

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Paru

Paru adalah satu-satunya organ tubuh yang berhubungan dengan lingkungan di luar tubuh, yaitu melalui sistem pernapasan. Fungsi paru utama untuk respirasi, yaitu pengambilan O<sub>2</sub> dari luar masuk ke dalam saluran napas dan diteruskan ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme CO<sub>2</sub> yang terbentuk pada proses tersebut dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar. Proses respirasi dibagi atas tiga tahap utama, yaitu ventilasi, difusi dan perfusi (Guyton, 1997).

Ventilasi adalah pertukaran masuk dan keluarnya udara dalam paru. Frekuensi napas normal 12–15 x/menit. Pada orang dewasa setiap satu kali napas udara masuk 500 cc atau 10 ml/kg BB. Sehingga setiap menit udara masuk ke sistem napas 6–8 liter (*minute volume*, MV). Udara yang sampai ke alveoli disebut *Ventilasi Alveolair* (VA). *Ventilasi Alveolair* lebih kecil dari *minute volume*, karena sebagian udara di jalan napas tidak ikut pertukaran gas (*Dead Space* = VD).

Difusi adalah perpindahan O<sub>2</sub> dari alveoli ke dalam darah dan keluarnya CO<sub>2</sub> dari darah ke alveoli atau peresapan masuknya O<sub>2</sub> dari alveoli ke darah dan pengeluaran CO<sub>2</sub> dari darah ke alveoli. Difusi O<sub>2</sub> berjalan lancar bila alveoli mengembang baik dari jarak difusi trans-membran pendek, edema menyebabkan jarak difusi O<sub>2</sub> menjauh hingga kadar O<sub>2</sub> dalam darah menurun (hipoksemia). Difusi CO<sub>2</sub> tidak pernah terganggu karena kapasitas difusi CO<sub>2</sub> jauh lebih besar daripada O<sub>2</sub> pada edema paru tahap awal terjadi penumpukan cairan dalam jaringan di sekitar alveoli dan kapiler (interstitial edema). Pada tahap lanjut cairan masuk ke dalam alveoli.

Perfusi adalah distribusi darah yang membawa O<sub>2</sub> ke dalam jaringan paru-paru. Aliran darah di kapiler paru (perfusi) ikut menentukan jumlah O<sub>2</sub> yang dapat diangkut. Masalah timbul jika terjadi ketidakseimbangan antara ventilasi alveolar dengan perfusi.

## **2.2. Kapasitas Vital Paru dan Volume Ekspirasi Paksa Satu Detik.**

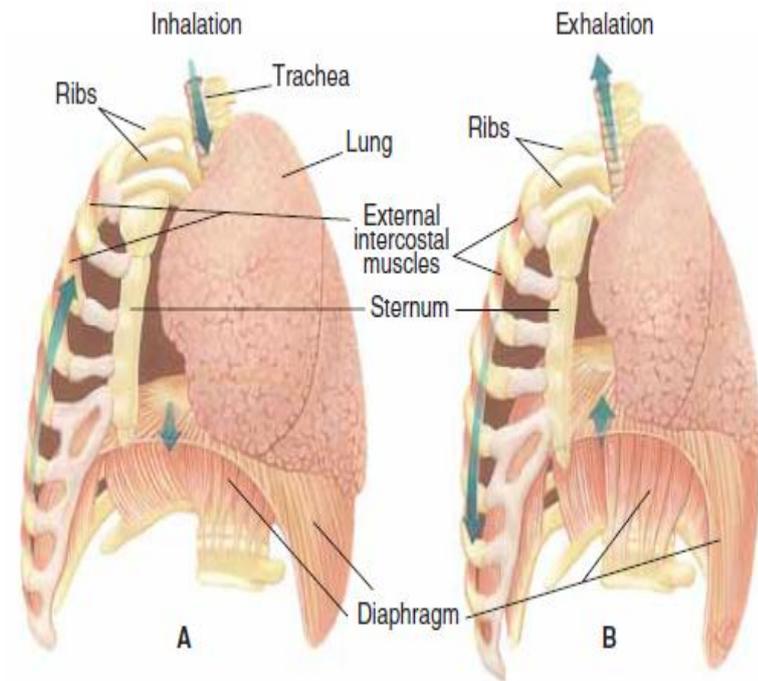
### **2.2.1. Volume Paru.**

Ada empat jenis volume paru yang masing-masing berdiri sendiri, tidak saling tercampur. Arti dari masing-masing volume paru tersebut adalah sebagai berikut :

1. Volume tidal yaitu jumlah udara yang dihisap atau dihembuskan dalam satu siklus napas normal. Besarnya

$\pm 500$  ml pada rata-rata orang dewasa. Alun napas waktu istirahat lebih kecil dari pada waktu kerja. Makin berat kerjanya, makin besar alun napas. Tentunya sampai batas tertentu. Apabila alun napas ini dikalikan dengan frekuensi napas semenit, akan didapat nilai napas semenit.

2. Volume cadangan inspirasi, yaitu jumlah maksimal udara yang masih dapat dihirup sesudah akhir inspirasi tenang. Biasanya mencapai 3.000 ml.
3. Volume cadangan ekspirasi, yaitu jumlah maksimal udara yang masih dapat dihembuskan sesudah akhir ekspirasi tenang. Pada pernapasan tenang, ekspirasi terjadi secara pasif, tidak ada otot ekspirasi yang bekerja. Ekspirasi hanya terjadi oleh daya lenting dinding dada dan jaringan paru semata-mata. Posisi rongga dada dan paru pada akhir ekspirasi ini merupakan posisi istirahat. Bila dari posisi istirahat ini dilakukan gerak ekspirasi sekuat-kuatnya sampai maksimal, udara cadangan ekspirasi itulah yang keluar.
4. Volume residu yaitu jumlah udara yang masih ada di dalam paru sesudah melakukan ekspirasi maksimal atau ekspirasi yang paling kuat, volume tersebut  $\pm 1.200$  ml (Yeung, 1995).



**Gambar 1.** Inspirasi dan Ekspirasi.

(Sumber : Scanlon, 2007).

### 2.2.2. Kapasitas Paru.

Kapasitas paru merupakan gabungan dari beberapa volume paru dan dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Kapasitas Paru Total (KPT), sama dengan volume kapasitas vital + volume residu, atau jumlah maksimal udara yang dapat dimuat paru pada akhir inspirasi maksimal dengan cara inspirasi paksa sebesar  $\pm 5.800$  ml.

2. Kapasitas Vital (KV), sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan inspirasi, atau jumlah maksimal udara yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru dengan sekuat-kuatnya setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkan dengan maksimal  $\pm 4.600$  ml.
3. Kapasitas Inspirasi, sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal, atau jumlah maksimal udara yang dapat dihirup oleh seseorang sebesar  $\pm 3.500$  ml dari posisi istirahat (akhir ekspirasi tenang / normal) sampai jumlah maksimal.
4. Kapasitas Residu Fungsional (KRF), sama dengan volume cadangan ekspirasi + volume residu, atau jumlah udara yang masih tertinggal / tersisa dalam paru pada posisi istirahat atau akhir respirasi normal sebesar  $\pm 2.300$  ml.
5. Kapasitas paru wanita, volume kapasitas paru pada wanita 25% lebih kecil dari pada volume kapasitas pada pria dan lebih besar lagi pada seorang atlet dan bertubuh besar dari pada seorang atlet bertubuh kecil (Guyton, 2008).

### **2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Fungsi Paru.**

#### **1. Umur**

Usia berhubungan dengan proses penuaan atau bertambahnya umur. Semakin tua usia seseorang semakin besar kemungkinan terjadi penurunan fungsi paru (Suyono, 2001). Fungsi pernafasan dan sirkulasi darah akan meningkat pada masa anak-anak dan mencapai maksimal pada usia 20–30 tahun, kemudian akan menurun kembali sesuai dengan penambahan umur (Pollock ML, 1971). Kekuatan otot maksimal pada usia 20 sampai dengan 40 tahun dan akan berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun (Pusparini, 2003).

Dalam keadaan normal usia mempengaruhi frekuensi pernafasan dan kapasitas paru. Frekuensi pernafasan pada orang dewasa antara 16–18 kali permenit, pada anak-anak sekitar 24 kali permenit sedangkan pada bayi sekitar 30 kali per menit. Pada individu normal terjadi perubahan nilai fungsi paru secara fisiologis sesuai dengan perkembangan umur dan pertumbuhan parunya. Mulai pada fase anak sampai umur kira-kira 22–24 tahun terjadi pertumbuhan paru sehingga pada waktu nilai fungsi paru semakin besar bersamaan dengan penambahan umur dan nilai fungsi paru mencapai

maksimal pada umur 22–24 tahun. Beberapa waktu nilai fungsi paru menetap kemudian menurun secara perlahan-lahan, biasanya umur 30 tahun sudah mulai penurunan, berikutnya nilai fungsi paru (KVP = Kapasitas Vital Paksa dan VEP1 = Volume ekspirasi paksa satu detik pertama) mengalami penurunan rerata sekitar 20 ml tiap penambahan satu tahun umur individu (Rahmatullah, 2009).

2. Kekuatan otot-otot pernapasan.

Di dalam pengukuran kapasitas fungsi paru merupakan indeks fungsi paru yang bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kekuatan otot-otot pernapasan, apabila nilai kapasitas normal tetapi nilai FEV1 menurun maka dapat mengakibatkan sakit, seperti pada penderita asma.

3. Ukuran dan bentuk anatomi tubuh

Obesitas meningkatkan risiko komplikasi KRF (Kapasitas Residu Ekspirasi) dan VCE (Volume Cadangan Ekspirasi) menurun dengan semakin beratnya tubuh. Pada penderita obesitas VCE lebih kecil dari pada CV, mengakibatkan sumbatan saluran napas.

#### 4. Daya pengembangan paru (*compliance*)

Peningkatan volume dalam paru menghasilkan tekanan positif, sedangkan penurunan volume dalam paru menimbulkan tekanan negatif. Perbandingan antara perubahan volume paru dengan satuan perubahan tekanan saluran udara menggambarkan *compliance* jaringan paru dan dinding dada. *Compliance* paru sedikit lebih besar apabila diukur selama pengempisan paru dibandingkan diukur selama pengembangan paru (Price, 1995).

#### 5. Merokok

Merupakan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dalam menghisap rokok mulai dari satu batang atau lebih dalam satu hari (Bustan, 2000). Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernafasan dan jaringan paru. Merokok juga dapat lebih merendahkan kapasitas vital paru dibandingkan dengan beberapa bahaya kesehatan kerja (Suyono, 2001). Penurunan kapasitas paru (VC) merupakan indikator yang dapat mengakibatkan gangguan restriktif pada paru pekerja. Kebiasaan merokok akan mempercepat penurunan faal paru. Menurut Rahmatullah (2009) yang menyatakan bahwa besarnya penurunan fungsi paru (FEV1) berhubungan

langsung dengan kebiasaan merokok (konsumsi rokok). Pada orang dengan fungsi paru normal dan tidak merokok mengalami penurunan FEV1 20 ml pertahun, sedangkan pada orang yang merokok (perokok) akan mengalami penurunan FEV1 lebih dari 50 ml pertahunnya (Rahmatullah, 2009).

Penurunan ekspirasi paksa pertahun 28,7 ml untuk nonperokok, 38,4 ml untuk bekas perokok dan 41,7 ml untuk perokok aktif. Pengaruh asap dapat lebih besar daripada pengaruh debu yang hanya sepertiga dari pengaruh buruk rokok (Depkes RI, 2003).

#### **2.2.4. Gangguan Fungsi Paru.**

Pada individu normal terjadi perubahan (nilai) fungsi paru secara fisiologis sesuai dengan perkembangan umur dan pertumbuhan parunya (*lung growth*). Mulai pada fase anak sampai kira-kira umur 22–24 tahun terjadi pertumbuhan paru sehingga pada waktu itu nilai fungsi paru semakin besar bersamaan dengan pertambahan umur. Beberapa waktu nilai fungsi paru menetap (*stasioner*) kemudian menurun secara *gradual* (pelan-pelan), biasanya umur 30 tahun sudah mulai penurunan, berikutnya nilai fungsi paru (KVP = Kapasitas Vital Paksa dan FEV1 = Volume Ekspirasi Paksa Satu Detik Pertama) mengalami penurunan

rerata sekitar 20 ml tiap pertambahan satu tahun umur individu (Pearce, 1995).

Gangguan fungsi ventilasi paru merupakan jumlah udara yang masuk ke dalam paru akan berkurang dari normal.

Gangguan fungsi ventilasi paru yang utama adalah :

1. Restriktif (sindrom pembatasan)

Restriktif (sindrom pembatasan) adalah gangguan pengembangan paru. Parameter yang dilihat adalah Kapasitas Vital (VC) dan Kapasitas Vital Paksa (FVC). Biasanya dikatakan restriktif adalah jika Kapasitas Vital Paksa (FVC)  $< 80\%$  nilai prediksi.

2. Obstruktif (sindrom penyumbatan)

Obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran napas. Sindrom penyumbatan ini terjadi apabila kapasitas ventilasi menurun akibat menyempitnya saluran udara pernafasan. Biasanya ditandai dengan terjadi penurunan FEV1 yang lebih besar dibandingkan dengan FVC sehingga rasio FEV1/FVC kurang dari 80% (Rahmatullah, 2006).

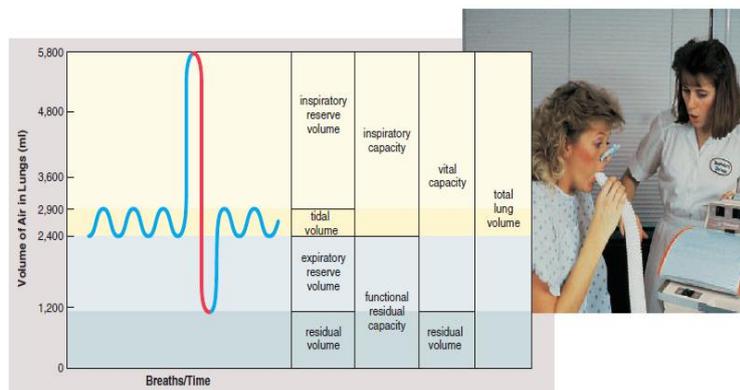
Kapasitas vital paru (KVP) sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume alun nafas dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru, setelah

terlebih dahulu mengisi paru secara maksimum dan dikeluarkan sebanyak-banyaknya (kira-kira 4600 mL) (Guyton, 1997).

Kapasitas vital paru adalah jumlah udara maksimum pada seseorang yang berpindah pada satu tarikan nafas. Kapasitas ini mencakup volume cadangan inspirasi, volume tidal, dan cadangan ekspirasi. Nilainya diukur dengan menyuruh individu melakukan inspirasi maksimum, kemudian menghembuskan sebanyak mungkin udara di dalam parunya ke alat pengukur (Corwin, 2001).

### 2.2.5. Pemeriksaan Kapasitas Paru dan Volume Ekspirasi Paksa Satu Detik.

Pemeriksaan kapasitas paru dengan menggunakan *Portable Spirometer* sebagai alat pemeriksaan untuk mengukur volume paru statik dan dinamik.



**Gambar 2.** Spirometer.  
(Sumber : Mader. 2004).

Keuntungan penggunaan alat ini adalah mudah pengoperasiannya sehingga dapat diterapkan secara luas oleh tenaga kesehatan yang ada di lapangan, ringan sehingga mudah di bawa ke mana-mana, hasilnya cepat diketahui dan, biaya operasionalnya murah. Dengan menggunakan spirometer akan diketahui beberapa parameter faal paru orang yang diperiksa.

1. Volume Statik : Volume udara di dalam paru pada keadaan statik :

- a. Volume Tidal (VT) adalah jumlah udara yang dihisap (inspirasi) tiap kali pada pernapasan tenang.
- b. *Expiration Residual Volume (ERV)* atau volume cadangan ekspirasi adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal setelah inspirasi biasa.
- c. *Inspiration Residual Volume (IRV)* atau volume cadangan inspirasi adalah jumlah udara yang dapat dihisap maksimal setelah inspirasi biasa.
- d. *Residual Volume (RV)* atau volume residu adalah jumlah udara yang tinggal di dalam paru pada akhir ekspirasi maksimal.
- e. *Vital Capacity (VC)* atau kapasitas vital adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan maksimal setelah inspirasi maksimal yaitu gabungan dari  $IRV + VT + ERV$ .

- f. *Force Vital Capacity (FVC)* adalah sama dengan VC tetapi dilakukan secara cepat dan paksa.
- g. *Inspiration Capacity (IC)* atau kapasitas inspirasi adalah jumlah udara yang dapat dihisap maksimal setelah ekspirasi gabungan dari VT + IRV.
- h. *Functional Residual Capacity (FRC)* atau kapasitas residu fungsional adalah udara yang ada di dalam paru pada akhir ekspirasi biasa, gabungan dari ERV + RV.
- i. *Total Lung Capacity (TLC)* atau kapasitas paru total adalah jumlah udara di dalam paru pada akhir inspirasi maksimal, gabungan dari FRV + VT + ERV + RV.

## 2. Volume Dinamik

- a. *Force Expiration Volume 1 second (FEV1)* atau volume ekspirasi paksa detik pertama adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 1 detik pertama pada waktu ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal.
- b. *Maximal Voluntary Ventilation (MVV)* adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal dalam 2 menit dengan bernapas cepat dan dalam secara maksimal.

Hasil yang diperoleh dari pengukuran fungsi paru adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kriteria hasil VEP1.

Derajat Sesak	VEP1 (L)	Persentase Cacat Fungsi (%)
0 : Normal	2,5	-
1 : Ringan	1,6 – 2,5	25
2 : Sedang	1,1 – 1,5	50
3 : Berat	0,5 – 1	75
4 : Sangat Berat	<1	100

Sumber : Patriana, 2013

Kegunaan Pemeriksaan Fungsi Paru adalah mendeteksi penyakit paru dengan gangguan pernapasan sebelum bekerja, kemudian secara berkala selama kerja untuk menemukan penyakit secara dini serta menentukan apakah seseorang mempunyai fungsi paru normal, restriksi, obstruksi atau bentuk campuran (*mixed*). Tujuan epidemiologis adalah menilai bahaya di tempat kerja dan mendapatkan standar bahaya tersebut (Price, 1995).

**Tabel 2.** Kapasitas Vital Paru dan interpretasinya.

NO	Klasifikasi	Nilai
1	Baik Sekali	>4,48
2	Baik	3,91-4,47
3	Sedang	3,05-3,90
4	Kurang	2,48-3,09
5	Kurang sekali	<2,47

Sumber : Patriana, 2013

Interpretasi dari hasil spirometri biasanya langsung dapat dibaca dari print out setelah hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai prediksi sesuai dengan tinggi badan, umur, berat badan, jenis kelamin, dan ras yang datanya telah terlebih dahulu dimasukkan ke dalam spirometer sebelum pemeriksaan dimulai.

**Tabel 3.** Interpretasi hasil pemeriksaan fungsi paru

<b>RESTRIKTIF</b> FVC/nilai prediksi (%)	<b>PENGGOLONGAN</b>	<b>OBSTRUKTIF</b> FEV1/FVC (%)
≥80	NORMAL	≥75
60 – 79	RINGAN	60 - 74
30 – 59	SEDANG	30 - 59
<30	BERAT	<30

Sumber : Pusat Hiperkes dan KK, Depnakertrans, 2005

Interpretasi Hasil Pemeriksaan Spirometri dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Restriktif (sindrom pembatasan)

Restriktif (sindrom pembatasan) adalah gangguan pengembangan paru. Parameter yang dilihat adalah Kapasitas Vital (VC) dan Kapasitas Vital Paksa (FVC). Biasanya dikatakan restriktif adalah jika Kapasitas Vital Paksa (FVC) < 80% nilai prediksi.

## 2. Obstruktif (sindrom penyumbatan)

Obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran napas. Sindrom penyumbatan ini terjadi apabila kapasitas ventilasi menurun akibat menyempitnya saluran udara pernafasan. Biasanya ditandai dengan terjadi penurunan FEV1 yang lebih besar dibandingkan dengan FVC sehingga rasio FEV1/FVC kurang dari 80% (Rahmatullah, 2006).

## 2.3. **Rokok.**

### 2.3.1. **Definisi Rokok.**

Rokok adalah gulungan tembakau yang dibalut dengan kertas atau daun nipah. Menurut Purnama (1998) dalam Alamsyah (2009), rokok umumnya terbagi menjadi tiga kelompok yaitu rokok putih, rokok kretek, dan cerutu. Bahan baku rokok adalah daun tembakau yang dirajang dan dikeringkan. Cerutu biasanya berbentuk seperti kapal selam dengan ukuran yang lebih besar dan lebih panjang berbanding rokok putih dan rokok kretek. Cerutu terdiri dari daun tembakau yang dikeringkan saja tanpa dirajang, digulung menjadi silinder besar lalu diberikan lem. Gulungan tembakau yang dikeringkan, dirajang, dan dibungkus dengan kertas rokok dikenali sebagai rokok

putih. Apabila ditambah cengkeh atau bahan lainnya dalam rokok putih ia dikenali sebagai rokok kretek (Khoirudin, 2006).

### **2.3.2. Definisi Merokok dan Perokok.**

Merokok pada dasarnya adalah kegiatan atau aktivitas membakar rokok yang kemudian dihisap dan dihembuskan keluar sehingga orang yang disekitarnya juga bias terhisap asap rokok yang dihembuskannya (Nasution, 2007). Menurut Alamsyah (2009), perokok adalah seseorang yang merokok sekurang-kurangnya satu batang per hari selama sekurang-kurangnya satu tahun.

### **2.3.3. Klasifikasi Perokok.**

Perokok pada garis besarnya dibagi menjadi dua yaitu perokok aktif dan perokok pasif. Perokok aktif adalah orang yang langsung menghisap asap rokok dari rokoknya, sedangkan perokok pasif adalah orang-orang yang tidak merokok, namun ikut menghisap asap sampingan selain asap utama yang dihembuskan balik oleh perokok. Dari beberapa pengamatan dilaporkan bahwa perokok pasif menghisap lebih banyak bahan beracun dari pada seorang perokok aktif (Khoirudin, 2006).

Sweeting (1990) dalam Alamsyah (2009), mengklasifikasikan perokok atas tiga kategori, yaitu:

1. Bukan perokok (*non-smoker*), seseorang yang belum pernah mencoba merokok sama sekali.
2. Perokok eksperimental (*experimental smokers*), seseorang yang telah mencoba merokok tetapi tidak menjadikannya suatu kebiasaan.
3. Perokok tetap (*regular smokers*), seseorang yang teratur merokok baik dalam hitungan mingguan atau dengan intensitas yang lebih tinggi.

Menurut Bustan (1997) dalam Khoirudin (2006), yang dikatakan perokok ringan adalah perokok yang menghisap 1–10 batang rokok sehari, perokok sedang, 11–20 batang sehari, dan perokok berat lebih dari 20 batang rokok sehari. Sitepoe (2000) dalam Alamsyah (2009), membagikan perokok kepada empat kelompok, yaitu perokok ringan, sedang, dan berat sama seperti menurut Bustan (1997) dan kelompok keempat, yaitu perokok yang menghisap rokok dalam-dalam. Berdasarkan lamanya, merokok dapat dikelompokkan sebagai berikut, merokok selama kurang dari 10 tahun, antara 10–20 tahun, dan lebih dari 20 tahun.

#### **2.3.4. Kandungan Bahan Kimia dalam Rokok.**

Tiap rokok mengandung kurang lebih dari pada 4000 elemen, dan hampir 200 diantaranya dinyatakan berbahaya bagi kesehatan. Racun utama pada rokok adalah nikotin, karbonmonoksida, dan tar. Zat-zat kandungan rokok ini adalah yang paling berbahaya bagi tubuh. Rokok putih mengandung 14–15 mg tar dan 5 mg nikotin, sementara rokok kretek mengandung sekitar 20 mg tar dan 4–5 mg nikotin. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan tar dan nikotin pada rokok kretek lebih tinggi dari pada rokok putih. Kandungan tar dan nikotin pada cerutu adalah yang paling tinggi jika dibandingkan dengan rokok putih dan rokok kretek oleh karena ukurannya yang lebih besar (Khoirudin, 2006)

##### **1. Nikotin**

Nikotin merupakan zat yang bisa meracuni saraf, meningkatkan tekanan darah, menimbulkan penyempitan pembuluh darah perifer, dan menyebabkan ketagihan dan ketergantungan pada pemakainya. Selain itu, nikotin juga mengganggu sistem saraf simpatis dengan merangsang pelepasan adrenalin, meningkatkan frekuensi denyut jantung, tekanan darah dan kebutuhan oksigen jantung, serta menyebabkan gangguan irama jantung. Nikotin juga mengganggu kerja otak, dan banyak bagian tubuh

yang lain. Nikotin mengaktifkan trombosit dan menyebabkan adhesi trombosit ke dinding pembuluh darah. Perangsangan reseptor pada pembuluh darah oleh nikotin akan mengakibatkan peningkatan sistolik dan diastolik, yang selanjutnya akan mempengaruhi kerja jantung. Penyempitan pembuluh darah perifer akibat nikotin akan meningkatkan risiko terjadinya aterosklerosis, selain juga meningkatkan tekanan darah (Khoirudin, 2006).

## 2. Karbon monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) memiliki kecenderungan yang kuat untuk berikatan dengan hemoglobin dalam eritrosit. Hemoglobin seharusnya berikatan dengan oksigen untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Karena CO lebih kuat berikatan dengan hemoglobin daripada oksigen, CO akan bersaing untuk menempati tempat oksigen pada hemoglobin. Menurut Amalia (2002) dalam Khoirudin (2006), kadar gas CO dalam darah bukan perokok kurang dari 1%, sementara dalam darah perokok mencapai 4–15%. Gas ini akan menimbulkan desaturasi haemoglobin dan menurunkan penghantaran oksigen ke jaringan seluruh tubuh. Karbon monoksida juga mengganggu pelepasan oksigen, mempercepat aterosklerosis, menurunkan kapasitas latihan fisik, dan

meningkatkan viskositas darah sehingga mempermudah penggumpalan darah (Khoirudin, 2006).

### 3. Tar

Tar merupakan komponen padat asap rokok yang bersifat karsinogen. Kadar tar dalam rokok berkisar 24–45 mg. Pada saat rokok dihisap, tar masuk ke dalam rongga mulut dalam bentuk uap padat. Setelah dingin, tar akan menjadi padat dan membentuk endapan berwarna coklat pada permukaan gigi, saluran pernafasan dan paru. Pengendapan ini bervariasi antara 3–40 mg per batang rokok (Khoirudin, 2006).

#### **2.4. Pengaruh Asap Rokok pada Paru.**

Merokok merupakan faktor risiko utama terjadinya PPOK. Gangguan respirasi dan penurunan faal paru paling sering terjadi pada perokok. Usia mulai merokok, jumlah bungkus rokok pertahun, dan perokok aktif mempengaruhi angka kematian. Perokok pasif dan merokok selama hamil juga merupakan faktor risiko terjadinya PPOK. Di Indonesia, 70% kematian karena penyakit paru kronik dan emfisema adalah akibat penggunaan tembakau. Lebih daripada setengah juta penduduk Indonesia pada tahun 2001 menderita penyakit saluran pernafasan yang disebabkan oleh penggunaan tembakau (Nisa, 2010).

Penurunan ekspirasi paksa pertahun 28,7 ml untuk non-perokok, 38,4 ml untuk bekas perokok dan 41,7 ml untuk perokok aktif. Pengaruh asap dapat lebih besar daripada pengaruh debu yang hanya sepertiga dari pengaruh buruk rokok (Depkes RI, 2003).

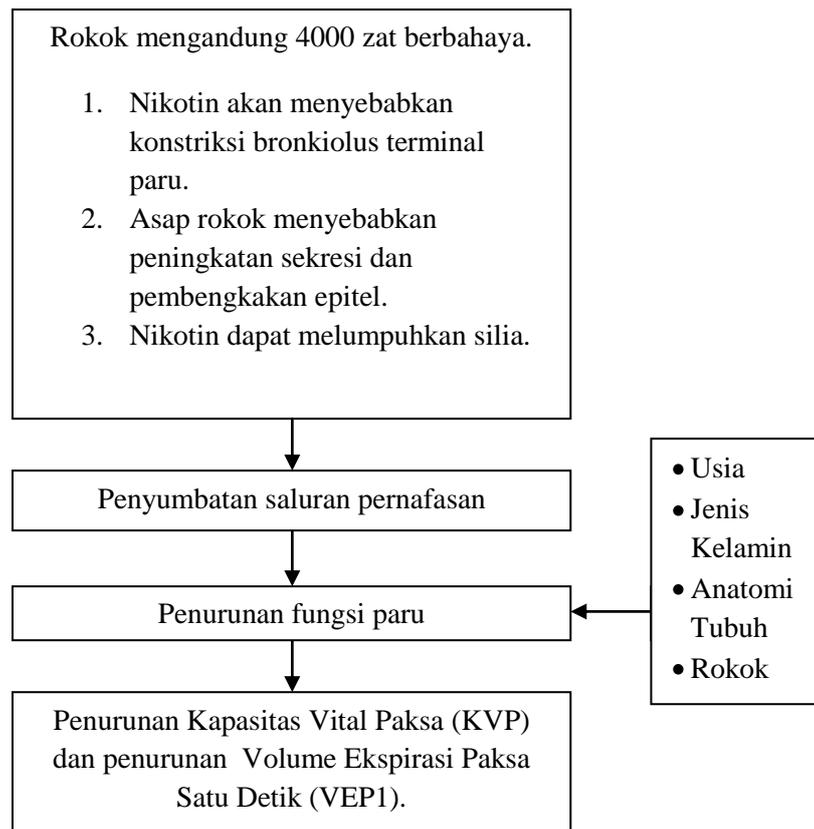
Pada beberapa perokok berat yang tidak menderita emfisema, dapat terjadi bronkitis kronik, obstruksi bronkiol terminalis dan destruksi dinding alveolus. Pada emfisema berat, sebanyak empat perlima membran saluran pernafasan dapat rusak. Meskipun hanya melakukan aktivitas ringan, gawat pernafasan bisa terjadi. Pada kebanyakan pasien PPOK dengan gangguan pernafasan terjadi keterbatasan aktivitas harian, bahkan ada yang tidak dapat melakukan satu kegiatan pun. Dipercayai merokok adalah penyebab utamanya (Guyton, 2006).

Terdapat hubungan *dose response* antara rokok dan PPOK. Lebih banyak batang rokok yang dihisap setiap hari dan lebih lama kebiasaan merokok tersebut maka risiko penyakit yang ditimbulkan akan lebih besar. Hubungan *dose response* tersebut dapat dilihat dan diukur dengan *Index Brinkman (IB)*, yaitu jumlah konsumsi batang rokok per hari dikalikan dengan jumlah lamanya merokok dalam tahun (Supari, 2008). Derajat berat merokok ini dikatakan ringan apabila IB 0–200, sedang jika 200–600 dan berat apabila lebih daripada 600. Dalam pencatatan riwayat merokok perlu

diperhatikan jenis perokok sama ada perokok aktif, perokok pasif, atau bekas perokok (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2003).

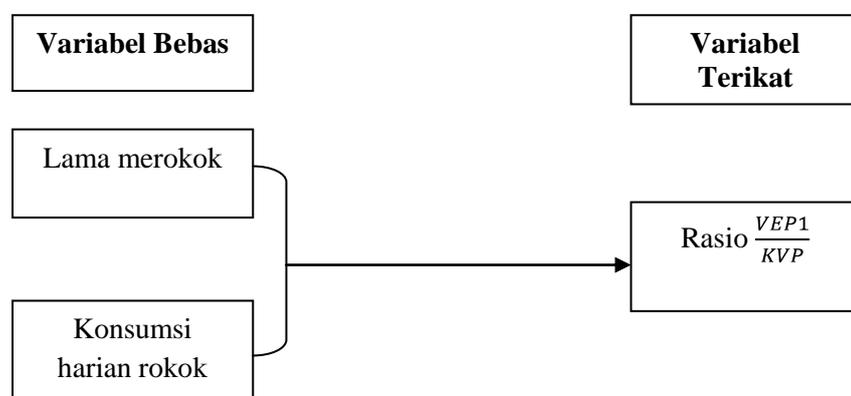
## **2.5. Kerangka Teori.**

Secara umum telah diketahui bahwa merokok dapat menyebabkan gangguan pernafasan. Terdapat beberapa alasan yang mendasari pernyataan ini yaitu salah satu efek dari penggunaan nikotin akan menyebabkan konstriksi bronkiolus terminal paru, yang meningkatkan resistensi aliran udara kedalam dan keluar paru, efek iritasi asap rokok menyebabkan peningkatan sekresi cairan ke dalam cabang-cabang bronkus serta pembengkakan lapisan epitel, nikotin dapat melumpuhkan silia pada permukaan sel epitel pernapasan yang secara normal terus bergerak untuk memindahkan kelebihan cairan dan partikel asing dari saluran pernafasan. Akibatnya lebih banyak debris berakumulasi dalam jalan napas dan kesukaran bernapas menjadi semakin bertambah. Hasilnya, semua perokok baik berat maupun ringan akan merasakan adanya tahanan pernafasan dan kualitas hidup berkurang (Guyton, 2006).



**Gambar 3.** Kerangka teori.  
(Sumber : Guyton, 2006).

## 2.6. Kerangka Konsep.



**Gambar 4.** Kerangka konsep.

## 2.7. Hipotesis.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lama kebiasaan merokok berhubungan dengan rasio volume ekspirasi paksa satu detik dan kapasitas vital paksa.
2. Jumlah konsumsi harian rokok berhubungan dengan rasio volume ekspirasi paksa satu detik dan kapasitas vital paksa.
3. Terdapat hubungan antara lama kebiasaan merokok dan jumlah konsumsi harian rokok terhadap rasio volume ekspirasi paksa satu detik dan kapasitas vital paksa.