

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Asma

Asma adalah inflamasi kronik saluran napas yang menyebabkan hiperresponsif saluran napas sehingga menimbulkan gejala berupa mengi, sesak napas, dada terasa berat dan batuk yang memberat pada malam hari atau dini hari. Gejala ini bersifat episodik, bervariasi, seringkali bersifat reversibel dengan atau tanpa pengobatan, dan biasanya timbul jika ada pencetus.¹⁴

2.2. Patofisiologi Asma

Asma merupakan inflamasi kronik saluran napas. Berbagai sel inflamasi berperan terutama sel mast, eosinofil, sel limfosit T, makrofag, neutrofil dan sel epitel.¹⁵ Faktor lingkungan seperti paparan polutan, paparan asap rokok, dan berbagai faktor lain berperan sebagai pencetus inflamasi saluran napas pada penderita asma.^{7,16}

Inflamasi saluran napas pada pasien asma merupakan penyebab adanya obstruksi saluran napas yang menimbulkan hambatan aliran udara sehingga fungsi paru bisa terganggu. Obstruksi pada pasien asma dapat pula disebabkan oleh kontraksi otot-otot yang mengelilingi bronkus yang menyempitkan jalan napas. Obstruksi saluran napas pada anak asma bertambah berat selama ekspirasi karena secara fisiologis saluran napas menyempit pada fase tersebut.¹⁷

Asma dapat terjadi melalui dua jalur, yaitu jalur imunologis dan saraf otonom. Jalur imunologis didominasi oleh antibodi IgE yang merupakan reaksi hipersensitivitas tipe I (tipe alergi), terdiri dari fase cepat dan fase lambat. Reaksi alergi timbul pada orang dengan kecenderungan untuk membentuk sejumlah antibodi IgE abnormal dalam jumlah yang besar, golongan ini disebut atopi.¹⁵ Pada asma alergi, antibodi IgE terutama melekat pada permukaan sel mast pada interstisial paru yang berhubungan erat dengan bronkiolus dan bronkus kecil. Bila seseorang menghirup alergen maka akan terjadi fase sensitisasi yang menyebabkan antibodi IgE orang tersebut meningkat. Alergen kemudian berikatan dengan antibodi IgE yang melekat pada sel mast dan menyebabkan sel ini berdegranulasi mengeluarkan berbagai macam mediator.¹⁸ Ini akan menimbulkan efek edema lokal pada dinding bronkiolus kecil, sekresi mukus yang kental dalam lumen bronkiolus dan spasme otot polos bronkiolus yang menyebabkan inflamasi saluran napas.¹⁹

Pada reaksi alergi fase cepat, obstruksi saluran napas terjadi segera yaitu 10-15 menit setelah pajanan alergen.²⁰ Spasme bronkus yang terjadi merupakan respons terhadap mediator sel mast terutama histamin yang bekerja langsung pada otot polos bronkus. Pada fase lambat, reaksi terjadi setelah 6-8 jam pajanan alergen dan bertahan selama 16-24 jam, bahkan kadang-kadang sampai beberapa minggu. Sel-sel inflamasi seperti eosinofil, sel T, sel mast dan Antigen Presenting Cell (APC) merupakan sel-sel kunci dalam patogenesis asma.^{15,7} Pada jalur saraf otonom, inhalasi alergen akan mengaktifkan sel

mast intralumen, makrofag alveolar, nervus vagus dan mungkin juga epitel saluran napas. Peregangan vagal menyebabkan refleks bronkus, sedangkan mediator inflamasi yang dilepaskan oleh sel mast dan makrofag akan membuat epitel jalan napas lebih permeabel dan memudahkan alergen masuk ke dalam submukosa, sehingga meningkatkan reaksi yang terjadi. Kerusakan epitel bronkus oleh mediator yang dilepaskan pada beberapa keadaan reaksi asma dapat terjadi tanpa melibatkan sel mast misalnya pada hiperventilasi, inhalasi udara dingin, asap, kabut dan SO₂.¹⁵ Pada keadaan tersebut reaksi asma terjadi melalui refleks saraf dan mengeluarkan neuropeptida. Neuropeptida itulah yang menyebabkan terjadinya bronkokonstriksi, edema bronkus, eksudasi plasma, hipersekresi lendir, dan aktivasi sel-sel inflamasi.¹⁹

Pemunculan sel-sel tersebut secara luas berhubungan dengan derajat beratnya asma secara klinis. Sejalan dengan inflamasi kronik, epitel bronkus yang mengalami perlukaan akan merangsang reparasi saluran napas sehingga terjadi perubahan struktural dan fungsional yang menyimpang disebut *remodelling*.²

2.3. Penegakkan Diagnosis Asma

Anamnesis yang baik cukup untuk menegakkan diagnosis, ditambah dengan pemeriksaan fisik dan pengukuran faal paru terutama reversibilitas faal paru, akan lebih meningkatkan nilai diagnostik. Pada pasien asma seringkali gejala bersifat reversibel dengan atau tanpa pengobatan.⁷ Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan untuk diagnosis asma adalah faktor-faktor pencetus asma, diantaranya riwayat keluarga (atopi), riwayat alergi, riwayat penyakit lain yang

memberatkan seperti adanya infeksi, jenis kelamin, berat badan, aktivitas fisik, kondisi lingkungan, riwayat paparan polutan, riwayat asap rokok, sosio ekonomi, dan ras.²¹

Gejala asma bervariasi sepanjang hari sehingga pemeriksaan fisik dapat normal. Asma yang tidak terkontrol lebih besar variabilitas atau kekambuhan gejalanya daripada asma yang terkontrol. Kelainan pemeriksaan fisik yang paling sering ditemukan adalah mengi pada auskultasi yang hanya didapatkan pada saat serangan asma. Pada sebagian penderita, auskultasi dapat terdengar normal walaupun pada pengukuran faal paru telah terdapat penyempitan jalan napas.^{9,22}

Umumnya penderita asma sulit menilai beratnya gejala dan persepsi mengenai asmanya, sehingga dibutuhkan pemeriksaan objektif yaitu faal paru.²³ Pengukuran faal paru digunakan untuk menilai obstruksi jalan napas, reversibilitas kelainan faal paru, variabilitas faal paru, sebagai penilaian tidak langsung hiperresponsif jalan napas.^{24,7} Pengukuran ini dalam 24 jam sangat penting untuk mendiagnosis asma.

Banyak parameter dan metode untuk menilai faal paru, tetapi yang telah diterima secara luas (standar) dan mungkin dilakukan adalah pemeriksaan Spirometri dengan mengukur Volume Ekspirasi Paksa detik pertama (FEV1), Forced Vital Capacity(FVC). Volume Ekspirasi Paksa satu detik dibanding Forced Vital Capacity(rasio FEV1/FVC) dan Expiratory Peak Flow Rate (PEFR) dengan Peak Flow Meter. Menurut Pedoman Nasional Asma Anak, untuk mengkonfirmasi anak tersebut mempunyai limitasi udara ekspirasi ditunjukkan dengan nilai FEV1 <80% dari nilai prediksi dan rasio FEV1/FVC \leq 90%, FVC

<80% atau normal, FEV1 reversibilitas pasca bronkodilatator >12%, dan variabilitas dengan menggunakan Peak Flow Meter nilai perbedaan PEFr harian > 13%.^{25,26}

2.4. Pemeriksaan Faal Paru dengan Spirometri

Pengukuran Volume Ekspirasi Paksa detik pertama (FEV1) dan Forced Vital Capacity(FVC) dilakukan dengan maneuver ekspirasi paksa melalui prosedur yang standar dengan Spirometri. Pemeriksaan itu sangat bergantung kepada kemampuan penderita sehingga dibutuhkan instruksi operator yang jelas dan kooperasi penderita. Untuk mendapatkan nilai yang akurat, diambil nilai tertinggi dari 2-3 nilai yang *reproducible* dan *acceptable*.^{7,19} Nilai normal FEV1 dan FVC serta rasio FEV1/FVC menurut *American Thoracic Society* adalah 80-120%.

Diagnosis asma menggunakan Spirometri bisa ditegakkan dengan mengetahui nilai rasio FEV1/ FVC $\leq 90\%$ atau FEV1 < 80% dari nilai prediksi yang menandakan adanya obstruksi jalan napas,^{27,7} reversibilitas yaitu perbaikan FEV1 $\geq 15\%$ secara spontan, atau FEV1 > 12% setelah pemberian bronkodilatator, atau setelah pemberian kortikosteroid (inhalasi/ oral) 2 minggu.^{7,2} Forced Vital Capacity(FVC) menurun ataupun normal pada kelainan paru obstruktif. Menurunnya FVC ini mengindikasikan adanya hambatan aliran udara ekspirasi.⁷ selain itu pada spirometri dapat pula diketahui nilai FEF 25, FEF 50 dan FEF 75 . Menurunnya nilai FEF ini mengindikasikan adanya sumbatan pada saluran napas kecil.

2.4.1. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Spirometri

1. Usia

Usia berhubungan dengan proses penuaan atau bertambahnya umur. Semakin tua usia seseorang maka semakin besar kemungkinan terjadi penurunan fungsi paru.²⁸ Dalam keadaan normal, usia juga mempengaruhi frekuensi pernapasan dan kapasitas paru.

Forced Vital Capacity(FVC) pada orang dewasa lebih besar dibanding anak-anak dan bayi.^{28,29} FVC dan FEV1 biasanya meningkat dari lahir sampai umur 25 tahun, kemudian stabil selama 5-15 tahun dan akan menurun setelahnya.²⁹ Dalam kondisi tertentu hal tersebut akan berubah misalnya akibat dari suatu penyakit, pernafasan bisa bertambah cepat dan sebaliknya.

2. Jenis kelamin

Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita kira-kira 20 sampai 25 persen lebih kecil daripada pria,³⁰ dan lebih besar lagi pada atletis dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan asteni.

3. Status gizi

Gizi seimbang merupakan nutrisi yang diperlukan oleh pelajar untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Segala sesuatu aspek dari ilmu gizi pada umumnya ditujukan untuk kesehatan

dan daya kerja yang setinggi-tingginya. Kesehatan dan daya kerja sangat erat hubungannya dengan tingkat gizi seseorang.³¹ dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) yang naik maka Kapasitas Vital (KV) akan turun.³²

Tanpa makan dan minum yang cukup kebutuhan energi untuk bekerja akan diambil dari cadangan yang terdapat dalam cadangan sel tubuh dan dapat menyebabkan susunan fisiologi yang terganggu.

4. Olahraga

Kapasitas vital paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang melakukan olahraga.³³

Olah raga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Kapasitas vital pada seorang atletis lebih besar daripada orang yang tidak pernah berolahraga. Kebiasaan olah raga akan meningkatkan kapasitas paru dan akan meningkat 30–40 %.³⁴

5. Riwayat penyakit paru selain asma

Penyakit berat seperti infeksi pada paru akan menimbulkan inflamasi dan kerusakan parenkim paru yang bersifat irreversible sehingga meninggalkan bekas radang berupa fibrosis. Hal ini menyebabkan berkurangnya alveoli untuk pertukaran udara

sehingga terjadi gangguan paru restriktif yang ditandai dengan penurunan FVC, FEV1, dan TLC secara progresif.³⁵

6. Penyakit berat

Pada anak dengan adanya penyakit kongenital paru, kelainan pada dinding dada, dan kelainan pada jantung bisa terjadi penurunan fungsi paru karena adanya gangguan untuk bernapas, serta adanya penyempitan dari saluran napas.¹⁵

2.4.2. Cara Kerja Spirometri

1. Hubungkan kabel adaptor ke unit spirometri, kemudian sambungkan kabel ke power listrik 220 volt.
2. Buka layar atau monitornya
3. Tekan tombol on atau off, monitor akan menyala dalam 2 detik.
4. Pada monitor akan muncul identitas pasien (ID) yang harus diisi oleh user dengan menekan tombol (ID)
5. Untuk memindahkan kursor setelah mengisi data-data (ID) gunakan tombol enter.
6. Tentukan suku atau etnis, tekan enter
7. Pasang mouthpiece pada turbin sebelah kiri alat
8. Masukkan mouthpiece ke dalam mulut pasien dengan posisi dijepit di antara gigi
9. Selanjutnya lakukan tes pemeriksaan fungsi paru

10. FVC : lakukan tes dengan menarik nafas sedalam-dalamnya lalu membuang sedalam-dalamnya dengan cepat. Untuk mengakhiri tes tekan ESC
11. FEV1 : carilah titik pada kurva sesudah orang percobaan mengadakan ekspirasi maksimum selama 1 detik, yang dihitung mulai permulaan gerakan pernafasan (titik permulaan).
12. Setelah pengukuran selesai, tekan tombol post sehingga muncul hasil pengukuran. Untuk melihat hasil keseluruhan tekan tombol atas atau bawah
13. Cetak hasilnya
14. Bila alat telah digunakan, matikan dengan menekan tombol on atau offnya, lepas mouthpiece dari turbin. Rapihkan dan masukkan dalam tas.³⁶

2.5. Pemeriksaan Faal Paru dengan Peak Flow Meter

Nilai Expiratory Peak Flow Rate (PEFR) dapat diperoleh melalui pemeriksaan dengan alat Peak Flow Meter yang relatif murah, mudah dibawa, terbuat dari plastik dan mungkin tersedia di berbagai tingkat layanan kesehatan termasuk puskesmas ataupun instalasi gawat darurat.

Mendapatkan nilai PEFR terbaik dan variabilitas harian yang minimum adalah saat penderita dalam pengobatan efektif dan kondisi asma terkontrol, dilakukan pengukuran PEFR pagi dan malam setiap hari selama 2 minggu.⁷ Variabilitas harian adalah perbedaan nilai PEFR dalam 1 hari. Pada masing-masing pengukuran dilakukan maneuver 3 kali dan diambil nilai tertinggi.³⁷

Nilai PEFR terbaik adalah nilai PEFR tertinggi yang dapat dicapai selama periode penilaian (2 minggu) tersebut, saat dalam pengobatan efektif dan asma terkontrol. Bila nilai PEFR terbaik yang didapat $<80\%$ dari nilai prediksi walau setelah bronkodilator, atau variabiliti harian $> 20\%$ (setelah bronkodilator), maka pengobatan agresif diberikan untuk mendapatkan nilai terbaik dan monitor harian dilanjutkan. Pengobatan agresif adalah steroid oral 30 mg /hari selama 5-10 hari selain pengobatan rutin lainnya sesuai berat asma.³⁸

Nilai PEFR tidak selalu berkorelasi dengan parameter pengukuran faal paru lain, di samping itu PEFR juga tidak selalu berkorelasi dengan derajat berat obstruksi. Oleh karenanya pengukuran nilai PEFR sebaiknya dibandingkan dengan nilai terbaik sebelumnya, bukan nilai prediksi normal, kecuali tidak diketahui nilai terbaik penderita yang bersangkutan.⁶

Penilaian PEFR berdasarkan zona “traffic light”. Zona hijau bila nilai PEFR 80%-100% dibandingkan nilai prediksi, mengindikasikan fungsi paru baik. Zona kuning 50%-80% menandakan mulai terjadi penyempitan saluran respiratorik, dan zona merah $\leq 50\%$ berarti saluran respiratorik besar telah menyempit^{39,40}.

2.5.1. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Peak Flow Meter

1. Usia

Faal paru pada masa kanak-kanak bertambah atau meningkat volumenya dan mencapai maksimal pada usia 9-21 tahun, setelah usia itu faal paru terus menurun sesuai dengan bertambahnya usia.^{41,42}

2. Jenis kelamin

Nilai PEFR pada pria lebih besar dari pada wanita berdasarkan nilai normal Expiratory Peak Flow Rate (PEFR).^{43,44} Sesudah pubertas anak laki-laki menunjukkan kapasitas faal paru yang lebih besar dari pada perempuan. Kapasitas vital rata-rata pria dewasa muda kurang lebih 4,6 liter dan perempuan muda kurang lebih 3,1 liter.⁴⁴

3. Berat badan dan tinggi badan

Tinggi badan dan berat badan sangat mempengaruhi fungsi paru⁴⁵, hal tersebut dikarenakan seseorang yang memiliki tubuh tinggi maka fungsi ventilasi parunya lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang bertubuh pendek.⁴⁵ Pada anak dengan berat badan yang berlebih cenderung mengalami penurunan nilai Expiratory Peak Flow Rate (PEFR).^{46,47,48}

4. Riwayat asma

Pada penderita asma fungsi paru akan mengalami penurunan akibat obstruksi saluran napas. Hal ini ditandai dengan adanya ketidakmampuan mendasar dalam mencapai angka aliran udara normal selama pernapasan (terutama pada saat ekspirasi). Riwayat adanya orang tua yang mengalami asma juga berpengaruh pada kejadian asma anak.^{49,40} Gangguan berupa obstruksi saluran napas ini dapat dinilai secara obyektif. Maka dari itu, orang dengan asma biasanya PEFRnya turun.

5. Aktifitas fisik

Kapasitas pernafasan meningkat dua kali lipat pada saat berolahraga maksimal dibanding saat istirahat. Peningkatan aktifitas fisik

yang berfungsi memperkuat otot-otot pernapasan terbukti dapat meningkatkan nilai PEFr secara signifikan di beberapa penelitian.⁴⁰

2.5.2. Cara kerja Peak Flow Meter

1. Cara penggunaan Peak Flow Meter mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:
2. Perkenalkan diri, menjelaskan prosedur yang akan dilakukan.
3. Persiapkan alat, pasang *mouth piece* ke ujung Peak Flow Meter (jika diperlukan)
4. Pastikan marker pada posisi 0 (terendah)
5. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan berdiri atau duduk dengan punggung tegak
6. Minta pasien untuk bernapas normal sebanyak tiga kali (jika diperlukan)
7. Pegang Peak Flow Meter dengan posisi horizontal tanpa menyentuh marker (menggangu gerakan marker).
8. Pasien menghirup napas sedalam mungkin, masukkan *mouth piece* ke mulut dengan bibir menutup rapat mengelilingi *mouth piece*, dan buang napas sekuat dan secepat mungkin.
9. Marker bergerak dan menunjukkan angka pada skala saat membuang napas, catat hasilnya.
10. Kembalikan marker pada posisi 0.
11. Ulangi langkah 6-9 sebanyak tiga kali, catat nilai tertinggi. Bandingkan nilai tertinggi pasien dengan nilai prediksi.

Apabila pada saat penggunaan Peak Flow Meter bibir tidak menutup rapat saat ekspirasi cepat disebut *falsely low PEFR*. Apabila pada saat penggunaan Peak Flow Meter lidah ikut menutup mouth piece disebut *falsely high PEFR*.⁵⁰

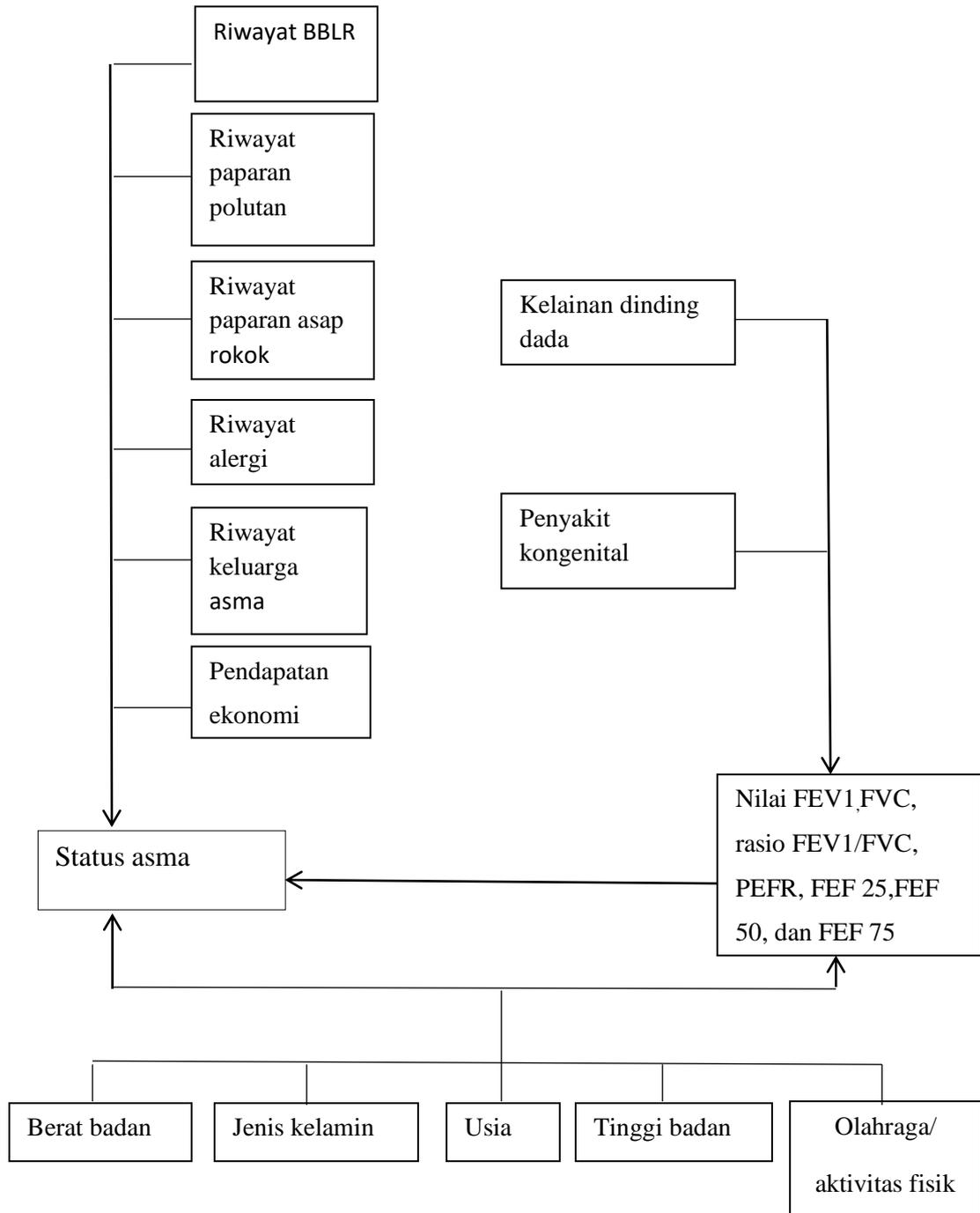
Kesalahan teknik disebabkan oleh variabilitas/perbandingan nilai terendah dan tertinggi lebih dari 20 % dan pemeriksaan diulang. Nilai prediksi normal PEFR dipengaruhi banyak faktor seperti jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, usia, ras, dll.⁵¹ Nilai tertinggi dibandingkan dengan tabel nilai prediksi, atau nilai tertinggi dibandingkan dengan nilai prediksi berdasarkan rumus berikut:

1. Laki-laki PEFR (L/detik) = $-10,86040 + (0,12766 \times \text{usia}) + (0,11169 \times \text{TB}) - (0,0000319344 \times \text{Usia}^3) \pm 1,70935$
2. Perempuan PEFR (L/detik) = $-5,12502 + 0,09006 \times \text{Usia} + 0,06980 \times \text{TB} - 0,00145669 \times \text{Usia}^2 \pm 1,77692$
3. Anak-anak PEFR (L/detik) = $(\text{TB}-100) \times 5 + 100$

Keterangan:

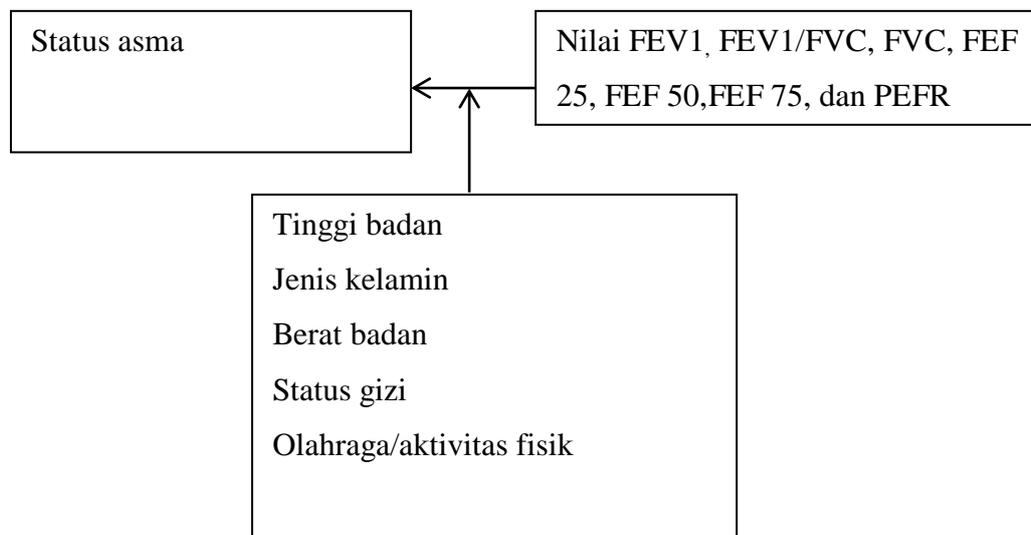
- Usia dengan satuan tahun, TB (tinggi badan) dengan satuan cm
- Hasil dengan satuan L/menit: hasil perhitungan dikali 60.

2.6. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

2.7. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.8. Hipotesis

2.8.1. Hipotesis Mayor

Terdapat perbedaan nilai fungsi paru pada anak asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma usia 13-14 tahun

2.8.2 Hipotesis Minor

1. Adanya perbedaan *Forced Expiratory Volume 1 sec* (FEV1) pada anak usia 13-14 tahun yang menderita asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma

2. Adanya perbedaan *Forced Vital Capacity* (FVC) pada anak usia 13-14 tahun yang menderita asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma.
3. Adanya perbedaan *Forced Expiratory Volume 1 sec/Forced Vital Capacity*(FEV1/FVC) pada anak usia 13-14 tahun yang menderita asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma.
4. Adanya perbedaan *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) pada anak usia 13-14 tahun yang menderita asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma.
5. Adanya perbedaan *Forced Expiratory Flow* (FEF) 25,50, dan 75 pada anak usia 13-14 tahun yang menderita asma saat tidak terjadi serangan dan anak tidak asma.