

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

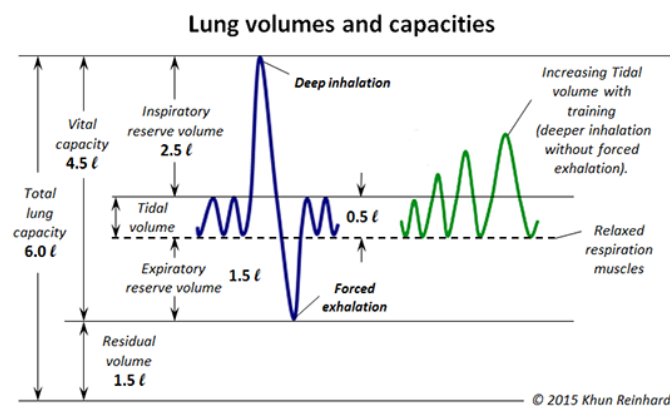
2.1 Pernapasan dan Latihan Napas *Deep Breathing*

2.1.1 Definisi *Deep Breathing*

Latihan napas *deep breathing* adalah suatu teknik bernapas yang mengoptimalkan fungsi otot bantu pernapasan untuk menghasilkan tarikan napas yang lebih dalam, dengan memperbesar ekspansi abdomen dan dada selama inspirasi sehingga jumlah volume tidal sewaktu yang masuk lebih banyak.⁹

2.1.2 Volume dan Kapasitas Paru pada *Deep Breathing*

Pada fungsi fisiologisnya, udara yang berada atau dihirup dan dikeluarkan oleh paru dikelompokkan menjadi beberapa istilah yang disebut volume dan kapasitas paru. Ketika saat seseorang melakukan pernapasan *deep breathing*, akan terjadi perubahan volume tidal (VT) dan kapasitas vital (KV) paru menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan normal.



Gambar 1. Volume dan Kapasitas Paru

2.1.3 Pengaruh Ruang Mati terhadap Volume Ventilasi Alveolar dan Perannya dalam Latihan Napas *Deep Breathing*

Pada proses fisiologis pernapasan dan pertukaran udara di paru-paru, ada dua ventilasi utama yang patut dipahami, yakni ventilasi paru dan ventilasi alveolar. Ventilasi paru adalah total keseluruhan udara atmosfer yang ditukar dengan udara yang berada di saluran napas per menit, sedangkan ventilasi alveolar adalah volume efektif udara yang dipertukarkan antara atmosfer dan alveolus per menit.¹⁰ Volume ventilasi paru dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Ventilasi paru} = \text{ventilasi tidal} \times \text{laju pernapasan}$$

(mL/menit) (mL/napas) (napas/menit)

Adanya perbedaan volume antara volume ventilasi paru dengan jumlah volume udara yang mengalami difusi di alveolus diakibatkan oleh karena adanya ruang mati. Ruang mati pada saluran napas terbagi menjadi ruang mati anatomik, ruang mati fisiologis, dan ruang mati alveolar. Volume ruang mati anatomik menyangkut sebagian volume tidal yang dihirup namun tidak mengalami perfusi gas, dan tetap berada di saluran napas penghantar seperti saluran napas bagian atas, laring, dan trakea. Sedangkan volume ruang mati fisiologis merupakan jumlah volume ruang mati anatomik ditambah ruang mati alveolar, dimana ruang mati alveolar adalah jumlah volume yang terventilasi tetapi tidak ikut serta dalam pertukaran gas dengan kapiler, dimana pada orang sehat nilainya cukup kecil dan tidak bermakna.

mempengaruhi sistem autonomi tubuh dengan menekan respon saraf simpatis dan meningkatkan regulasi respon saraf parasimpatis.¹⁴ Beberapa efek fisiologis pada sistem saraf parasimpatis yang dihasilkan ditunjukkan dengan adanya peningkatan *venous return* darah ke jantung dan peningkatan volume tidal dengan tetap menjaga ventilasi optimal.⁹

Deep breathing yang dilakukan dengan terkontrol dengan rasio lambat dan volume tidal yang optimal telah menunjukkan efek peningkatan efisiensi ventilasi oksigen dengan meningkatkan ventilasi alveolar dan mengurangi volume ruang mati. Selain itu, *deep breathing* juga dapat meningkatkan oksigenasi arterial dengan meningkatkan pertukaran gas yang terjadi pada level alveolar – kapiler. Sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi ventilasi oksigen dapat dioptimalisasikan dengan merubah pola pernapasan sehingga dapat mengefisiensikan transisi antara ventilasi alveolus dan ventilasi udara.⁵

2.1.6 Teknik *Deep Breathing*

Alterasi pola napas yang terjadi saat seseorang melakukan latihan napas dalam atau *deep breathing* adalah perlambatan waktu laju napas dengan memanjangkan waktu inspirasi dan ekspirasi guna meningkatkan kompliansi paru, memperbaiki fungsi ventilasi, dan memperbaiki oksigenasi. Teknik *deep breathing* meliputi:

- 1) Mengatur subyek pada posisi *half laying* atau *semi fowler*;
- 2) Meletakkan satu tangan di abdomen (di bawah iga) untuk merasakan pergerakan dada dan abdomen saat bernapas;

- 3) Menarik napas melalui hidung selama 4 detik melalui hidung, menjaga mulut tetap tertutup selama penarikan napas, tahan napas selama 2 detik;
- 4) Menghembuskan napas melalui bibir yang dirapatkan dan sedikit terbuka sambil mengkontraksikan otot-otot abdomen selama 4 detik;
- 5) Melakukan pengulangan selama 1 menit dengan jeda 2 detik setiap pengulangan, mengikuti dengan periode istirahat 2 menit;
- 6) Melakukan latihan dalam 5 siklus selama 15 menit.

Ekspirasi napas pada latihan napas *deep breathing* dilakukan melalui bibir secara perlahan dan tidak melalui hidung untuk memperpanjang waktu ekshalasi dan mempermudah subyek mengontrol volume udara yang dihembuskan serta kontraksi otot abdomen yang terjadi.

2.2 Saturasi Oksigen

2.2.1 Pengertian

Saturasi oksigen (SaO_2) adalah presentasi oksigen yang terikat atau dibawa oleh hemoglobin di pembuluh darah, dimana satu hemoglobin memiliki empat situs pengikat oksigen dan produk hasil pengikatan hemoglobin dan oksigen disebut oksihemoglobin.¹⁵ Nilai normal saturasi oksigen adalah sekitar 95% - 98% pada dewasa sehat, dinyatakan dalam satuan persen yang menggambarkan jumlah total persentase situs pengikat hemoglobin yang berikatan dengan oksigen.^{15,16,17,18}

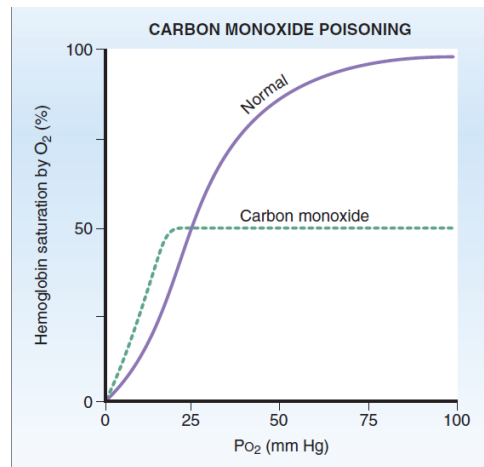
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Saturasi Oksigen

Hubungan antara afinitas oksigen terhadap hemoglobin dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tergambarkan dalam perubahan pada kurva disosiasi

oksihemoglobin. Pergeseran ke kanan (*shift to the right*) menggambarkan penurunan afinitas hemoglobin terhadap oksigen, sedangkan pergeseran ke kiri (*shift to the left*) menggambarkan peningkatan afinitas hemoglobin terhadap oksigen. Faktor ini ialah temperature tubuh, pH darah, konsentrasi tekanan parsial karbondioksida ($p\text{CO}_2$), konsentrasi 2,3-difosfoglisarat (2,3-DPG), dan konsentrasi *dyshemoglobin*.

Pergeseran ke kanan terjadi ketika kondisi pH darah rendah, peningkatan $p\text{CO}_2$ dan konsentrasi 2,3-DPG, serta peningkatan temperatur tubuh. Perubahan tersebut terjadi semisal ketika tubuh tengah melakukan aktivitas fisik, dimana perubahan-perubahan tersebut akan menggeser kurva ke kanan sehingga memudahkan pelepasan O_2 ke jaringan tubuh selama periode dengan permintaan O_2 yang tinggi (efek Bohr).¹⁰

Sedangkan pergeseran ke kiri terjadi ketika kondisi pH darah tinggi, penurunan $p\text{CO}_2$ dan konsentrasi 2,3-DPG, serta penurunan temperatur tubuh. Selain itu, keadaan tingginya karbonmonoksida (CO) di dalam sistem sirkulasi akan menggeser kurva disosiasi ke kiri. Hal ini disebabkan karena CO memiliki afinitas dengan hemoglobin 250 kali lebih besar dibandingkan dengan oksigen, mengakibatkan penurunan kadar oksigen yang dapat diangkut oleh hemoglobin. Oleh karena itu, rantai-rantai polipeptida globin yang tidak berikatan dengan CO akan meningkatkan afinitasnya terhadap O_2 yang terikat.¹⁰



Gambar 2. Efek karbonmonoksida terhadap kurva disosiasi oksihemoglobin.

Selain faktor-faktor diatas, nilai saturasi oksigen juga dipengaruhi faktor-faktor patologis dan faktor lingkungan, diantara lain :

- Kadar Hb (contoh: pada anemia, dan hemoglobinopati)
- *Dyshemoglobin*, yaitu hemoglobin yang tidak berikatan dengan oksigen seperti *carboxyhemoglobin* (COHb) dan *methemoglobin* (MetHb).¹⁵
- Kondisi-kondisi yang menurunkan daya kompliansi pengembangan paru maupun mengganggu proses pertukaran O₂ dan CO₂ di tingkat alveolar, seperti pada PPOK, kondisi patologis jantung, dan obesitas.
- Lingkungan dengan kadar oksigen rendah, seperti pada dataran tinggi.

2.2.3 Pengukuran Saturasi Oksigen Darah

Salah satu cara untuk menghitung kadar saturasi oksigen dalam darah adalah dengan menggunakan alat oksimeter (*pulse oximeter*), yang bekerja berdasarkan metode absorpsi spektrofotometri hukum *Beer-Lambert*.¹⁹ Oksimeter ditempatkan di bagian tubuh yang berdenyut secara adekuat, seperti jari tangan

atau ibu jari kaki. Fotodetektor pada oksimeter akan mengukur jumlah cahaya yang diabsorpsi oxyhemoglobin dan deoxyhemoglobin dan dilaporkan sebagai saturasi oksigen.²⁰

2.3 Rokok

Kebiasaan merokok merupakan salah satu gaya hidup masyarakat Indonesia yang menjadi perhatian utama dalam bidang kesehatan, sebagai penyumbang angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Indonesia sendiri merupakan penyumbang perokok terbanyak ketiga setelah Cina dan India.²¹ Pada 2010, WHO memperkirakan sekitar 36% populasi Indonesia merokok, dan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013, menunjukkan 85% rumah tangga di Indonesia terpapar asap rokok dan rerata proporsi perokok saat ini di Indonesia adalah 29,3 persen.^{1,21}

Rokok sendiri adalah lintingan atau gulungan hasil olahan tembakau (*Nicotiana tabacum*) dengan panjang 70-120 mm, yang dihisap setelah dibakar ujungnya. Rokok merupakan suatu campuran yang kompleks, dinamik, dan reaktif yang mengandung sekitar 5000 bahan kimiawi.² Campuran zat-zat ini bersifat toksik dan karsinogenik, menjadikannya salah satu sumber paparan toksik kimiawi berbahaya bagi manusia. Masalah kesehatan yang sering berkaitan dengan etiologi pengonsumsi rokok adalah penyakit kardiovaskular, PPOK, dan kanker, terutama kanker paru.

2.3.1 Unsur Bahan dalam Rokok

Unsur-unsur radikal bebas pada rokok berpartisipasi dalam perubahan struktur dan fungsi biomolekul asam nukleik, protein, lipid, dan karbohidrat yang

dapat berujung pada kerusakan keseimbangan oksidan/antioksidan serta kerusakan oksidatif pada tubuh. Komponen beracun pada rokok yang paling banyak ditemukan, antara lain:

1) Nikotin

Nikotin merupakan komponen mayor yang ditemukan pada rokok. Rokok komersial umumnya mengandung konsentrasi nikotin 6 – 18 mg/g rokok.²² Nikotin diabsorpsi dengan cepat di paru-paru, namun pengabsorpsiannya di lambung sangat buruk oleh karena lingkungannya yang asam. Rata-rata konsentrasi nikotin darah adalah 10-40 ng/mL, dengan kadarnya di otak dan jantung lebih besar 2-3 kali lipat.²³ Nikotin yang masuk ke sistem tubuh akan menembus sawar-darah-otak dan menstimulasi otak untuk mengeluarkan hormon-hormon, yang mengakibatkan munculnya karakteristik efek adiktif dan psikoaktif. Peningkatan tekanan darah dan denyut jantung; kerusakan mikrovaskuler; dan abnormalitas endotel pembuluh darah merupakan beberapa efek samping merugikan nikotin bagi tubuh. Selain itu, nikotin juga berpotensi karsinogenik melalui aktivitas *mitogen-activated protein kinase* (f), merangsang angiogenesis, serta neovaskularisasi.²⁴

2) Karbonmonoksida (CO)

Karbonmonoksida (CO) merupakan salah satu dari komponen dengan toksisitas tinggi yang ada pada rokok. CO terkandung dalam asap rokok *mainstream* sebesar 22 mg/rokok dan *sidestream* sebesar 9 – 35 mg/rokok.²⁵ CO yang masuk ke dalam sirkulasi darah akan dengan cepat berikatan dengan hemoglobin membentuk carboxyhemoglobin (COHb) yang akan menurunkan

kapasitas angkut suplai oksigen yang diedarkan ke jaringan tubuh. Dalam dosis rendah, CO akan mempengaruhi sistem saraf pusat yang mengakibatkan terganggunya persepsi visual, proses pembelajaran, level atensi dan kewaspadaan.^{25,26}

3) Hidrogen sianida (HCN)

Hidrogen sianida (HCN) pada rokok adalah zat beracun yang terbentuk akibat pembakaran protein dan senyawa nitrat ketika rokok dibakar. Paparan kronik dan akut dari HCN berefek pada sistem neurologis, respiratori, kardiovaskular, dan kelenjar tiroid.^{2,27} Kadar HCN pada asap rokok *mainstream* adalah berkisar 10 – 400 µg/rokok, dengan 0.6 – 27% nya terdapat pada asap *sidestream*.^{2,26}

4) Nitrit Oksida

Nitrit oksida (NO) adalah radikal bebas berbentuk gas yang tidak berwarna dan sangat reaktif yang memiliki peran dalam timbulnya regulasi patologis pada sistem faal tubuh. satu batang rokok mengandung sekitar 600 µg/rokok. Pada sistem homeostasis vaskular, NO mengoksidasi besi heme dari bentuk ferris (Fe^{2+}) menjadi bentuk ferrous (Fe^{3+}), mengakibatkan terbentuknya methemoglobin. Methemoglobin memiliki afinitas terhadap O_2 yang lebih besar akibat berkurangnya kapasitas heme yang mampu mengangkut O_2 , disebabkan oleh bergesernya kurva disosiasi oksihemoglobin ke kiri yang dapat berakhir menjadi kondisi hipoksia.^{28,29}

2.3.2 Volume, Kapasitas, dan Daya Kompliansi Napas Pada Perokok

Penelitian-penelitian terdahulu membuktikan bahwa merokok berefek pada penurunan *forced vital capacity* (FVC), *forced expiratory volume* pada detik

pertama (FEV_1), FEV_1/FVC , dan *forced expiratory flow* pada 25-75% ($FEF_{25\%-75\%}$). Penurunan beberapa aspek kapasitas dan volume paru ini mengindikasikan bahwa merokok mengakibatkan obstruksi pada jalan napas.³⁰

Selain itu, seseorang yang merokok cenderung memiliki keliling thorax saat pernapasan yang lebih kecil akibat adanya reduksi diameter antero-posterior (AP) dan medio-lateral (MP). Hal ini diakibatkan oleh karena pada perokok, fungsi ekspansi dinding dada terutama saat inspirasi tidak lagi optimal. Reduksi kerja ekspansi dinding thorax akibat penurunan fleksibilitas dinding thorax akan mempengaruhi kerja pernapasan, sehingga rawan terjadi dispnea.³⁰

Merokok mempengaruhi otot-otot pernapasan akibat pengaruh radikal bebas yang terhisap masuk ke sistem vascular tubuh, mengakibatkan menurunnya suplai oksigen pada otot-otot pernapasan yang akan berefek pada penurunan fungsi napas. Manifestasi pelemahan otot napas akibat merokok tercerminkan pada menurunnya fungsi ekspansi otot dinding thorax dan menunjukkan adanya penurunan signifikan pada nilai FVC dan FEV pada perokok dibandingkan orang yang tidak merokok.³⁰

2.3.3 Pengaruh Merokok terhadap Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen merupakan parameter indikator yang sensitif dalam menilai prognosis kondisi klinis penyakit seperti asma, PPOK, bronchitis, pneumonia, dll. Pada dasarnya, saturasi oksigen digunakan untuk pendiagnosaan hipoksia yang dapat berakibat dari defisiensi oksigen saat inspirasi, penurunan aktivitas napas akibat penyakit muskular, penurunan resistensi jalan napas,

penurunan kapasitas difusi, anemia, sistem sirkulasi yang tidak adekuat, dan keracunan.³¹

Komponen CO akan mengurangi suplai oksigen pada jaringan tubuh dengan cara berikatan dengan protein hemoglobin, myoglobin, dan sitokrom oksidase. Pada perokok sendiri kadar karbosi-hemoglobin meningkat 2-15 kali lebih besar dibandingkan pada subjek tidak merokok.³

2.4 Efek Latihan *Deep Breathing* terhadap Saturasi Oksigen pada Perokok

Rokok adalah suatu zat adiktif berbahaya yang apabila digunakan mengakibatkan efek negatif salah satunya pada proses pengangkutan oksigen di sirkulasi tubuh. Dalam penelitian sebelumnya oleh Sudaryanto, didapatkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada saturasi oksigen 90 responden perokok dimana 30 responden memiliki saturasi oksigen dibawah normal. Penelitian lain oleh Mustafa Özdal pada tahun 2017, membuktikan bahwa nilai saturasi oksigen pada subjek merokok menunjukkan penurunan signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan pada subyek tida merokok.^{3,7}

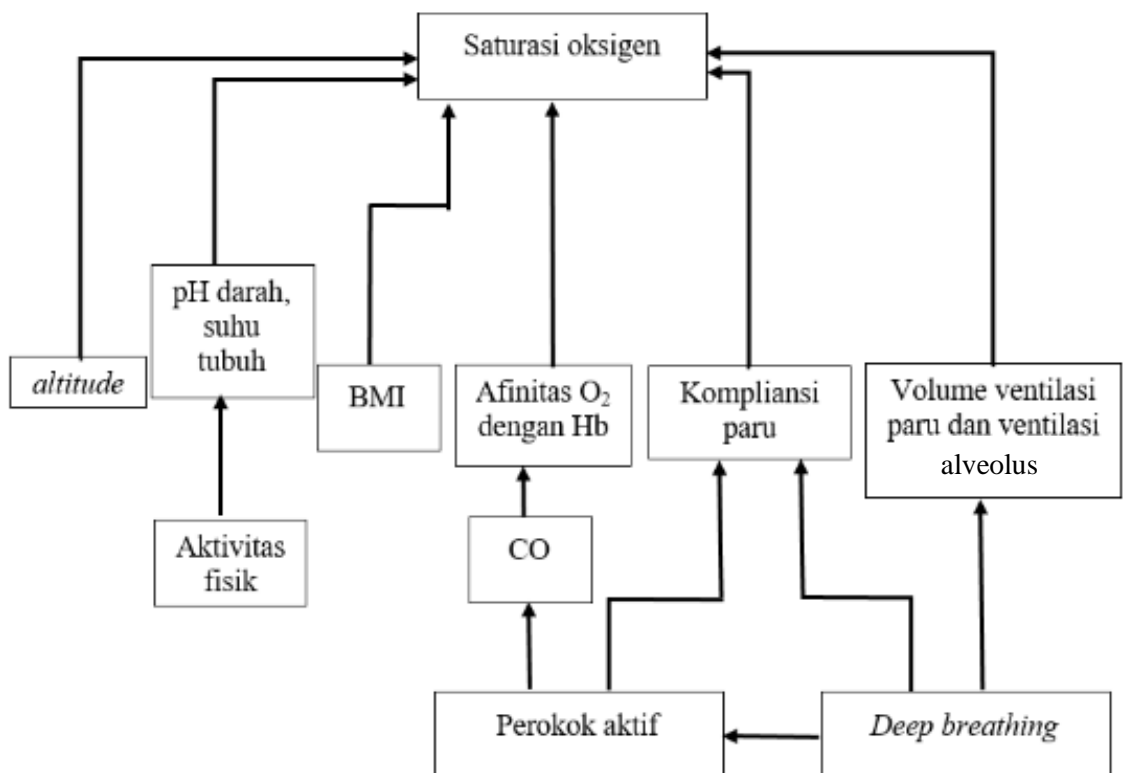
Karbonmonoksida (CO) pada rokok memiliki peran penting dalam perubahan patologis nilai saturasi oksigen yang terjadi. Claude Bernard pada tahun 1857 menemukan bahwa CO menyebabkan terlepasnya oksigen dari ikatan oksihemoglobin oleh karena zat CO memiliki afinitas 250 kali lebih kuat terhadap hemoglobin dibandingkan oksigen, sehingga lebih memudahkan terbentuknya ikatan karboksi-hemoglobin. Efek toksisitas ini menurunkan suplai oksigen untuk jaringan tubuh sehingga menimbulkan kondisi hipoksia seluler.¹⁰

Efek penurunan saturasi oksigen juga ditimbulkan akibat senyawa toksik rokok yaitu nitrogen oksida (NO), dimana senyawa ini berubah menjadi nitrit yang akan mengubah komponen Fe^{2+} pada heme menjadi bentuk Fe^{3+} . Perubahan bentuk besi menimbulkan akumulasi methemoglobin yang akan menggeser kurva disosiasi oksihemoglobin ke kiri akibat meningkatnya afinitas hemoglobin yang berikatan dengan oksigen sehingga menurunkan jumlah oksigen yang tersalurkan ke jaringan dan dapat berujung pada keadaan hipoksia.^{4,28}

Latihan *deep breathing* adalah latihan yang berfokus pada optimalisasi ekspansi otot bantu pernapasan, terutama diafragma, selama fase inspirasi yang mengakibatkan peningkatan pada volume ventilasi alveolus akibat meningkatnya volume serta kapasitas inspirasi, menyebabkan peregangan pada dinding-dinding alveolus. Peregangan ini akan mempromosikan produksi surfaktan alveolus tipe II sehingga terjadi penurunan tegangan alveolus dan berdampak pada meningkatnya kapabilitas kompliansi paru. Inspirasi efektif oleh karena *deep breathing* juga ditunjang dengan penambahan volume intraalveolar yang membuka pori-pori khon pada dinding alveolus dan menimbulkan efek ventilasi kolateral. Optimalisasi volume dan kapasitas inspirasi paru menyebabkan peningkatan efisiensi pertukaran gas pada level alveolar – kapiler. Pada prinsipnya, kecepatan transfer dan pertukaran gas dipengaruhi pula oleh efek luas permukaan. Penambahan luas permukaan alveolus akibat peregangan yang terjadi akan meningkatkan pemindahan gas, khususnya pertukaran O_2 dan CO_2 , dengan kapiler paru, sehingga berefek pada nilai saturasi oksigen di sirkulasi.¹¹⁻¹³

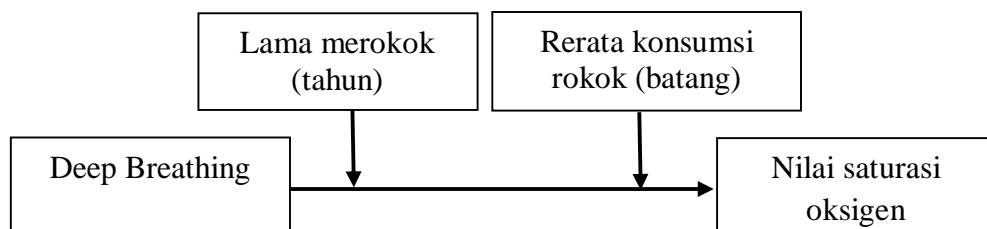
Metode latihan *deep breathing* dapat membantu meningkatkan kompliansi dan proses pertukaran gas di alveolus sehingga dapat membantu memperbaiki penurunan fungsi saturasi oksigen pada perokok.

2.5 Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka konsep penelitian

2.7 Hipotesis Penelitian

2.7.1 Hipotesis Mayor

Latihan *Deep breathing* akan mempengaruhi saturasi oksigen pada perokok aktif.

2.7.2 Hipotesis Minor

Saturasi oksigen meningkat setelah latihan *deep breathing* satu kali dan setelah latihan *deep breathing* 3 kali seminggu selama 4 minggu pada perokok aktif.