalam program penatalaksanaan asma yang terdiri dari 7 komponen perawat dapat berperan sebagai :

1. Edukator

Sebagai edukator perawat bekerja sama dengan tim kesehatan lain seperti dokter, petugas farmasi dan petugas fisioterapi. Edukasi yang diberikan kepada pasien asma dan keluarga bertujuan untuk :

- a. meningkatkan pemahaman (mengenai penyakit asma secara umum dan pola penyakit asma sendiri).
- b. meningkatkan keterampilan (kemampuan dalam penanganan asma).
- c. Meningkatkan kepuasan.
- d. Meningkatkan rasa percaya diri.
- e. Meningkatkan kepatuhan (*compliance*) dan penanganan mandiri.

Dengan kata lain, tujuan dari seluruh edukasi adalah membantu penderita agar dapat melakukan penatalaksanaan dan mengontrol asma (Black & Hawks, 2005, PDPI, 2006).

Edukasi harus dilakukan terus menerus, dapat dilakukan secara perorangan maupun berkelompok dengan berbagai metode, pada prinsipnya edukasi diberikan pada :

- a. kunjungan awal (I)
- b. kunjungan kemudian (II) yaitu 1-2 minggu kemudian dari kunjungan pertama
- c. kunjungan berikut (III)
- d. kunjungan-kunjungan berikutnya

Edukasi sebaiknya diberikan dalam waktu khusus di ruang tertentu dengan bantuan alat peraga yang lengkap seperti gambar pohon bronkus, phantom rongga toraks dengan saluran nafas dan paru, gambar potongan melintang saluran nafas, contoh obat inhalasi dan sebagainya. Edukasi tersebut dapat diberikan di klinik konseling asma. Edukasi sudah harus diberikan saat kunjungan pertama baik di unit gawat darurat, klinik, klub asma, dengan bahan edukasi terutama mengenal cara dan waktu penggunaan obat, menghindari pencetus, mengenali efek samping obat dan kegunaan kontrol teratur pada pengobatan asma (PDPI, 2006).

Bentuk pemberian edukasi menurut PDPI (2006) adalah:

- a. komunikasi/nasehat saat berobat
- b. ceramah
- c. latihan/*training*
- d. supervisi
- e. diskusi
- f. tukar menukar informasi (*sharing of information group*)
- g. film/video presentasi
- h. leaflet, brosur, buku bacaan
- i. dll.

2. Klien/*Patient Manager*

Perawat sebagai klien/*patient manager* berperan dalam mengefektifkan penatalaksanaan asma. Perawat dengan tim kesehatan lain merencanakan penatalaksanaan asma jangka panjang sesuai kondisi pasien, realistik

/memungkinkan bagi pasien dengan maksud mengontrol asma. Sistem penanganan asma mandiri, membantu pasien memahami kondisi kronik dan bervariasinya keadaan penyakit asma. Mengajak pasien memantau kondisinya sendiri, identifikasi perburukan asma sehari-hari, mengontrol gejala dan mengetahui kapan pasien membutuhkan bantuan medis. Pasien diperkenalkan kepada 3 daerah (zona) yaitu merah, kuning dan hijau dianalogkan sebagai kartu menuju sehat balita (KMS) atau lampu lalu lintas untuk memudahkan pengertian dan diingat penderita. Zona merah berarti berbahaya, kuning hati-hati dan hijau adalah baik tidak masalah. Pembagian zona berdasarkan gejala dan pemeriksaan fungsi paru (APE). Agar pasien nyaman dan tidak takut dengan pencatatan tersebut, maka diberikan nama *pelangi asma* (penjelasan pelangi asma terdapat pada table 2.2). Setiap pasien mendapat nasehat/anjuran yang bersifat individual bergantung kondisi asmanya (PDPI, 2006).

Tabel 2.2
Pelangi Asma

Pelangi Asma, monitoring keadaan asma secara mandiri	
Hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi baik, asma terkontrol • Tidak ada/minimal gejala • APE 80 – 100% nilai dugaan/terbaik <p><i>Pengobatan bergantung berat asma, prinsipnya pengobatan dilanjutkan. Bila tetap berada pada warna hijau minimal 3 bulan, maka pertimbangkan turunkan terapi.</i></p>
Kuning	<ul style="list-style-type: none"> • Berarti hati-hati, asma tidak terkontrol, dapat terjadi serangan akut/ekserbasi • Dengan gejala asma (asma malam, aktivitas terhambat, batuk, mengi, dada

terasa berat baik saat aktivitas maupun istirahat) dan/atau APE 60 – 80% prediksi/nilai terbaik

Mebutuhkan peningkatan dosis medikasi atau perubahan medikasi.

Merah

- Berbahaya
- Gejala asma terus menerus dan membatasi aktivitas sehari-hari
- APE < 60% nilai dugaan/terbaik

Penderita membutuhkan pengobatan segera sebagai rencana pengobatan yang disepakati dokter-pasien secara tertulis. Bila tetap tidak ada respon, segera hubungi dokter atau rumah sakit.

PDPI (2006). Asma Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia. Jakarta. Balai penerbit FK UI

G. Senam Asma

Yayasan Asma Indonesia (YAI) adalah lembaga swadaya masyarakat yang beraktivitas membantu program penatalaksanaan asma di masyarakat luas. Dibentuk pada tahun 1987 oleh beberapa dokter spesialis paru dan anggota masyarakat pemerhati asma. Kegiatan YAI adalah menyelenggarakan senam asma Indonesia di dalam klub asma yang terhimpun di dalam wilayah kerja di beberapa propinsi di Indonesia. Kegiatan YAI yang lain adalah ikut berperan dalam menanggulangi penyakit asma di Indonesia, kegiatannya meliputi di bidang medis, sosial maupun informasi kepada masyarakat luas (PDPI, 2006).

1. Pengertian

Senam asma adalah senam yang diciptakan khusus untuk penderita asma yang gerakan-gerakannya disesuaikan dengan kemampuan dan kebutuhan penderita

berdasarkan berat atau ringannya penyakit asma. Senam asma dimulai sejak tahun 1980an (Supriyantoro, 2004).

2. Tujuan Senam Asma

Tujuan senam asma menurut Supriyantoro (2006) adalah :

- a. Meningkatkan kemampuan otot yang berkaitan dengan mekanisme pernapasan.
- b. Meningkatkan kapasitas serta efisiensi dalam proses pernapasan (*respirasi*).
- c. Mencegah, mengurangi kelainan bentuk/sikap postur tubuh.
- d. Meningkatkan kebugaran jasmani/kemampuan fisik (*physical fitness*).
- e. Meningkatkan kepercayaan diri bahwa penderita asma mampu melakukan aktivitas yang sama seperti orang sehat lainnya, sehingga mencapai nilai produktivitas kerja yang tinggi atau bahkan berprestasi.

Sedangkan manfaat senam asma adalah :

- a. Melatih cara bernapas yang benar.
- b. Melenturkan dan memperkuat otot pernapasan.
- c. Melatih ekspektorasi yang efektif.
- d. Meningkatkan sirkulasi.

3. Waktu Pelaksanaan Senam Asma

Latihan senam asma dilaksanakan pada :

- a. Frekuensi latihan 3 – 5 kali seminggu

- b. Lama latihan 30 – 45 menit. Bila kondisi fisik belum memungkinkan dapat dimulai secara bertahap sesuai kemampuan. Latihan dapat dilakukan juga 1 kali seminggu dengan durasi latihan 60 menit.
- c. Intensitas dimulai dari intensitas rendah. Target zone 60 – 65% dari denyut nadi maksimal (DNM) (Supriyantoro, 2004).

4. Persiapan Senam Asma

Persiapan sebelum mengikuti senam asma khususnya bagi penderita asma adalah:

- a. Melakukan pemeriksaan ke dokter khususnya untuk mengetahui derajat (berat/ringan) penyakit asmanya, mengetahui ada/tidaknya penyakit lain yang menyertai (misalnya penyakit jantung)
- b. Latihan sebaiknya dilakukan pada suhu yang agak panas dan lembab, bukan pada suhu dingin atau kering.
- c. Harus selalu membawa obat bronchodilator (khususnya dalam bentuk inhaler).
- d. Bagi penderita asma tipe *exercise Induced Asthma* harus memperhatikan beberapa hal yaitu : intensitas latihan jangan terlalu melelahkan (misalnya setiap 6 menit latihan diselingi istirahat kurang lebih 1menit kemudian latihan lagi), sebelum senam gunakan obat bronchodilator inhaler (Supriyantoro, 2004).

5. Tahapan Senam Asma

Tahapan senam asma selalu diawali dan diakhiri dengan berdoa, adapun tahapan senam asma adalah :

a. Pemanasan dan Peregangan

Gerakan pemanasan dan peregangan ditujukan untuk mempersiapkan otot sendi, jantung dan paru-paru, sehingga tubuh dalam keadaan siap untuk melakukan latihan. Gerakan pemanasan dan peregangan pada prinsipnya melibatkan seluruh persendian dan dimulai dari bagian atas ke arah bawah.

b. Gerakan inti A

Pada setiap gerakan inti A selalu diikuti dengan menarik nafas (inspirasi) dan mengeluarkan nafas (ekspirasi), dimana pada pernapasan yang ideal/normal perbandingan waktu inspirasi dan ekspirasi 1 : 2, oleh karena itu pada gerakan ini dirancang menjadi 4 hitungan yaitu : hitungan 1 inspirasi/ tarik nafas, hitungan 2 tahan nafas, hitungan 3 dan 4 hembuskan nafas (ekspirasi).

Agar gerakan dan pernapasan dapat terkontrol dengan baik dan teratur, maka irama musik pada tahap ini menggunakan ketukan 50 – 60 kali/menit. Total waktu gerakan dan pernapasan ini tidak lebih dari 8 menit, karena jika lebih dapat memicu timbulnya sesak nafas.

c. Gerakan inti B

Pada gerakan inti B ditujukan pada seluruh tubuh tetapi tetap juga melibatkan otot pernapasan pada setiap gerakannya. Maksud gerakan pada tahap ini adalah, melicinkan gerak sendi diseluruh tubuh sehingga mampu melakukan

aktifitas maksimal, melibatkan kontraksi otot yang teratur dengan irama yang ritmis sehingga otot-otot akan menjadi relaks, sebagai latihan pra *aerobic* karena gerakan-gerakan yang teratur dan cukup lama, sehingga dapat menambah kemampuan daya tahan tubuh. Musik yang dipakai mengiringi lebih cepat dengan ketukan 80-90 kali/menit.

d. Aerobik

Latihan *aerobic* merupakan tahap latihan yang umumnya hanya dapat diikuti penderita asma ringan dan orang sehat. Di sini para peserta dicoba untuk melakukan aktifitas yang lebih keras dan kontinyu untuk melatih percaya diri bahwa mereka boleh atau mampu melakukan aktifitas tertentu. Pada gerakan ini pelatih harus jeli memperhatikan peserta yang mungkin terlalu lelah dan tidak bosan-bosan untuk selalu menganjurkan kepada pasien agar tidak memaksakan mengikuti gerakan, tetapi semampunya saja, ukur dan kenali diri sendiri. Pada *aerobic* ini musik yang dipakai untuk mengiringi lebih cepat yaitu dengan ketukan 100 – 120 kali/menit.

e. Pendinginan

Pada tahap pendinginan baban latihan secara berangsur kembali diturunkan sehingga denyut nadi dan frekuensi pernapasan menjadi normal, setelah mengalami peningkatan pada saat latihan.

f. Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan untuk menilai efek dari senam asma terhadap fungsi paru dapat dilakukan pemeriksaan fisik dan spirometri setiap 3 – 6 bulan. Pemeriksaan Peak Flow Rate (PFR) dengan alat mini Peak Flowmeter pada saat sebelum dan sesudah latihan (Supriyantoro, 2004).

H. Pengaruh Senam Asma Terhadap Kekuatan Otot Pernapasan dan Fungsi Paru

Untuk meningkatkan kekuatan otot-otot pernapasan perlu dilakukan latihan otot pernapasan. Latihan otot ini dilakukan secara bertahap sesuai dengan kemampuan pasien. Latihan otot yang dianjurkan untuk meningkatkan kekuatan otot pada pasien asma adalah jalan kaki, bersepeda *aerobic* dan senam, khususnya senam asma. Tujuan dari senam ini adalah untuk meningkatkan *lifestyle*, meningkatkan kapasitas maksimal *exercise*, mengurangi gejala selama *exercise* dan mempertahankan massa otot. Senam yang teratur akan mengurangi penumpukan asam laktat dalam darah sebagai efek metabolisme anaerob dan mengurangi kebutuhan ventilasi selama senam. Dengan senam pun dapat mengurangi gejala *dyspnoe* dan kelelahan selama senam (Larson, Covey, Corbridge, 2002).

Otot-otot pernapasan menyebabkan ventilasi paru, dengan mengempiskan dan mengembangkan paru secara berganti-ganti, yang kemudian menyebabkan peningkatan dan penurunan tekanan alveolus. Orang yang melakukan latihan berhubungan dengan kekuatan otot-otot pernapasan, fungsi ventilasi parunya akan lebih tinggi dibandingkan orang yang tidak melakukan latihan. Hal ini disebabkan

dengan peningkatan otot-otot pernapasan maka pengembangan paru akan meningkat. Contoh latihan yang dapat meningkatkan fungsi ventilasi paru adalah; senam, *aerobic*, renang, *jogging*, *breathing retraining* dan sebagainya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Faridah (2007) tentang pengaruh *breathing retraining* terhadap peningkatan fungsi ventilasi paru. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa nilai rata-rata fungsi ventilasi paru kelompok intervensi lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, kekuatan otot dapat meningkat setelah melakukan latihan otot. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian yang dilakukan B. Mathers-Schmidt et.al (2002) yang melakukan latihan otot pernapasan inspirasi selama 6 minggu dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil penelitian menyatakan ada perbedaan yang bermakna di mana pada pasien yang dilakukan intervensi terdapat peningkatan kekuatan otot pernapasan (B. Mathers-Schmidt et.al .2002).

Senam asma atau latihan dapat menyebabkan perangsangan pusat otak yang lebih tinggi pada pusat vasomotor di batang otak yang menyebabkan peningkatan tekanan arteri dan peningkatan ventilasi paru. Gerakan tubuh terutama lengan dan tungkai dianggap meningkatkan ventilasi paru dengan merangsang propioseptor sendi dan otot, yang kemudian menyalurkan impuls eksitasi ke pusat pernapasan. Hipoksia yang terjadi dalam otot selama latihan, menghasilkan sinyal saraf aferen ke pusat pernapasan untuk merangsang pernapasan. Otot-otot yang bekerja akan membentuk karbondioksida dalam jumlah yang luar biasa banyaknya dan menggunakan banyak sekali oksigen, sehingga PCO₂ dan P_{O₂} berubah secara nyata antara siklus inspirasi dan siklus ekspirasi pada pernapasan (Guyton & Hall, 2001).

Bila seseorang melakukan latihan, biasanya faktor-faktor saraf merangsang pusat pernapasan, dalam tingkat yang hampir sama dengan penyediaan kebutuhan oksigen tambahan, yang dibutuhkan selama latihan dan membuang karbon dioksida extra. Namun kadang-kadang sinyal saraf terlalu kuat atau terlalu lemah merangsang pusat pernapasan. Kemudian faktor-faktor kimia memegang peranan penting dalam melakukan penyesuaian akhir pada pernapasan yang dibutuhkan untuk mempertahankan karbondioksida dan ion hidrogen cairan tubuh sedekat mungkin dengan konsentrasi normal. Pada saat latihan pertama dimulai, ventilasi alveolus dengan segera meningkat tanpa didahului oleh peningkatan PCO₂ arteri. Pada saat mulai latihan biasanya cukup besar meningkatkan ventilasi, yang sebenarnya menurunkan PCO₂ arteri di bawah normal. Hal ini terjadi karena ventilasi mendahului peningkatan pembentukan carbon dioksida dalam darah sehingga otak mengadakan suatu rangsangan antisipasi pernapasan pada permulaan latihan, menghasilkan ventilasi alveolus ekstra bahkan sebelum hal ini dibutuhkan. Tetapi kira-kira setelah 30 sampai 40 detik latihan, jumlah karbondioksida yang dilepaskan dari dari otot aktif kemudian hampir sama dengan peningkatan kecepatan ventilasi dan PCO₂ arteri kembali normal (Guyton & Hall, 2001).

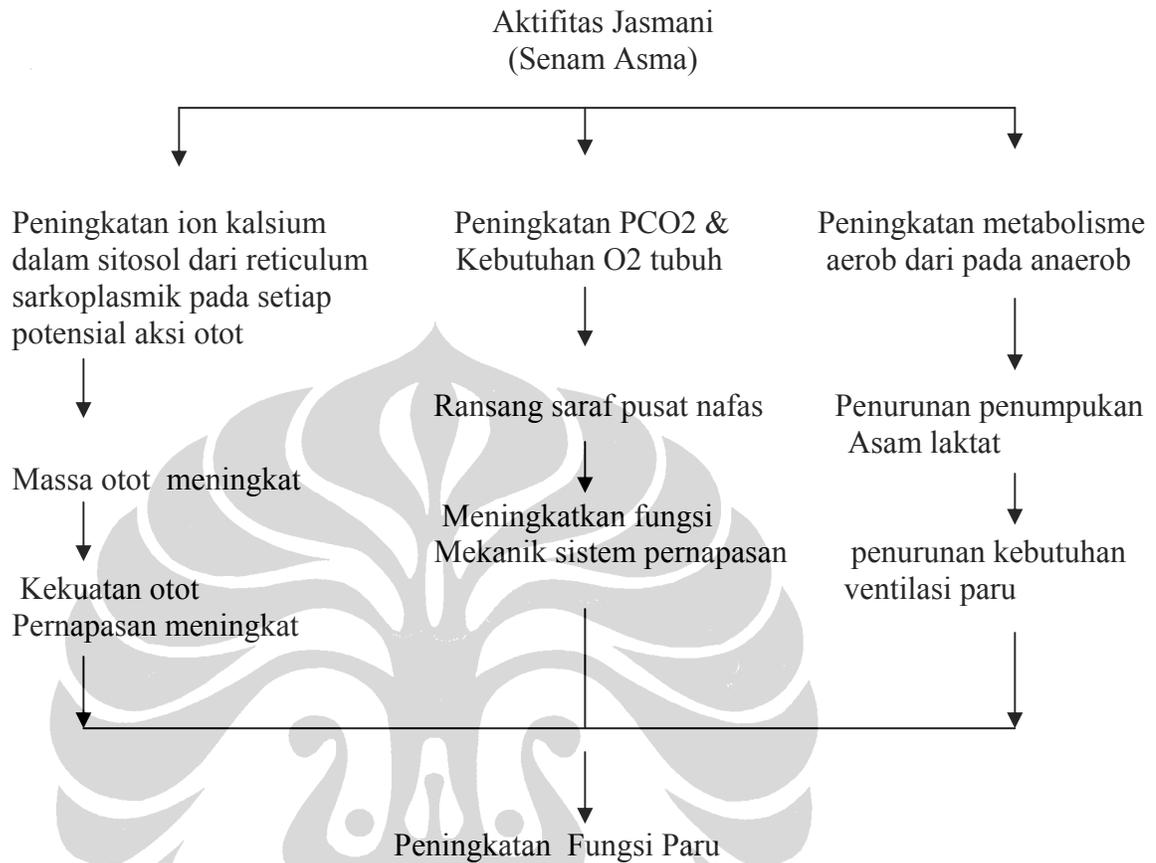
I. Kerangka Teori

Salah satu penatalaksanaan pasien asma adalah meningkatkan kebugaran dengan olah raga senam asma. Senam asma bertujuan untuk meningkatkan kekuatan otot pernapasan dan fungsi paru pasien asma, sehingga pasien asma dapat mengontrol penyakitnya. Senam asma yang dianjurkan adalah 3 sampai kali seminggu di mana setiap senam dilakukan selama 30 sampai 45 menit. Dengan latihan otot-otot yang

bekerja akan membentuk karbondioksida dalam jumlah yang luar biasa banyaknya dan menggunakan banyak sekali oksigen, sehingga PCO₂ dan PO₂ berubah secara nyata antara siklus inspirasi dan siklus ekspirasi pada pernapasan. Ion kalsium dalam sitosol akan meningkat sebagai akibat peningkatan pelepasan dari retikulum sarkoplasmik pada saat terjadi potensial aksi otot. (Faisal Yunusl 2006; Guyton & Hall, 2001).

Latihan yang rutin juga dapat meningkatkan aliran darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke jantung, dan sel-sel tubuh. Proses metabolisme aerob akan terjadi dari pada metabolisme an aerob. Penumpukan asam laktat sebagai akibat dari metabolisme an aerob akan berkurang akan mengurangi kebutuhan ventilasi selama latihan. Latihan yang rutin akan meningkatkan massa otot sebagai efek dari peningkatan kalsium dalam sel otot, massa otot pun dapat dipertahankan dan kekuatan otot akan meningkat (Guyton & Hall, 2001).

Skema 2.2.
Fisiologi Senam Asma



Sumber : Guyton & Hall (2001)