

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Rokok

2.1.1.1 Definisi

Rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintesisnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan.²

2.1.1.2 Kategori Perokok

1) Perokok Pasif

Perokok pasif adalah seseorang yang tidak merokok (*passive smoker*) tetapi dia menghirup asap rokok. Asap rokok merupakan polutan bagi manusia dan lingkungan sekitarnya. Asap rokok lebih berbahaya terhadap perokok pasif daripada perokok aktif. Asap rokok yang dihembuskan oleh perokok aktif dan terhirup oleh perokok pasif, lima kali lebih banyak mengandung karbon monoksida, empat kali lebih banyak mengandung tar dan nikotin.⁸

2) Perokok Aktif

Perokok aktif adalah seseorang yang merokok dan menghisap asap rokok yang berasal dari hisapan perokok atau asap utama pada rokok (*mainstream*). Dari pendapat itu dapat disimpulkan bahwa perokok aktif adalah orang yang merokok

dan langsung menghisap rokok serta bisa mengakibatkan bahaya bagi kesehatan diri sendiri maupun lingkungan sekitar.⁸

Menurut Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI) pada tahun 2000, derajat merokok seseorang dapat diukur dengan Indeks Brinkman, perkalian antara jumlah batang rokok yang dihisap dalam sehari dikalikan dengan lama merokok dalam satu tahun.

Klasifikasi perokok aktif berdasarkan *daily smoker* dibagi menjadi:

- 1) Perokok ringan: orang yang merokok <5 batang per hari
- 2) Perokok sedang: orang yang merokok 5-10 batang per hari
- 3) Perokok berat: orang yang merokok >10 batang per hari

2.1.1.3 Jenis Rokok

Rokok berdasarkan bahan baku atau isi di dalamnya terbagi menjadi tiga kategori:

- 1) Rokok putih, yaitu rokok yang bahan baku atau isinya hanya daun tembakau yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
- 2) Rokok kretek, yaitu rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau dan cengkeh yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
- 3) Rokok klembak, yaitu rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau, cengkeh, dan kemenyan yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.¹⁵

Rokok berdasarkan penggunaan filter dibagi menjadi dua jenis, yaitu rokok filter dan rokok non filter. Rokok filter adalah rokok yang pada bagian pangkalnya terdapat gabus, sedangkan rokok non filter adalah rokok yang pada

bagian pangkalnya tidak terdapat gabus sehingga tidak ada filter yang dapat mengurangi asap keluar dari rokok dan menyebabkan asap yang dihasilkan lebih banyak dari rokok filter.¹⁵

Satu batang rokok yang dibakar, akan dihasilkan kira-kira 500 mg gas (92%) dan bahan-bahan partikel padat (8%) yang berupa droplet aerosol cair dan partikel tar padat submikroskopik.¹⁵

2.1.1.4 Bahan – bahan yang Terkandung dalam Rokok

Rokok mengandung lebih dari 4000 bahan zat organik berupa gas maupun partikel yang telah diidentifikasi dari daun tembakau maupun asap rokok. Bahan tersebut umumnya bersifat toksik, karsinogenik disamping beberapa bahan yang bersifat radioaktif dan adiktif. Komponen dalam rokok dapat dibedakan dalam dua bentuk yaitu fase gas dan fase tar (fase partikulat). Fase gas adalah berbagai macam gas berbahaya yang dihasilkan oleh asap rokok terdiri dari nitrosamin, nitrosopirolidin, hidrasin, vinil klorida, uretan, formaldehid, hidrogen sianida, akrolein, asetaldehida, nitrogen oksida, ammonia piridin dan karbon monoksida. Fase tar adalah bahan yang terserap dari penyaringan asap rokok menggunakan *filter cartridge* dengan ukuran pori-pori 0,1 μm . Fase ini terdiri dari bensopirin, dibensakridin, dibensokarbasol, piren, fluoranten, hidrokarban aromatik, polinuklear, naftalen, nitrosamin yang tidak mudah menguap, nikel, arsen, nikotin, alkaloid tembakau, fenol dan kresol.¹⁵

Berikut tabel mengenai senyawa dan efeknya unsur asap rokok terpilih:

Tabel 2.1 Unsur Asap Rokok Terpilih

| Senyawa | Efek |
|---|---|
| FASE PARTIKEL | |
| Tar | Karsinogen |
| Hidrokarbon aromatik polinuklear | Karsinogen |
| Nikotin | Stimulordan depresor ganglion, karsinogen |
| Fenol | Ko-karsinogen dan iritan |
| Kresol | Ko-karsinogen dan iritan |
| B-Naftalamin | Karsinogen |
| N-nitrosoarnikotin | Karsinogen |
| Benzo(a)piren | Karsinogen |
| Logam renik (mis.nikel polonium 210, arsen) | Karsinogen |
| Karbazol | Akselerator tumor |
| Katekol | Ko-karsinogen |
| FASE GAS | |
| Karbon monoksida | Pengurangan transport dan pemakaian oksigen |
| Asam hidrosianat | Siliotoksin dan iritan |
| Asetaldehid | Siliotoksin dan iritan |
| Akrolein | Siliotoksin dan iritan |
| Amonia | Siliotoksin dan iritan |
| Formaldehid | Siliotoksin dan iritan |
| Oksida dan nitrogen | Siliotoksin dan iritan |
| Niktosamin | Karsinogen |
| Hidrazin | Karsinogen |
| Vinil klorida | Karsinogen |

Dikutip dari: Burns¹⁶

Bahan-bahan yang terkandung dalam rokok yang dapat merusak organ tubuh manusia yaitu:

1) Tar

Tar adalah senyawa polinuklin hidrokarbon aromatika yang merupakan bagian partikel rokok setelah kandungan nikotin dan uap air yang dikeluarkan.¹⁷ Pada saat rokok dihisap, tar masuk ke rongga mulut sebagai uap padat asap rokok, setelah dingin akan membentuk endapan berwarna coklat pada permukaan gigi, saluran pernapasan dan paru-paru. Pengendapan ini bervariasi antara 3-40 mg per batang rokok, sementara kadar tar dalam rokok berkisar 24-45 mg.¹⁷

Tar dalam asap rokok mengandung bahan karsinogenik yang dapat melumpuhkan silia di paru-paru sehingga berkontribusi terhadap terjadinya emfisema, bronkitis kronis dan kanker paru-paru, selain itu juga meningkatkan risiko karsinoma sel skuamosa pada laring, serta mengganggu fungsi organ mulut, pita suara, tenggorok, ginjal, kandung kemih, uterus dan ovarium.^{18,19}

2) Karbon monoksida

Karbon monoksida adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan beracun. Gas ini merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau pembakaran dibawah tekanan dan temperatur tinggi. Karbon monoksida yang terkandung dalam rokok dapat mengikat pada hemoglobin darah dengan akibat oksigen akan tersingkir dan tidak dapat digunakan oleh tubuh. Efek lain dari karbon monoksida adalah jaringan pembuluh darah akan menyempit dan mengeras sehingga terjadi penyumbatan pembuluh darah.²⁰

Satu batang rokok yang dibakar mengandung 3-6% karbonmonoksida dan yang dihisap oleh perokok sejumlah 400 ppm sudah dapat meningkatkan kadar karboksihemoglobin dalam darah sejumlah 2-16%.²⁰

3) Nikotin

Nikotin adalah zat atau bahan senyawa pirididin yang terdapat dalam *Nicotiana Tabacum*, *Nicotiana Rustica* dan spesies lain yang sintesisnya bersifat adiktif. Nikotin menguap saat rokok dinyalakan dan setiap batang rokok mengandung 1 mg nikotin yang diabsorpsi melalui epitel paru.²¹

Nikotin yang mempunyai konsentrasi rendah bersifat stimulan yaitu dapat meningkatkan tekanan darah, aktivitas, memori, menyempitkan pembuluh

perifer dan menyebabkan ketergantungan pada pemakainya, sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat berperan sebagai depresan. Pengikatan nikotin dan asetilkolin terhadap reseptor nikotin menyebabkan perubahan konformasi yang dapat membuka atau menutup reseptor ion *channel* sehingga mempengaruhi aktivitas neuron, komunikasi sinaps dan perilaku. Proses adiksi berawal dari interaksi antara nikotin dengan reseptor nikotin di otak pada daerah mesolimbik dopamin sistem di Ventral Tegmental Area neuron. Interaksi ini mengawali aktivasi *Central Nervous System* (CNS) termasuk sistem *Mesoaccumbens Dopamine*.²²

2.1.1.5 Bahaya Asap Rokok Terhadap Kesehatan

Asap rokok yang dihisap ke dalam paru oleh perokok disebut asap rokok utama (*mainstream smoke/MS*) sedangkan asap rokok yang berasal dari ujung rokok yang terbakar disebut asap rokok samping (*sidestream smoke/SS*). Polusi udara yang ditimbulkan disebut Asap Rokok Lingkungan (ARL) atau *Environment Tobacco Smoke* (ETS). Mereka yang menghisap ETS disebut perokok pasif. Mereka yang tidak merokok tetapi terpaksa menghisap asap rokok dari lingkungannya memungkinkan menderita berbagai penyakit akibat rokok kendati mereka sendiri tidak merokok. Kandungan bahan kimia pada asap rokok sampingan ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan asap rokok utama antara lain karena tembakau terbakar pada temperatur yang lebih rendah ketika sedang dihisap membuat pembakaran menjadi kurang lengkap dan mengeluarkan lebih banyak bahan kimia.¹⁵

Asap rokok dapat menimbulkan kelainan atau penyakit pada hampir semua organ tubuh yaitu (Gambar 2.1):

- a. Otak: stroke, perubahan kimia otak
- b. Mulut dan tenggorokan: kanker bibir, mulut, tenggorokan dan laring
- c. Jantung: kelemahan arteri, meningkatkan serangan jantung
- d. Paru: penyakit paru obstruktif kronik, kanker paru, asma
- e. Hati: kanker hati
- f. Abdomen: kanker lambung, pankreas dan usus besar
- g. Ginjal dan kandung kemih: kanker
- h. Reproduksi: impotensi, kanker leher rahim, mandul
- i. Kaki: gangren¹⁵



Gambar 2.1 Penyakit Akibat Merokok

Dikutip dari: Haris¹⁵

2.1.1.6 Paparan Asap Rokok

Asap rokok merupakan campuran kompleks antar 4700 bahan kimia sebagai salah satu sumber radikal bebas yang dikaitkan dengan ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan. Beban oksidan dalam paru akan bertambah akibat pelepasan *Reactive Oxygen Species* (ROS) dari makrofag dan neutrofil sehingga akan terjadi peningkatan sekuestrasi neutrofil pada sirkulasi mikro paru akibat paparan asap rokok dapat meningkatkan oksidan. Asap rokok juga mengurangi kapasitas antioksidan di plasma berkaitan dengan

penurunan protein *sulphyhidril* atau *glutathione* (GSH). Penurunan GSH ini menyebabkan peningkatan lipid peroksidase dan transkripsi gen sitokin proinflamasi yang berperan pada obstruksi paru. Beberapa sel tubuh yang telah terbukti mengalami kerusakan akibat radikal adalah paru, sel endotel pembuluh darah, jantung.²³

Asap rokok dapat dikelompokkan menjadi fase tar, dan fase gas. Pada fase tar yaitu bahan yang terserap dari penyaringan asap rokok menggunakan *filter cartridge* dengan ukuran partikel $>0,1\mu\text{m}$ termasuk nikotin dan gas. Fase ini memiliki kandungan $>10^{17}$ radikal bebas per gram, dan $>10^{15}$ radikal bebas tiap kali isapan. Radikal bebas dari asap fase tar memiliki waktu paruh lebih lama, yaitu dalam beberapa jam sampai bulan, sedangkan radikal bebas dari asap fase gas hanya memiliki waktu paruh beberapa detik.¹⁵

Bahan yang terdapat dalam asap rokok banyak mengandung senyawa radikal bebas dan berbahaya bagi tubuh. Gabungan antara senyawa radikal bebas pada asap rokok dengan senyawa radikal bebas secara fisiologis, akan menghasilkan produk metabolisme sel-sel tubuh yang tidak dapat diatasi hanya dengan antioksidan dalam tubuh saja, terutama organ paru yang terkena langsung dampak dari paparan asap rokok. Asap rokok berpotensi menghilangkan antioksidan intraseluler dalam sel paru melalui pengaktifan makrofag alveolus untuk melepaskan leuketarin B-4, IL-8, dan TNF α . Antioksidan eksogen dibutuhkan untuk mengatasi radikal bebas eksogen dari asap rokok tersebut, salah satunya antioksidan yang terkandung dalam madu.

Paparan asap rokok dipengaruhi oleh jumlah rokok yang dihisap, pola penghisapan usia mulai merokok, lama merokok dan dalamnya hisapan. Udara

yang dihisap melalui rokok berkisar 25-50 ml tiap hisapan dan sebanyak 10^{14} molekul radikal bebas akan masuk ke dalam tubuh.^{15,23}

Perokok aktif memperoleh paparan asap melewati sebatang rokok yang dihisap ke dalam paru. Perokok pasif terpapar asap rokok dari ujung rokok yang terbakar. Menurut *International Non Government Coalition Against Tobacco* (INGCAT) bahwa paparan dari asap rokok lingkungan dapat menyebabkan kanker paru dan kerusakan kardiovaskular pada orang dewasa yang tidak merokok, serta dapat merusak kesehatan paru dan pernapasan pada anak.²⁴

2.1.1.7 Hubungan Rokok dengan Paru

Paparan asap rokok dapat menimbulkan kelainan struktur jaringan yang berkaitan erat dengan respon inflamasi. Proses inflamasi pada Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK) tidak hanya berlangsung di paru tetapi terjadi juga secara sistemik, yang ditandai dengan peningkatan kadar *C-reactive protein* (CRP), *tumor necrosis factor- α* (TNF- α), *interleukin 6* (IL-6) serta IL-8. Respon sistemik ini menggambarkan progresiviti penyakit paru dan selanjutnya berkembang menjadi penurunan massa otot rangka (*muscle wasting*), penyakit jantung koroner dan aterosklerosis.²⁵

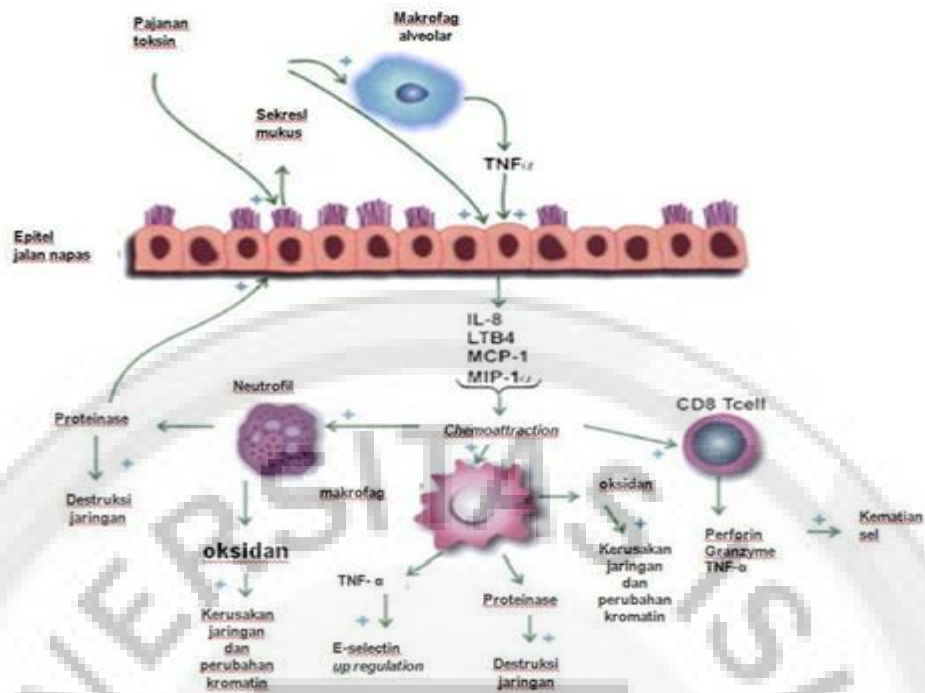
Asap rokok mengandung radikal bebas dalam jumlah yang sangat besar, radikal bebas tersebut dapat menginaktivasi α 1-anti trypsin. Akibatnya, hambatan α 1-anti trypsin terhadap elastase berkurang dan terjadilah degradasi jaringan elastis paru.

Pajanan gas dari asap rokok mengaktifkan makrofag alveolar dan sel epitel jalan napas dalam membentuk faktor kemotaktik. Pelepasan faktor kemotaktik

menginduksi mekanisme infiltrasi sel-sel hematopoetik pada paru yang dapat menimbulkan kerusakan struktur paru. Infiltrasi sel ini dapat menjadi sumber faktor kemotaktik yang baru dan memperpanjang reaksi inflamasi paru menjadi penyakit kronik dan progresif.²⁵

Berbagai penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa asap rokok dapat merupakan faktor risiko terjadinya Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK), juga dapat menyebabkan hipoksia kronik jantung paru, aterosklerosis dan penurunan fungsi kardiovaskuler. Penelitian yang dilakukan oleh *International Agency for Research on Cancer (IARC)* pada hewan percobaan, terutama tikus memberikan hasil bahwa asap rokok menimbulkan efek biologis, yaitu adanya peningkatan aktivasi enzim, antioksidan, peningkatan ekspresi oksida nitrat sintase dan berbagai protein kinase kolagenase.²⁵

Respon epitel jalan napas terhadap pajanan asap rokok berupa peningkatan jumlah kemokin seperti IL-8, *macrophage inflammatory protein-1 α* (MIP1- α) dan *monocyte chemoattractant protein-1* (MCP-1). Peningkatan jumlah Limfosit T yang didominasi oleh CD8+ tidak hanya ditemukan pada jaringan paru tetapi juga pada kelenjar limfe paratrakeal. Sel sitotoksik CD8+ pada pusat jalan napas merupakan sumber IL-4 dan IL-3 yang menyebabkan hipersekresi mukus pada penderita bronkitis kronik juga menyebabkan destruksi parenkim paru dengan melepaskan perforin dan *granzymes*.²⁵



Gambar 2.2 Mekanisme Molekuler dan Seluler pada PPOK

Dikutip dari: Penyakit Paru Obstruktif Kronik sebagai Penyakit Sistemik²⁵

Risiko terjadinya PPOK dapat dilihat dari banyaknya jumlah batang rokok yang dihisap dan lama masa waktu menjadi perokok.

2.1.2 Paru

2.1.2.1 Anatomi Paru

Paru adalah sepasang organ pernapasan manusia yang terbentuk setelah embrio mempunyai panjang 3 mm pembentukan paru berawal dari sebuah *Groove* yang berasal dari *foregut*. Selanjutnya pada *Groove* ini terbentuk dua kantung dilapisi oleh suatu jaringan yang disebut *Primary Lung Bud*. Bagian proksimal *foregut* membagi diri menjadi 2 yaitu esofagus dan trakea.²⁶

Paru (*pulmo*) berada dalam rongga *thorax*. Apex *pulmo* menonjol ke leher serta dapat diorientasikan pada permukaan tubuh dengan membuat garis

melengkung dan konveks ke atas, pada articulatio sternoclavicularis sampai titik yang jaraknya 2,5 cm di atas batas lateral dari sepertiga bagian medial clavicula.²⁷

Paru dibagi menjadi beberapa lobus oleh fisura yaitu 3 lobus di paru kanan dan 2 lobus di paru kiri. Paru memiliki hilus yang dibentuk oleh arteri pulmonalis, vena pulmonalis, bronkus, arteri bronkialis, pembuluh limfe, persarafan dan kelenjar limfe. Paru dilapisi oleh *pleura* yang terdiri dari *pleural visceral* yang melekat pada paru dan tidak dapat dipisahkan, sedangkan *pleura parietal* melapisi *sternum*, *diafragma* dan *mediastinum*.²⁷

Margo anterior pulmo dextra berawal dari belakang articulation sternoclavicularis dan berjalan ke bawah hingga garis tengah angulus sterni. Kemudian berlanjut ke bawah sampai mencapai *symphysis xiphosternalis*. Pinggir anterior paru kiri perjalanannya sama, tetapi setinggi kartilago kosta IV margo ini membelok ke lateral dan berjalan menjauhi pinggir lateral sternum.²⁸

Margo inferior pulmo pada pertengahan inspirasi mengikuti garis melengkung yang menyilang costa VI pada linea medioclavicularis, costa VIII pada linea axillaris media, dan di posterior mencapai costa X pada columna vertebralis.²⁸

Margo posterior pulmo berjalan turun dari prosesus spinosus vertebra cervicalis VII hingga setinggi vertebra thoracalis X.²⁸

2.1.2.2 Fisiologi Paru

Paru merupakan organ sistem respirasi yang berfungsi sebagai pertukaran gas oksigen dan karbondioksida. Terdapat 4 tahap respirasi yaitu:²⁹

1) Ventilasi

Ventilasi adalah sirkulasi keluar masuknya udara atmosfer dan alveoli.

Proses ini berlangsung di sistem pernapasan.

2) Respirasi eksternal

Respirasi eksternal mengacu pada keseluruhan rangkaian kejadian yang terlibat dalam pertukaran oksigen dan karbondioksida antar lingkungan eksternal dan sel tubuh. Proses ini terjadi di sistem pernapasan.

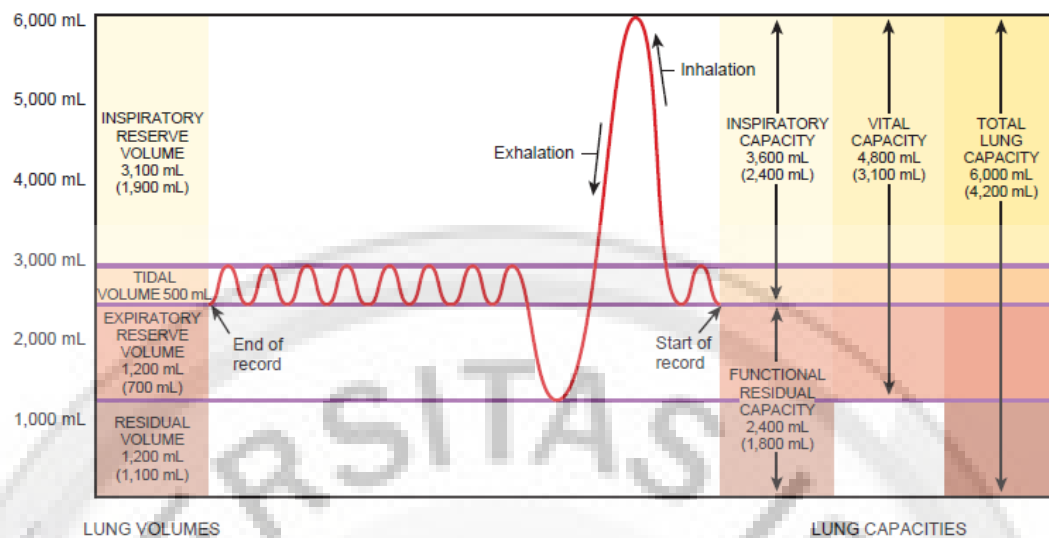
3) Transpor gas

Transpor gas adalah pengangkutan oksigen dan karbondioksida dalam darah serta jaringan tubuh. Proses ini terjadi di sistem sirkulasi.

4) Respirasi internal

Respirasi internal adalah pertukaran gas pada metabolisme energi yang terjadi dalam sel. Proses ini berlangsung di jaringan tubuh.

2.1.2.3 Volume Paru dan Kapasitas Paru



Gambar 2.3 Volume Paru dan Kapasitas Paru

Dikutip: Tortora³⁰

1) Volume Paru

Pada gambar 2.3 dituliskan empat volume paru, bila semuanya dijumlahkan, sama dengan volume maksimal paru yang mengembang. Arti dari masing-masing volume ini adalah sebagai berikut:³¹

a. Volume Tidal

Volume tidal adalah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi setiap kali bernapas normal, besarnya kira-kira 500 mililiter.

b. Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume*)

Volume cadangan inspirasi atau volume cadangan ekstra yang dapat masuk ke paru-paru dengan inspirasi maksimal (*force breathing*) di atas inspirasi tidal, besarnya mencapai 3100 mililiter untuk laki-laki dan perempuan 1900 mililiter.

c. Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume*)

Volume cadangan ekspirasi atau volume udara ekstra maksimal yang dapat diekspirasi melalui ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi tidal normal, jumlah normalnya untuk laki-laki 1200 mililiter dan perempuan 700 mililiter.

d. Volume Residu (*Residual Volume*)

Volume udara yang masih tetap berada dalam paru setelah ekspirasi paling kuat, volume ini besarnya kira-kira untuk laki-laki 1200 mililiter dan perempuan 1100 mililiter.

2) Kapasitas Paru

Untuk menguraikan peristiwa-peristiwa dalam siklus paru, kadang-kadang perlu menyatukan dua atau lebih volume di atas. Kombinasi seperti itu disebut Kapasitas Paru. Berbagai kapasitas paru yang penting, dapat diuraikan sebagai berikut.³¹

a. Kapasitas inspirasi

Volume tidal ditambah volume cadangan inspirasi. Ini adalah jumlah udara (kira-kira 3600 mililiter) yang dapat dihirup oleh seseorang, dimulai pada tingkat ekspirasi normal dan pengembangan paru sampai jumlah maksimum.

b. Kapasitas Residu Fungsional

Volume cadangan ekspirasi ditambah volume residu. Ini adalah jumlah udara yang tersisa dalam paru pada akhir ekspirasi normal (kira-kira 2400 mililiter).

c. Kapasitas Vital

Volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya (kira-kira 4800 mililiter).

d. Kapasitas Paru Total

Volume maksimum yang dapat mengembangkan paru sebesar mungkin dengan inspirasi sekuat mungkin (kira-kira 6000 mililiter), jumlah ini sama dengan kapasitas vital ditambah volume residu.

2.1.2.4 Kapasitas Vital Paru

Kapasitas vital paru (KVP) sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume alun napas 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).³¹

Kapasitas vital paru adalah jumlah udara maksimum pada seseorang yang berpindah pada satu tarikan napas. 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.³¹

Kapasitas vital paru adalah jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru, setelah udara dipenuhi secara maksimal

Tabel 2.2 Kriteria Gangguan Fungsi Paru Menurut ATS

| KVP (%) | Kategori |
|----------|------------------|
| ≥80% | Normal |
| 60 – 79% | Restriksi ringan |
| 51 – 59% | Restriksi sedang |
| <50% | Restriksi berat |

Dikutip dari: ATS *American Thoracic Society*³²

2.1.2.5 Pemeriksaan Fungsi Paru

Dalam menegakkan diagnosis penyakit paru disamping menilai kondisi organ perlu juga ditentukan kondisi fungsionalnya. Dengan mengetahui kondisi fungsional paru maka diharapkan keberhasilan pengobatan dapat diketahui sejak dini. Untuk pemeriksaan fungsi paru yang saat ini sedang dikembangkan pada program Penanggulangan Penyakit Tidak menular, khususnya penyakit paru adalah dengan menggunakan alat yang disebut Spirometer. Alat ini mempunyai banyak keuntungan yaitu: 1) ringan sehingga mudah dibawa kemana-mana, (2) mudah dalam pengoperasiannya, (3) biaya operasionalnya murah, (4) hasilnya dapat segera diketahui.³²

Spirometer ini dapat untuk mengetahui parameter faal paru yang meliputi.³²

a. *Forced Expiratory Volume in 1 Second (FEV1)*

Forced Expiratory Volume in 1 Second (FEV1) atau Volume Ekspirasi Paksa detik pertama (VEP1) diartikan sebagai banyaknya volume udara yang diekspresikan selama 1 detik pertama. Rata-rata lama ekspirasi pada orang normal berkisar 4-5 detik, dimana pada orang normal dapat mengeluarkan udara pernapasan sebesar >80% dari VC nya.

b. Kapasitas Vital Paru

Diartikan sebagai volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan setelah inspirasi maksimal. Terbagi menjadi 2 macam cara pengukuran, yaitu *Vital Capacity* (VC) dan *Force Vital Capacity* (FVC) atau Kapasitas Vital Paksa (KVP). Pemeriksaan dengan VC maka tidak perlu melakukan aktivitas pernapasan dengan kekuatan penuh, sebaliknya pemeriksaan dengan FVC, penderita harus dengan kekuatan penuh.

Vital Capacity sebagai gambaran yang menunjukkan kemampuan elastisitas jaringan paru atau kekuatan pergerakan dinding toraks. Sementara itu FVC berkorelasi dengan *compliance* paru atau dinding toraks, sedangkan pada orang yang sakit akan ada perbedaan antara VC dengan FVC.

c. *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR)

Peak Expiratory Flow Rate (PEFR) atau Arus Puncak Ekspirasi (APE) adalah *Flow* maksimal yang dihasilkan oleh sejumlah volume tertentu yang dapat menggambarkan keadaan saluran pernapasan. Menurunnya PEFR menunjukkan adanya hambatan pada aliran udara di saluran pernapasan.

Klasifikasi gangguan ventilasi (% nilai prediksi):³²

- 1) Gangguan restriksi: *Vital Capacity* (VC) < 80% nilai prediksi; FVC < 80% nilai prediksi.
- 2) Gangguan obstruksi: FEV1 < 80% nilai prediksi; FEV1/FVC < 75% nilai prediksi.
- 3) Gangguan restriksi dan obstruksi: FVC < 80% nilai prediksi; FEV1/FVC < 75% nilai prediksi.

2.1.2.6 Pemeriksaan Paru-Paru dengan Spirometri

Spirometri adalah metode pengujian fungsi paru dengan pengukuran volume udara dan juga kecepatan (*flow*) udara yang dapat diekspirasikan dari paru-paru setelah inspirasi maksimal.³³ Spirometri merupakan pengukuran keterbatasan aliran udara paling sering digunakan saat ini karena hasilnya paling objektif serta dapat digunakan untuk membedakan penurunan fungsi paru akibat obstruksi, retraksi, atau keduanya. Indikasi dilakukan spirometri, selain untuk mendiagnosis juga untuk memonitoring, mengevaluasi, dan kepentingan kesehatan masyarakat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.³⁴

Pemeriksaan paru-paru dengan menggunakan spirometri tentunya memiliki keuntungan dan kelebihan, selain membantu pemeriksa untuk menentukan diagnosis pada pasien dengan indikasi kelainan fungsi paru, pemeriksaan ini juga dapat dilakukan sebagai pemeriksaan individu terkait dengan pengaruh lingkungan. Contohnya pada skrining kelompok yang berisiko terpapar agen-agen berbahaya yang dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan, contohnya pada kelompok perokok.³⁴

Prinsip kerja spirometri adalah dengan menghembuskan udara kedalam *inlet* maka karet yang dapat terisi udara akan mengembang dan menggerakkan *plate* sesuai dengan proporsi udara yang dihembuskan. Aspek penting dalam pengukuran fungsi paru menggunakan spirometri adalah *force expiratory volume in one second* (FEV₁) dan *force vital capacity* (FVC).³³

Tabel 2.3 Indikasi Dilakukan Pemeriksaan Spirometri

Diagnosis

- Untuk mengevaluasi tanda dan gejala atau tes laboratorium abnormal
- Untuk mengukur efek penyakit pada fungsi paru-paru
- Untuk skrining individu yang beresiko terkena penyakit paru-paru
- Untuk menilai prognosis
- Untuk menilai status kesehatan sebelum memulai program aktivitas berat

Monitoring

- Untuk menilai intervensi terapeutik
- Untuk mendeskripsikan perjalanan penyakit yang memengaruhi fungsi paru-paru
- Untuk memantau orang yang terpapar agen berbahaya (*injurious agent*)
- Untuk memantau efek samping obat yang bersifat toksis terhadap paru-paru

Disability/impairment evaluation

- Untuk menilai pasien dalam program rehabilitasi
- Untuk menilai risiko sebagai bagian dari evaluasi asuransi
- Untuk menilai individu atas alasan yang legal

Public health

- Survei epidemiologi
- Persamaan referensi
- Persediaan klinis

Dikutip dari: Miller³⁴

a. *Force expiratory volume in one second* (FEV₁)

Adalah volume maksimal udara yang dikeluarkan pada satu detik pertama ketika ekspirasi maksimal setelah melakukan inspirasi maksimal. Nilai normal 80% sampai 120%.

b. *Forced vital capacity* (FVC)

Adalah jumlah volume maksimal udara yang diekspirasikan dengan kekuatan penuh setelah inspirasi maksimal. Nilai normal 80% sampai 120%

Ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan spirometri ini. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil spirometri hampir sama dengan faktor yang memengaruhi fungsi paru, antara lain karakteristik tubuh, perilaku dan gaya hidup, lingkungan, penyakit berkaitan dengan paru, penyakit ekstraparu, serta peralatan dan pelaksanaan tes.³⁵

Faktor-faktor tersebut yang nantinya akan menjadi perancu pada pemeriksaan ini seperti yang tertera pada Table 2.4, dapat diminimalisir dengan beberapa persiapan sebelum dilakukan pemeriksaan.³⁶

Tabel 2.4 Faktor-faktor yang Memengaruhi Penilaian Fungsi Paru

Karakteristik

Usia
 Jenis kelamin
 Tinggi badan
 Berat badan (obesitas, distribusi lemak tubuh)

Ras

Genetik
 Kecepatan tumbuh kembang

Perilaku dan gaya hidup

Merokok (aktif, pasif)
 Alkohol
 Baju ketat
 Nutrisi (konsumsi antioksidan rendah)

Lingkungan

Polusi udara

Penyakit yang berkaitan dengan paru

Asma
 Penyakit paru obstruksi kronik (PPOK)
 Batuk kronik
 Sesak napas

Penyakit ekstraparu

Penyakit jantung
 Hipertensi
 Nutrisi (malnutrisi)
 Diabetes melitus
 Perubahan massa otot
 Gangguan hormon
 Kelainan tulang belakang

Peralatan dan pelaksanaan tes

Alat (kalibrasi)
 Teknik menghembuskan napas

Dikutip dari: Otrowski dan Barud³⁵

Sebelum pemeriksaan spirometri terdapat hal-hal yang harus diperhatikan dengan maksud untuk menghindari kemungkinan penyebab lain yang berkontribusi terhadap penurunan hasil pemeriksaan spirometri. Persiapan yang dimaksud antara lain mengenakan pakaian yang relatif longgar, tidak diperkenankan merokok satu jam sebelum tes, tidak diperkenankan meminum alcohol empat jam sebelum tes, tidak diperkenankan makan berlebihan dua jam sebelum tes, tidak diperkenankan berolahraga tigapuluh menit sebelum tes, serta tidak diperkenankan meminum obat-obatan brokodilator beberapa jam sebelum tes dilaksanakan.³⁶

2.1.3 Madu

2.1.3.1 Definisi

Madu merupakan zat manis alami, berasal dari nektar bunga yang diproses oleh lebah pekerja menjadi cairan bening dan tersimpan dalam sel-sel sarang lebah.¹² Madu telah digunakan oleh masyarakat Mesir kuno untuk mengobati luka bakar, merangsang pengeluaran kemih, sakit perut, mengatasi kram otot, mengobati sesak napas, demam, untuk mengawetkan mumi dan secara topical terbukti mencegah kerusakan kornea.³⁷

Beberapa penelitian menjelaskan bahwa madu dapat digunakan sebagai anti infeksi, menyembuhkan luka bakar, menjaga kesehatan mulut mengurangi kerusakan hepar akibat obstruksi duktus biliaris komunis dan mengatasi gangguan hati akibat kista yang ditimbulkan oleh cacing hati. Madu juga dapat menghilangkan rasa letih, lelah, lesu, menurunkan tekanan darah tinggi, sebagai obat demam, flu, masuk angin, campak, tukak lambung maupun TBC.¹³

Hasil penelitian Amrun dkk, pada tahun 2007 menunjukkan bahwa senyawa antioksidan dapat mengurangi risiko terhadap penyakit kronis, seperti kanker paru dan penyakit paru obstruksi kronis. Penelitian Hernani dan Rahardjo menjelaskan antioksidan memiliki fungsi untuk menghentikan atau memutuskan reaksi berantai dari radikal bebas yang terdapat di dalam tubuh, sehingga dapat mencegah kerusakan sel tubuh.¹⁴

2.1.3.2 Kandungan Madu

Madu mengandung berbagai jenis gula, yaitu monosakarida, disakarida dan polisakarida. Monosakarida terdiri atas glukosa dan fruktosa sekitar 70%, disakarida yaitu maltosa sekitar 7% dan sukrosa antara 1-3%, serta polisakarida antara 1-5%. Dalam madu juga terdapat 18 jenis asam amino, vitamin, mineral, asam, enzim serta serat. Vitamin dalam madu berupa thiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, folat, vitamin B6, B12, C, A, D, dan K. Enzim yang terkandung dalam madu antara lain enzim invertase, amylase atau diastase, glukosa oksidase, katalase, dan asam fosfatase. Madu juga mengandung sekitar 15 jenis asam sehingga pH madu sekitar 3,9.³⁸

Tabel 2.5 Komposisi Madu

| Kandungan | Rata-rata | Kisaran | Deviasi Standar |
|-----------------------------|------------------|----------------|------------------------|
| Fruktosa/ Glukosa | 1,23 | 0,76-1,86 | 0,126 |
| Fruktosa % | 38,38 | 30,91-44,26 | 1,77 |
| Glukosa % | 30,31 | 22,89-44,26 | 3,04 |
| Maltosa % | 7,3 | 2,7-16,0 | 2,1 |
| Sukrosa % | 1,31 | 0,25-7,57 | 0,87 |
| Gula% | 83,72 | | |
| Mineral % | 0,169 | 0,020-1,028 | 0,15 |
| Asam bebas | 0,43 | 0,13-0,92 | 0,16 |
| Nitrogen | 0,041 | 0,000-0,133 | 0,026 |
| Air % | 17,2 | 13,4-22,9 | 1,5 |
| Ph | 3,91 | 3,42-6,01 | - |
| Total keasamanmeq/kg | 29,12 | 8,68-59,49 | 10,33 |
| Protein mg/100g | 168,6 | 57,7-56,7 | 70,9 |

Dikutip dari: Khasiat dan Manfaat Madu Herbal³⁸

Kandungan mineral dalam madu masing-masing memiliki manfaat diantaranya berfungsi sebagai antioksidan dan berpengaruh dalam mengaktivasi fungsi replikasi sel, protein, dan energi.¹³

Tabel 2.6 Kandungan Mineral dan Vitamin dalam Madu

| Nutrisi | Unit | Jumlah rata-rata dalam 100 gr Madu | Rekomendasi Kebutuhan sehari (RDA) |
|----------------|-------------|---|---|
| Kalori | Kkal | 304 | 2.800 |
| Vitamin A | IU | - | 5.000 |
| Vitamin B1 | Mg | 0,004- 0,006 | 1,5 |
| Vitamin B2 | Mg | 0,002 - 0,06 | 1,7 |
| As. Nikotinat | Mg | 0,11- 0,36 | 20 |
| Vitamin B6 | Mg | 0,008 - 0,32 | 2,0 |
| As. Pantotenat | Mg | 0,02- 0,11 | 10 |
| As. Folat | Mg | - | 0,4 |
| Vitamin B12 | Mg | - | 6 |
| Vitamin C | IU | 2,2- 2,4 | 60 |
| Vitamin D | IU | - | 400 |
| Vitamin E | | - | 30 |
| Kalsium | Mg | 4 – 30 | 1.000 |
| Klor | Mg | 2 – 20 | - |
| Tembaga | Mg | 0,01- 0,12 | - |
| Seng | Mg | 0,2- 0,5 | 15 |
| Besi | Mg | 1 - 3,4 | 18 |
| Magnesium | Mg | 0,7 – 13 | 400 |
| Fosfor | Mg | 2 – 60 | 1.00 |
| Kalium | Mg | 10 – 470 | - |
| Natrium | Mg | 0,6 – 40 | - |

Dikutip dari: Khasiat dan Manfaat Madu Herbal³⁸

Kandungan dalam madu yang berperan sebagai antioksidan terdapat pada vitamin dan mineral. Untuk antioksidan yang ada dalam vitamin terdapat pada vitamin A (beta karoten), vitamin C (asam askorbat), vitamin E (alfa tokoferol).

Beta karoten merupakan zat yang di dalam tubuh akan diubah menjadi vitamin A dan berfungsi sebagai antioksidan.²³ Beta karoten diketahui berfungsi sebagai *scavenger* (pemungut) radikal bebas. Beta karoten melindungi membran lipid dari peroksidasi, dan sekaligus menghentikan reaksi rantai dari radikal bebas.

Vitamin C atau asam askorbat mudah dioksidasi menjadi asam dehidroaskorbat. Dengan demikian vitamin C juga berperan dalam menghambat

reaksi oksidasi yang berlebihan dalam tubuh dengan cara bertindak sebagai antioksidan.²³

Vitamin E sebagai vitamin larut lemak dimanfaatkan sebagai basis dari pertahanan terhadap proses peroksidase asam lemak tidak jenuh ganda yang terdapat dalam fosfolipid membran seluler dan subseluler. Fosfolipid pada mitokondria, retikulum endoplasmik, serta membran plasma mempunyai afinitas terhadap α -tokoferol dan vitamin E terkonsentrasi pada tempat-tempat ini. Fungsi utama vitamin E adalah sebagai antioksidan yang larut dalam lemak dan mudah memberikan hidrogen dari gugus hidroksil (OH) pada struktur cincin ke radikal bebas. Kerja antioksidan yang dilakukan tokoferol efektif pada konsentrasi O_2 yang tinggi, misalnya membran eritrosit dan membran traktus respiratoris.²³

Vitamin C (asam askorbat), vitamin A (beta karoten) dan vitamin E (tokoferol) bertindak sebagai antioksidan pemutus reaksi rantai. Vitamin C bersifat hidrofilik dan berperan dalam sitosol dan cairan ekstrasel. Sebaliknya beta karoten dan tokoferol bersifat lipofilik sehingga dapat berperan pada membran sel untuk mencegah peroksidasi lipid.²³

2.1.3.3 Jenis-Jenis Madu

Ada banyak jenis madu menurut karakteristiknya. Yang paling penting adalah membedakan karakteristik madu berdasarkan sumber nektar, letak geografi, dan teknologi pemrosesannya.³⁸

Karakteristik madu disesuaikan dengan sumber nektarnya yaitu flora, ekstra flora, dan madu embun. Dikenal pula madu monoflora yang artinya berasal dari satu tumbuhan utama dan poliflora yaitu berasal dari nektar beberapa jenis

tumbuhan bunga. Madu yang berasal dari satu jenis bunga dinamakan berdasarkan sumber nektarnya misalnya madu bunga matahari, madu randu, madu kelengkeng, dan madu jeruk.³⁸

Madu monoflora mempunyai wangi, warna, dan rasa yang spesifik dengan sumbernya. Madu poliflora dapat dinamakan sesuai dengan lokasi tempat madu dikumpulkan misalnya madu Sumbawa, madu Bangka, atau madu Timor. Lebah cenderung mengambil nektar dari satu jenis tanaman dan baru mengambil dari tanaman lain bila belum mencukupi.³⁸

2.1.3.4 Madu Randu

Madu Randu merupakan jenis madu yang diproduksi secara kontinyu di Indonesia. Madu ini termasuk dalam madu monofloral atau madu yang berasal dari satu jenis bunga yaitu bunga randu (*Cheiba pentandra*). Madu Randu diproduksi oleh industri peternakan lebah madu di perkebunan randu, yang telah diketahui mempunyai khasiat sangat baik bagi kesehatan.¹²



Gambar 2.4 Bunga Randu
Dikutip dari: Pohon Kapuk Randu⁴¹

2.1.3.5 Peran Madu Sebagai Antioksidan

Radikal bebas yang terdapat di dalam paru merupakan hasil metabolisme normal sel-sel paru, pada umumnya dapat diatasi oleh antioksidan yang terdapat di dalam paru tersebut adanya peningkatan jumlah oksidan di dalam paru daripada jumlah antioksidan yang tersedia maka terjadilah stres oksidatif pada sel. Salah satu oksidan terbanyak yang menyebabkan stres oksidasi berasal dari kelompok *Reactive Oxygen Species* (ROS). Stres oksidasi yang melibatkan sel paru oleh ROS terjadi melalui mekanisme peroksidase lipid, merusak DNA, dan merusak protein.²

Komponen madu yang bertindak sebagai antioksidan yaitu vitamin C, E, beta karoten, senyawa flavonoid, senyawa fenolik, dan enzim *Super Oxidase Dismutase* (SOD). Senyawa pada madu yang terdapat juga dalam sel-sel tubuh terutama di paru adalah enzim SOD. Enzim SOD berfungsi untuk berikatan dengan senyawa radikal bebas dan mengubahnya menjadi hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida ini dikatalis oleh enzim katalase menjadi H₂O dan O₂, sedangkan vitamin dalam madu akan memberikan donor elektronnya pada radikal bebas sehingga radikal bebas tersebut menjadi senyawa yang stabil, lemah dan tidak berbahaya.³⁹

Hasil penelitian Parwata dkk. pada tahun 2010 menunjukkan bahwa salah satu senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan dalam madu yaitu beta karoten karena beta karoten mempunyai kemampuan yang handal dalam meredam radikal bebas terutama radikal singlet oksigen. Penelitian ini menjelaskan kadar beta karoten pada madu Randu yang tinggi, ini dibuktikan dari perbandingan kadar

beta karoten pada madu randu dan madu kelengkeng, yang hasilnya madu kelengkeng 1,9687mg/100g sedangkan madu randu 3,6327mg/100g.¹²

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai madu yang berkaitan dengan antioksidan yang sudah pernah dilakukan juga. Hasil penelitian Ratnayani dkk. pada tahun 2012 menunjukkan salah satu senyawa dalam madu yaitu fenolat diketahui memiliki berbagai efek biologis seperti aktivitas antioksidan melalui mekanisme sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkhelat logam, peredam terbentuknya oksigen singlet serta pendonor elektron. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tingginya kadar fenolat pada madu randu.⁴⁰

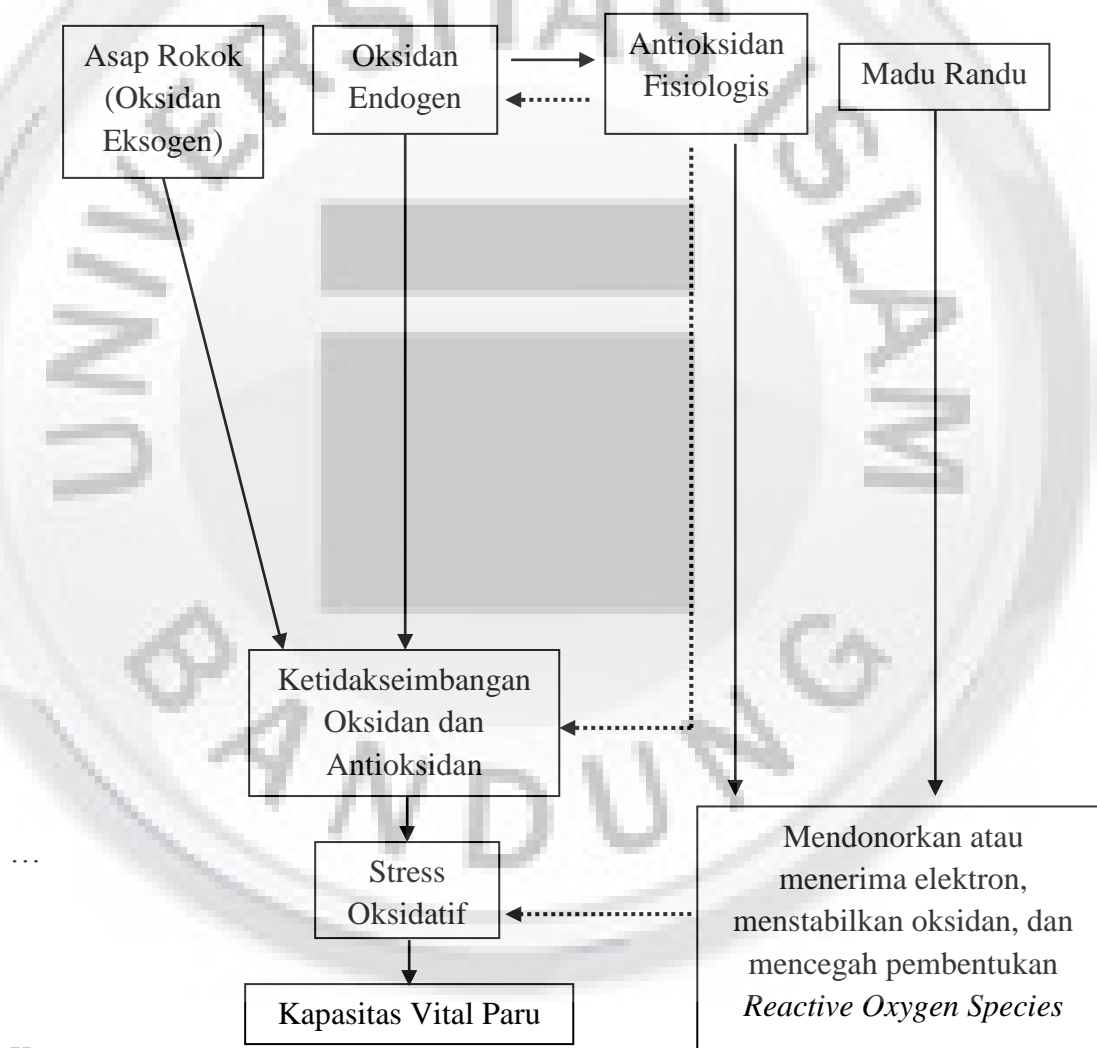
2.2 Kerangka Pemikiran

Perokok aktif merupakan orang yang merokok dan langsung menghisap rokok serta bisa mengakibatkan bahaya bagi kesehatan diri sendiri maupun lingkungan sekitar. Asap rokok mengandung radikal bebas dalam jumlah yang sangat besar sehingga terjadi ketidakseimbangan oksidan dan antioksidan, bisa mengakibatkan stres oksidatif pada jaringan paru yang akhirnya menurunkan Kapasitas Vital Paru perokok.

Dibutuhkanlah antioksidan tambahan dari luar tubuh untuk melawan radikal bebas tersebut. Madu merupakan makanan alami yang banyak digunakan sebagai obat karena kandungan nutrisi pada berfungsi sebagai antioksidan untuk melindungi sel normal dan menetralkan radikal bebas. Zat nutrisi madu yang bersifat antioksidan adalah vitamin A, vitamin C, vitamin E, flavonoid, asam organik, asam fenolik dan beta karoten.

Kerja antioksidan yang mampu untuk mendonorkan atau menerima elektron, menstabilkan oksidan, dan mencegah pembentukan *Reactive Oxygen Species*. Maka terjadilah keseimbangan antara oksidan dan antioksidan sehingga bisa meningkatkan Kapasitas Vital Paru seorang perokok. Berikut adalah penjelasan kerangka pemikiran yang terdapat pada gambar 2.5.

2.2.1 Bagan Kerangka Pemikiran



Keterangan :

→ : mengakibatkan

.....→ : mencegah

Gambar 2.5 Bagan Kerangka Pemikiran