

LATIHAN PERNAPASAN DENGAN METODE BUTEYKO MENINGKATKAN NILAI FORCE EXPIRATORY VOLUME IN 1 SECOND (%FEV₁) PENDERITA ASMA DEWASA DERAJAT PERSISTEN SEDANG

Denny Agustiniingsih¹, Abdul Kafi², Achmad Djunaidi¹

¹Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran UGM, Yogyakarta

²Fakultas Kedokteran UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Breathing exercises are frequently recommended as an adjunctive treatment for asthma. Breathing exercise for asthma that is recommended in Indonesia is *Senam Asma Indonesia*, which has a session of aerobic exercise. In Russia and Australia Buteyko method is practiced as a simple exercise for respiration. Principally, the technique of Buteyko is different from other respiration methods.

Objective: The aim of this study is to know if the effect of Buteyko method could increase lung function of adult asthmatic patient better than *Senam Asma Indonesia*.

Methods: Design of this study is field experiment with pretest and posttest of the lung function test (FVC, %FVC, FEV₁ and %FEV₁). The subjects divided into three groups, the group I, given exercise with the Buteyko method, group II given exercise with *Senam Asma Indonesia* and the group III without any exercise. The exercise was given for 12 weeks. The lung function test was done at the end of every month for all groups.

Result: %FEV₁ for Buteyko's group increased significantly but other parameters didn't.

Conclusion: Breathing exercises with Buteyko and *Senam Asma Indonesia* both could decrease the airway resistance in asthmatic patient, but could not improve the vital capacity of the lung.

Keywords: asthma; buteyko method, *senam asma Indonesia*, lung function test

PENDAHULUAN

Asma bronkial merupakan penyakit inflamasi kronis saluran napas yang melibatkan berbagai sel inflamasi, khususnya sel *mast*, eosinofil, limfosit T, makrofag, neutrofil dan sel-sel epitel. Pada individu yang peka, inflamasi ini menyebabkan episode berulang *mengi* (*wheezing*), susah bernapas, dada sesak dan batuk, terutama pada malam atau pagi hari. Inflamasi ini juga menyebabkan peningkatan respons saluran napas terhadap berbagai rangsangan.¹ Asma merupakan penyakit multifaktor yang disebabkan oleh faktor keturunan atau lingkungan, penyakit atopik, infeksi saluran napas, perokok sigaret aktif maupun pasif, paparan akibat pekerjaan, bahan kimia dalam makanan dan obat-obatan.

Di tahun 2000 tema "Hari Asma Sedunia" yang diperingati setiap 7 Mei adalah "*Let Every Person Breathe*". Hal ini karena prevalensi asma yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tak kurang dari 150 juta penduduk dunia menderita asma dengan tambahan 180.000 kasus per tahun. Berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 1986, asma bersama dengan penyakit saluran napas lain menduduki peringkat ke-10 sebagai penyebab kematian. Pada SKRT 1992 naik ke peringkat tujuh. Penelitian Matondang dan kawan-kawan pada tahun

1994², menunjukkan prevalensi asma di pedesaan rata-rata 4.3% dan di perkotaan 6.5%, dan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta tercatat 16.4%. Berbagai penelitian lain menunjukkan bahwa prevalensi asma di Indonesia diperkirakan sekitar 3% - 8%.

Mengamati tingginya angka kesakitan dan kematian akibat asma dan terus meningkatnya angka tersebut dari tahun ke tahun menuntut keseriusan dari bidang kedokteran untuk menanganinya. Asma yang tidak diobati menyebabkan penderita harus dirawat di rumah sakit, tidak masuk sekolah atau kerja, terbatas aktivitas fisiknya, tak bisa tidur, bahkan pada beberapa kasus mengakibatkan kematian. Oleh karena itu, perlu diupayakan agar setiap penderita asma mendapatkan diagnosis dan pengobatan yang tepat serta mampu mengelola asmanya. Menurut panduan asma internasional (*Global Initiative for Asthma/GINA*) yang disebut sebagai asma terkontrol adalah asma yang menunjukkan gejala-gejala kronis termasuk munculnya gejala pada malam hari, jarang terjadi kekambuhan, tidak ada kunjungan ke ruang gawat darurat, tidak ada keterbatasan aktivitas dan tidak ada efek samping penggunaan obat.

Kemajuan di bidang farmakologi dan terapi dalam pengobatan maupun pencegahan asma, mampu mengurangi angka insidensi. Obat yang

digunakan dalam penatalaksanaan asma adalah jenis bronkodilator dan turunan steroid. Semakin maju obat yang ditemukan seiring dengan bertambahnya biaya dan obat harus dikonsumsi setiap kali terjadi serangan. Hal ini merupakan kendala untuk penerapan pengobatan mutakhir terhadap asma. Kemudian timbul paradigma baru dalam bidang farmakologi dan terapi untuk kembali ke alam, selain juga dikembangkannya latihan-latihan olah napas sederhana yang bertujuan mengembalikan fungsi normal tubuh secara alami. Latihan pernapasan sering direkomendasikan sebagai tambahan dalam penatalaksanaan asma yaitu sebagai pendamping terapi farmakologis. Diharapkan dengan metode sederhana akan dapat menurunkan angka kesakitan dan kematian serta menekan biaya pengobatan. Hasil telaah dari beberapa sumber diperoleh manfaat dari olah napas ini bagi penderita asma.³

Di Indonesia, telah dikembangkan latihan untuk penderita asma yang dikenal sebagai Senam Asma Indonesia. Senam ini terdiri dari beberapa tahapan latihan seperti halnya olah raga yang lain, yaitu: pemanasan, latihan inti A, latihan inti B, aerobik dan pendinginan. Adapun tujuan senam ini adalah untuk melatih cara bernapas yang benar, melenturkan dan memperkuat otot pernapasan, melatih ekspektorasi yang efektif, meningkatkan sirkulasi, mempertahankan asma terkontrol, serta meningkatkan kualitas hidup.⁴

Latihan olah napas biasanya merupakan bagian dari suatu kesatuan gerakan tertentu yang sangat dipengaruhi oleh budaya yang berkembang di negara asalnya. Salah satu metode olah napas yang dikembangkan di Rusia oleh Konstantin Buteyko adalah latihan pernapasan dengan metode Buteyko.⁵ Metode Buteyko adalah serangkaian latihan pernapasan yang sederhana dengan prinsip secara mekanisnya berbeda dengan metode pernapasan yang lain. Namun secara umum memiliki tujuan yang sama yaitu memperbaiki pernapasan diafragma. Metode ini memiliki ciri khusus yang lebih memfokuskan pada menurunkan frekuensi pernapasan.⁶ Penderita asma akan mengalami hiperventilasi yang menyebabkan rendahnya kadar CO₂ yang akan diikuti dengan pergeseran efek Bohr dan akibatnya oksigenasi akan semakin berkurang. Frekuensi napas yang optimal dengan penurunan frekuensi pernapasan membawa kadar CO₂ pada kadar normal, sehingga oksigenasi akan optimal.

Di Australia, sekitar 100 penderita asma dengan hiperventilasi diberikan terapi pernapasan dengan metode Buteyko dan hasilnya menunjukkan adanya penurunan serangan sebesar 91%. Selain itu, dari beberapa penelitian juga diperoleh hasil bahwa latihan dengan metode Buteyko dapat menurunkan penggunaan obat bronkodilator hingga 96% dan obat steroid inhalasi hingga 49% setelah berlatih selama 12 minggu.⁸

Permasalahan yang timbul adalah apakah latihan pernapasan baik dengan metode Buteyko ataupun Senam Asma Indonesia juga dapat memperbaiki fungsi paru penderita asma dewasa. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji apakah latihan pernapasan dengan metode Buteyko dapat menurunkan tahanan saluran napas dan meningkatkan fungsi paru (meningkatkan FVC, %FVC, FEV₁, dan %FEV₁) penderita asma dewasa.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Subjek Penelitian adalah penderita asma bronkial dengan diagnosis asma persisten derajat sedang, usia dewasa (20-50 tahun) dan terdaftar di Yayasan Asma Indonesia Cabang Yogyakarta dan Bagian Rekam Medis Poliklinik Paru RSUP Dr. Sardjito sampai bulan Januari 2003. Subjek tidak pernah mengikuti latihan pernapasan metode apapun, bukan penderita penyakit jantung, epilepsi, penyakit ginjal ataupun diabetes mellitus, serta bersedia untuk diteliti selama tiga bulan. Subjek yang memenuhi kriteria dan bersedia menandatangani *informed consent* berjumlah 18 orang.

Subjek dibagi menjadi tiga kelompok secara acak, kelompok I sejumlah 6 orang diberikan latihan dengan metode Buteyko 1x60 menit per minggu, kelompok II sejumlah 6 orang mengikuti latihan Senam Asma Indonesia bersama kelompok senam RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta 1x60 menit per minggu, kelompok III sejumlah 6 orang tanpa perlakuan dan berlaku sebagai kontrol. Perlakuan diberikan selama 12 minggu. Keterangan Kelainan Etik (*Ethical Clearance*) dikeluarkan oleh Komisi Etik Penelitian Kedokteran Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada No. KE/FK/09/EC.

Pengukuran fungsi paru dilakukan dengan alat Autospiro AS-500 (Minato, Jepang) di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran UGM setiap akhir bulan sebanyak 4 kali. Parameter yang diukur adalah *Forced Expiratory Volume in 1 second*

(FEV₁), *Forced Vital Capacity* (FVC), *percentage FVC* dan *percentage FEV₁*. Pasangan data dibandingkan menggunakan *Wilcoxon signed-rank test* untuk data nonparametrik. Data disajikan dalam bentuk *mean ± standard deviasi*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret hingga Juni 2003. Adapun karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Awal Subjek Penelitian yang Mengikuti Latihan Pernapasan Metode Buteyko, Senam Asma Indonesia Serta Kontrol Tanpa Perlakuan

Variabel	Mean ± SD
Usia	41.6 ± 4.5 (32-47) tahun
Jenis Kelamin	Pria 5 orang, wanita 11 orang
Berat badan	55.2 ± 9.8 (36-69) kg
Tinggi badan	154.7 ± 5.4 (149-164) cm
Tahun awitan	11.2 ± 3.4 (7-16) tahun yang lalu
Sifat serangan	Sedang
Durasi serangan	70.9 ± 40.8 (30-120 menit)
Frekuensi serangan	7.3 ± 0.9 (7-10x/minggu)

wanita lebih banyak dibanding pria sesuai dengan penelitian Peat *et al.*⁸ Namun dari penelitian ini tentunya tidak dapat diambil kesimpulan bahwa prevalensi asma dewasa lebih banyak pada wanita dibanding pria, karena subjek penelitian ini merupakan pengunjung suatu fasilitas kesehatan (RSUP Dr. Sardjito, Yogyakarta) bukan suatu penelitian yang dilakukan di masyarakat (*community-based survey*).

Menurut Tabel 1 data awal riwayat serangan asma semua subjek mengalami serangan 7 kali dalam 1 minggu, berarti subjek mengalami serangan setiap hari. Hal ini sesuai dengan kriteria untuk asma persisten derajat sedang. Rata-rata serangan terjadi pada malam hari sesuai dengan adanya ritme biologis pada beberapa penyakit pernapasan yang pernah dilaporkan.⁹

Data hasil pengukuran fungsi paru selama 12 minggu, sebanyak 4 kali pengukuran, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Fungsi Paru Subjek Penelitian selama 4 Kali dalam Kurun Waktu Januari – Mei 2003

		Pre perlakuan		Bulan 1		Bulan 2		Bulan 3	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
		VCP (L)	I	3.2	0.52	3.2	0.52	3.2	0.52
	II	3.4	0.61	3.4	0.61	3.4	0.61	3.4	0.61
	III	3.1	0.23	3.1	0.23	3.1	0.23	3.1	0.23
FVC (L)	I	1.79	0.45	1.42	0.58	1.79	0.26	1.63	0.41
	II	1.75	0.51	1.90	0.92	1.81	0.81	1.89	0.78
	III	1.75	0.39	1.77	0.21	1.94	0.63	1.78	0.23
%FVC	I	56.57	12.99	55.73	12.31	57.77	13.30	54.63	10.96
	II	51.38	12.78	54.50	12.10	51.25	10.06	55.40	8.32
	III	54.32	10.73	55.73	10.85	57.42	8.75	57.41	5.67
FEV1 (L/det)	I	1.42	0.35	1.17	0.50	1.45	0.25	1.38	0.28
	II	1.24	0.30	1.40	0.61	1.33	0.58	1.39	0.38
	III	1.39	0.34	1.38	0.24	1.52	0.47	1.55	0.18
%FEV1	I	78.90	7.05	82.10	8.00	84.93	8.66	90.17	6.32
	II	70.85	8.47	74.43	4.84	77.87	6.10	78.50	6.36
	III	79.71	11.62	81.00	9.67	84.15	9.99	84.33	10.47

Berdasarkan data awal subjek penelitian dapat diamati bahwa rerata usia subjek adalah 41.6 tahun yang termasuk usia dewasa. Subjek dewasa lebih sering menderita serangan asma tipe ekstrinsik yaitu dengan penyebab nonspesifik, misalnya emosional, flu, perubahan suhu yang ekstrim maupun stres. Selain itu, asma yang muncul pada usia dewasa dapat berupa asma campuran yaitu asma yang muncul pada masa anak-anak, namun saat menginjak usia pubertas gejala berkurang hingga menghilang dan muncul kembali pada usia sekitar 40 tahun.¹ Dari penelitian ini didapatkan subjek

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, tidak terdapat perbedaan rerata yang mencolok selama tiga bulan pengamatan untuk fungsi pernapasan pada tiap kelompok. Hasil analisis nonparametrik per bulan selama 3 bulan pengamatan juga tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna. Perbedaan yang bermakna ($p < 0.05$) terdapat pada %FEV₁ pada bulan ke tiga pengamatan pada kelompok Buteyko, tetapi tidak pada kelompok yang lain. Metode Buteyko mengajarkan pasien untuk menormalkan pernapasan mereka dengan membiasakan menghirup dan

menghembus napas melalui hidung, tidur dengan posisi miring ke kiri dan mencegah tidur terlentang karena dapat menyebabkan hiperventilasi. Sesi latihan yang dilakukan adalah dengan menghembus napas normal kemudian menahan napas sampai pertama kali merasa tidak nyaman. Waktu ini dicatat sebagai *control pause* (CP). Pada orang sehat mampu mencapai 50-60 detik, tetapi pada penderita asma sedang sampai berat seringkali hanya mampu 1-3 detik. Kemudian diikuti dengan bernapas pelan dan tidak dalam melalui hidung, yang disebut *shallow breathing* (SB). Setelah itu sesi dilanjutkan dengan CP yang dikombinasi dengan beraktivitas seperti senam ringan, yang disebut *Extended Pause* (EP). Lama CP akan bertambah setelah mengikuti latihan selama beberapa bulan. Makin panjang CP berarti pola bernapas makin mendekati normal dan menjauhi hiperventilasi.⁶

Senam Asma Indonesia melatih para penderita asma dengan beberapa sesi termasuk di dalamnya adalah sesi latihan menarik napas dan menghembuskan napas dengan ekspirasi lebih panjang dua hitungan dibanding inspirasi. Latihan ini bertujuan melatih cara bernapas yang baik. Sesi yang lain adalah untuk melenturkan otot pernapasan, sehingga mempermudah pernapasan dan ekspektorasi. Sesi utama adalah sesi aerobik yang menggunakan otot-otot besar untuk melatih sistem kardiovaskular dan respirasi dalam mendistribusikan pasokan darah.⁴

Forced Vital Capacity (FVC) menggambarkan kemampuan elastik paru dan dinding dada, serta kekuatan otot-otot pernapasan. Nilai FVC pada keadaan normal kurang lebih sama dengan kapasitas vitalnya (VC), tetapi pada penderita obstruksi saluran pernapasan akan terdapat pengurangan yang nyata akibat penutupan prematur saluran napas kecil karena udara yang terperangkap. Nilai FVC atau VC pada orang normal akan lebih dari 80% kapasitas prediksinya (VCP). Pengukuran FVC yang dikombinasi dengan FEV₁ sangat berguna untuk memantau kemajuan suatu penyakit obstruktif. Pada penelitian ini didapatkan nilai %FVC yang <60% dan %FEV₁ <80% yang menguatkan adanya gangguan obstruksi pada subjek penelitian.

Menurut VanHoutte, *et al.*,¹¹ latihan untuk otot pernapasan cenderung memperbaiki kekuatan otot ekspirasi dan kapasitas vital, walaupun demikian tidak cukup data untuk membuktikannya. Penelitian ini pun demikian pula tidak terbukti bahwa latihan

pernapasan dengan metode Buteyko maupun Senam Asma Indonesia dapat memperbaiki nilai FVC setelah bulan 1, 2 maupun 3. Hal ini karena sasaran metode Buteyko bukanlah pada latihan otot pernapasan, tetapi lebih pada memperbaiki frekuensi napas untuk mengurangi hiperventilasi.

Senam Asma Indonesia sesungguhnya memiliki titik berat pada kelenturan dan kekuatan otot, sehingga seharusnya dapat memperbaiki nilai FVC apabila dilakukan 3-4x/minggu dengan durasi 30 menit dalam waktu 6-8 minggu sesuai panduan senam tersebut. Subjek penelitian hanya melakukan senam 1x/minggu dengan durasi 60 menit selama 12 minggu. Menurut McArdle, *et al.*,¹² olahraga yang mengandung gerakan aerobik sebaiknya dilakukan tiap 48 jam sekali supaya terjadi adaptasi pada sistem tubuh, apabila olahraga dilakukan lebih dari 48 jam sekali, maka adaptasi yang tercapai akan menurun menuju kondisi semula. Menilik hal tersebut, maka senam asma yang dilakukan hanya 1x/minggu kurang efektif untuk memperbaiki otot pernapasan, serta FVC penderita asma.

Kecepatan FEV₁ dikeluarkan dari paru dapat merefleksikan adanya tahanan terhadap aliran udara terutama saluran napas yang berdiameter lebih dari 2 mm, untuk analisis biasanya dibandingkan dengan FVC sebagai %FEV₁. Walaupun demikian Herpel, *et al.*,¹³ melaporkan bahwa perubahan absolut FEV₁ seharusnya lebih diperhatikan dibandingkan dengan persentase perubahan FEV₁ untuk melihat adanya perbaikan atau bertambah buruknya fungsi paru penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). *Force Expiratory Volume In 1 Second* (FEV₁) merupakan petunjuk yang sangat berharga untuk mengetahui adanya gangguan kapasitas ventilasi dan nilai yang kurang dari 1 L selama detik pertama menunjukkan adanya gangguan fungsi yang berat. FEV₁ akan menurun apabila ada peningkatan tahanan saluran napas atau adanya penurunan *elastic recoil* paru. Hal ini tidak dipengaruhi oleh usaha menghembuskan napas karena nilai FEV₁ tergantung pada kecepatan aliran udara saat melewati bronkus yang mengalami penyempitan serta tekanan dari paru yang kembali ke posisi semula, bukan dipengaruhi oleh tekanan intrapleura selama usaha yang maksimal.¹⁴ Menurut Shen *et al.*,¹⁵ pengaruh perubahan volume paru terhadap respon saluran napas *in vivo* terutama berhubungan dengan regangan otot polos saluran napas.

Pada penelitian ini diperoleh adanya perbedaan yang bermakna pada %FEV₁ kelompok Buteyko, senam asma dan kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian Joshi and Joshi¹⁶ yang mendapatkan adanya peningkatan %FEV₁ yang bermakna pada wanita setelah diberikan latihan pernapasan paksa, kemungkinan karena bertambahnya kekuatan otot pernapasan dan perbaikan elastisitas paru dan rangka dada yang menyebabkan berkurangnya tahanan terhadap aliran udara pada saluran napas. Pada penelitian lain¹⁶ dikatakan bahwa latihan pernapasan pada usia lanjut dan penderita PPOK-pun juga mendapat hasil yang sama. Walaupun bentuk latihan yang diberikan berbeda akan tetapi hasil yang didapat hampir serupa. Latihan mengembangkan paru hingga mendekati nilai kapasitas total paru dikatakan merupakan rangsang fisiologis utama untuk pelepasan surfaktan yang dapat meningkatkan daya kembang paru selanjutnya. Walaupun pada penelitian tersebut tidak terbukti terjadi pada subjek pria. Selain terdapat perbedaan yang bermakna setelah berlatih selama tiga bulan, nilai %FEV₁ juga dapat menjadi lebih baik dari pada yang tanpa latihan. Walaupun demikian, hasil ini tidak sesuai dengan penelitian VanHoutte, *et al.*,¹¹ yang tidak mendapatkan adanya perbaikan pada fungsi paru penderita asma yang melakukan latihan Buteyko maupun latihan terhadap otot pernapasan inspirasi dan ekspirasi.

Pada penelitian ini dengan menggunakan kuesioner dan kartu kontrol untuk memantau serangan pada subjek, didapatkan adanya penurunan frekuensi serangan serta penggunaan bronkodilator. Penelitian-penelitian lain terhadap pengaruh latihan metode Buteyko tidak mendapatkan adanya perbaikan hasil tes fungsi paru. Namun demikian, penelitian yang dilakukan di Rusia dan Australia memperoleh hasil penurunan penggunaan bronkodilator dan kortikosteroid pada penderita asma. Sesungguhnya mekanisme perbaikan keterbatasan aliran udara pada penderita asma ini masih menjadi perdebatan di kalangan para ahli, serta masih perlu pembuktian lebih lanjut. Pada penderita asma terjadi suatu proses yang disebut sebagai proses *remodelling* saluran napas, yaitu perubahan struktur pada saluran napas yang berhubungan dengan inflamasi saluran napas penderita asma. Hal

ini disebabkan epitel lebih rapuh yang ditunjukkan penebalan dan peningkatan pergantian sel. Sel-sel epitel berdiferensiasi cepat menjadi sel goblet yang mensekresi mukus dan peningkatan jumlah serta ukuran kelenjar mukus. *Myofibroblast* yang merupakan campuran sel kontraktil dan pensintesis kolagen ikut pula berpartisipasi sehingga terjadilah penebalan lamina retikularis. Diikuti oleh peningkatan jumlah dan ukuran pembuluh darah bronchial serta penambahan masa otot polos *bronchial*, sehingga hasil akhirnya adalah penebalan area *peribronchial* dan penyempitan lumen saluran napas dengan konsekuensi terjadi penurunan fungsi saluran napas. Akhir-akhir ini telah terdapat banyak bukti yang menunjukkan bahwa kekuatan yang dihasilkan oleh parenkim di dinding saluran napas selama napas tidal merupakan faktor yang berperan penting dalam proses bronkodilatasi, sehingga kekakuan dinding saluran napas yang disebabkan proses *remodelling* diprediksi akan menurunkan kekuatan yang dapat melebarkan otot polos.¹⁰ Sehubungan dengan hal tersebut, kemungkinan pada subjek penelitian ini, yaitu penderita asma derajat persisten sedang yang telah mengalami awitan serangan beberapa tahun yang lalu dan seringkali mengalami kekambuhan sudah terjadi proses remodeling saluran napas, sehingga dengan pemberian latihan pernapasan tidak cukup adekuat untuk menaikkan FVC dan FEV₁ absolut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Latihan pernapasan menggunakan metode Buteyko serta Senam Asma Indonesia dapat menurunkan tahanan terhadap aliran udara di saluran napas pada penderita asma dewasa derajat persisten sedang setelah berlatih selama tiga bulan, tetapi tidak dapat memperbaiki nilai kapasitas vital. Latihan juga dapat menurunkan frekuensi serangan dan penggunaan bronkodilator.

Penelitian yang akan datang dapat melanjutkan dengan meneliti variabel-variabel yang berkaitan dengan proses *remodeling*, sehingga dapat dihasilkan suatu latihan pernapasan yang sederhana, mudah dan murah yang dapat memperbaiki fungsi paru penderita asma dewasa derajat persisten sedang yang telah mengalami *remodelling* saluran pernapasan.

KEPUSTAKAAN

1. Brashers, V.L. Alterations of Pulmonary Function in: Mccance, K.L., Huether, S.E. Editors. Pathophysiology, the Biologic Basis for Disease in Adults and Children, Philadelphia: Mosby Inc. 2006:1205-48.
2. Bebaskan Setiap Orang Bernapas. Kompas. 2002; Mei 3:13.
3. Ritz, T., Roth, W.T. Behavioral Interventions in Asthma Breathing Training. Behaviour Modification. 2003; 27(5):710-30.
4. Senam Asma Indonesia Merupakan Salah Satu Penunjang Pengobatan Asma. Yayasan Asma Indonesia Pusat. 2000.
5. Bruton, A., Lewith, G.T. The Buteyko Breathing Technique for Asthma: A Review. Complement Ther Med. 2005;Mar 13(1):41-6.
6. Russel, Stark, J. Learning the Buteyko Breathing Method: A Handbook for Asthmatics. Buteyko Online Limited, New Zealand.
7. Currie, G.P., Devereux, G.S., Lee, D.K.C., Ayres, J.G. Recent Developments in Asthma Management. BMJ. 2005; Mar 330:585-89.
8. Peat, J.K., Salome, C.M., Woolcock, A.J. Factor Associated With Bronchial Hyperresponsiveness in Australian Adult and Children. Eur Resp J. 1992; 146:547.
9. Burioka, N., Shimizu, E. Biological Rhythm of Asthma and Other Respiratory Diseases. Asian Med J. 2000;43(5):214-21.
10. Fixman, E.D., Stewart, A., Martin, J.G. Basic Mechanisms of Development of Airway Structural Changes in Asthma. Eur Respir J. 2007;29:379-89.
11. VanHoutte, S., Vanlendewijck, Y., Goselink, R. Respiratory Muscle Training in Persons with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. Respir Med. 2006 Apr. [Epub ahead of print]
12. McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. Essentials of Exercise Physiology. Lea and Febinger, Philadelphia. 2004.
13. Herpel, L.B., Kanner, R.E., Lee, S.M., Fessler, H.F., Sciurba, F.C., Connet, J.F., Robert A. Variability of Spirometry in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Results from Two Clinical Trials. Am J Respir Crit Care Med. 2006; 173:1106-13.
14. West JB. Respiratory Physiology: The Essentials. 7th ed. Philadelphia. Lippincot. 2004.
15. Shen X, Gunst SJ, Tepper RS. Effect of Tidal Volume and Frequency on Airway Responsiveness in Mechanically Ventilated Rabbits. JAP 1997. 83(4):1202-08.
16. Joshi LN, Joshi VD. Effect of Forced Breathing on Ventilatory Functions of the Lung. J Postgrad Med 1998;44:67-9.