

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Patofisiologi Kelainan Paru akibat Paparan Uap/Gas BBM

Secara fisiologis sebelum masuk ke paru udara inspirasi sudah dibersihkan dari partikel debu dan asap yang memiliki diameter $>5 \mu\text{m}$ oleh nasofaring.¹² Partikel uap/gas menimbulkan iritasi pada nasofaring, sehingga proses pembersihan pun menjadi kurang baik dan partikel yang harusnya tersaring dapat masuk ke paru-paru. Partikel yang sudah masuk ke paru-paru lama-kelamaan akan tertimbun lalu mengakibatkan kerusakan sel yang progresif akibatnya kerusakan paru lebih parah.¹³ Lokasi kerusakan bergantung pada sumber pengapian yang dalam hal ini berasal dari uap/gas BBM yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, ukuran partikel, lama paparan, dan zat-zat yang terkandung dalam uap/gas BBM.

Timbunan zat pencemar yang terkandung dalam uap/gas BBM akan menyebabkan gangguan pada parenkim paru. Penurunan tekanan oksigen dalam arteri menunjukkan adanya kerusakan pada paru-paru.¹⁴ Kerusakan pada alveolus ditandai dengan adanya kolaps pada alveolus dan atelektasis sehingga menyebabkan gangguan oksigenisasi. Atelektasis terjadi bila *saccus alveolaris* atau seluruh segmen paru mengembang secara tidak sempurna dan menyebabkan kolaps parsial atau menyeluruh sehingga tidak terjadi pertukaran gas pada regio paru tertentu dan dapat mengakibatkan hipoksia.¹⁵ Ketidakseimbangan hemostasis pada alveolus dapat meningkatkan aktivitas koagulasi darah dan menurunnya aktivitas antifibrinolitik sehingga dapat menjadi endapan yang banyak pada saluran nafas sehingga mengganggu pernafasan normal serta menyebabkan ketidakserasian antara perfusi dan ventilasi.¹⁶ Dengan menginhibisi surfaktan,

fibrin dapat menyebabkan atelektasis dan dapat menarik mediator inflamasi.^{17,18} Apabila paru-paru terus terpapar pencemar, fungsi fisiologis paru sebagai organ pernafasan utama akan mengalami gangguan. Fungsi paru dapat berubah akibat beberapa faktor non pekerjaan misalnya usia, jenis kelamin, alergi, dan riwayat penyakit.

2.1.1. Usia

Fungsi fisiologis paru-paru ditentukan oleh usia. Secara fisiologis dengan bertambahnya usia maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan. Setelah seseorang berumur lebih dari 30 tahun fungsi fisiologis paru akan mengalami penurunan karena setiap tahun luas permukaan paru yang normal berkurang sebanyak 4%. Semakin bertambahnya usia disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk maka kemungkinan terjadinya kelainan fungsi paru akan bertambah besar.^{19,20} Semakin bertambahnya usia seseorang maka semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan fungsi paru. Didukung dengan penelitian sebelumnya, bahwa semakin bertambahnya usia semakin berkurang pula kapasitas vital paru seseorang.^{21,22}

2.1.2. Jenis Kelamin

Ukuran anatomi paru-paru pada laki-laki lebih besar daripada perempuan sehingga fungsi ventilasi pada laki-laki lebih tinggi 20-25%. Selain itu, laki-laki juga lebih sering melakukan aktivitas fisik sehingga *recoil* dan *compliance* paru laki-laki lebih terlatih dibandingkan perempuan. (Guyton,2007)

2.1.3. Alergi

Hipersensitifitas tipe I paling banyak terjadi pada alergi saluran pernafasan dan juga menjadi etiologi terjadinya asthma. Asthma adalah suatu inflamasi kronis pada saluran nafas. Asthma dibagi menjadi 2 tipe yaitu, asma atopik dan asthma non atopik. Asthma atopik paling banyak terjadi terutama pada masa kanak-kanak. Pemicu terjadinya serangan asthma tipe ini adalah debu, serbuk sari, dan binatang. Sedangkan asthma non atopik dipicu oleh virus dan menghirup bahan atau zat pencemaran udara. Asma menyebabkan bronkokonstriksi.²³

2.1.4. Riwayat Penyakit

Riwayat penyakit pada saluran nafas bagian bawah dapat memengaruhi nilai profil spirometer. Contohnya adalah TBC.

TBC

Penyakit yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang menginfeksi paru dan menyebabkan nekrosis kaseosa pada paru.²⁴

2.2. Perubahan Pertahanan Mukosa akibat Jejas Sel oleh Uap/Gas BBM

Semua permukaan saluran nafas dilapisi oleh lapisan tipis mukus yang diekskresikan oleh sel goblet. Lapisan mukus memiliki faktor-faktor penting dalam mekanisme pertahanan terutama IgA, PMN, interferon dan antibody spesifik. Silia dan mukus menjebak kuman dan debu kemudian memindahkannya ke faring dengan kecepatan 1cm/menit. Aktivitas silia dihambat oleh beberapa faktor. Sebagai contoh, bila merokok 1 batang rokok dapat menghentikan gerakan silia selama beberapa jam.²⁵ Transpor mukosiliar hidung adalah salah satu mekanisme untuk membersihkan dirinya dengan mengangkut partikel-partikel asing yang terperangkap pada palat lenter kearah

nasofaring. Transpor mukosiliar ini disebut juga *clearance* mukosiliar dan pertahanan local pada mukosa hidung.^{26,27}

Sebagai organ yang berhubungan dengan dunia luar maka paru-paru memiliki mekanisme pertahanan yang khusus. Secara garis besar mekanisme pertahanan jalan nafas meliputi 2 cara, yaitu:

a. Bersihan jalan nafas

-Filtrasi udara pernafasan: Berkaitan dengan bahan inhalasi

-Mukosilia: Mukus pada saluran napas dihasilkan oleh glandula submukosa, sel globet, sel klara, cairan transudat jaringan dimana mukus ini merupakan sawar yang bersifat detoksikan dan bakterisid. Sedangkan silia terdapat pada epitelium kolumner berlapis semu pada batang trakheobronchial, di bawah laring. Tiap sel mempunyai kira-kira 200 silia. Sel dan partikel terbungkus mukus dan akan digerakan oleh silia-silia untuk keluar dari saluran napas. Gerakan-gerakan silia diidentifikasi seperti gerakan lengan seorang perenang gaya bebas yang terdiri atas gerakan cepat ke depan (rapid forward beat) atau disebut dengan effective stroke dan gerakan yang sifatnya lambat (recovery stroke). Gerakan efektif adalah pada saat silia ekstensi penuh, sewaktu silia dapat mencapai lapisan mukus di atas cairan nasofaring. Sedangkan pada recovery stroke, ujung silia tidak mencapai lapisan mukus. Keberhasilan dalam pembersihan mukus tergantung pada kekentalan mukus, luasnya permukaan bronkus dan aktivitas silia.

- Batuk adalah mekanisme refleks untuk mengeluarkan benda asing dari saluran napas. Adanya batuk juga menunjukkan adanya iritabilitas bronkus.

-Sekresi oleh humoral lokal . Sekresi pada permukaan bronkus terdiri dari: 1. Lisozim, sebagai pelisis bakteri.

2. Laktoferon, suatu zat yang dapat mengikat ferrum dan bersifat bakteristatik

3. Interferon, protein dengan berat molekul rendah mempunyai kemampuan dalam membunuh virus.

4. Ig A, yang dikeluarkan oleh sel plasma berperan dalam mencegah terjadinya virus. Kekurangan Ig A ini akan memudahkan terjadinya infeksi paru yang berulang.

-Fagositosis dilakukan oleh makrofag alveoli. Sel fagosit berperan dalam memfagositosis mikroorganisme dan kemudian menghancurkannya. Makrofag sebagai derivat dari monosit yang terletak di jaringan, berperan sebagai fagosit.²⁸

b. Bersihan alveoli

Mekanisme ini memerlukan waktu yang lebih lama, bahkan lebih dari 24 jam. Biasanya melibatkan makrofag alveolar dan makrofag pulmonal serta limfatik ekstra pulmonal, Bersihan alveoli dibagi menjadi:

1. Non Absorpsi

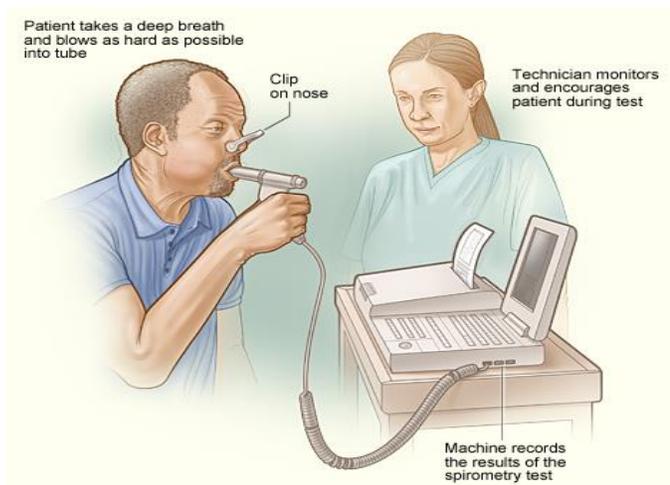
Melibatkan transport partikel dari alveoli oleh surfaktan atau makrofag pada saluran nafas yang bersilia untuk dibersihkan oleh mukosilia. Mekanisme ini terbatas untuk partikel kecil.

2. Absorpsi, meliputi

- Penetrasi langsung ke dalam sel epitel dengan subsequent cell death diikuti oleh transport debris sel ke mukosilia atau ke ruang interstisiel.
- Transport melalui dinding sel epitel melalui jalur transeluler atau panseluler.
- Fagositosis dan dekstrusi melalui sistem fagositosis atau transport oleh limfatik.²⁹

2.3. Pengukuran Fungsi Paru

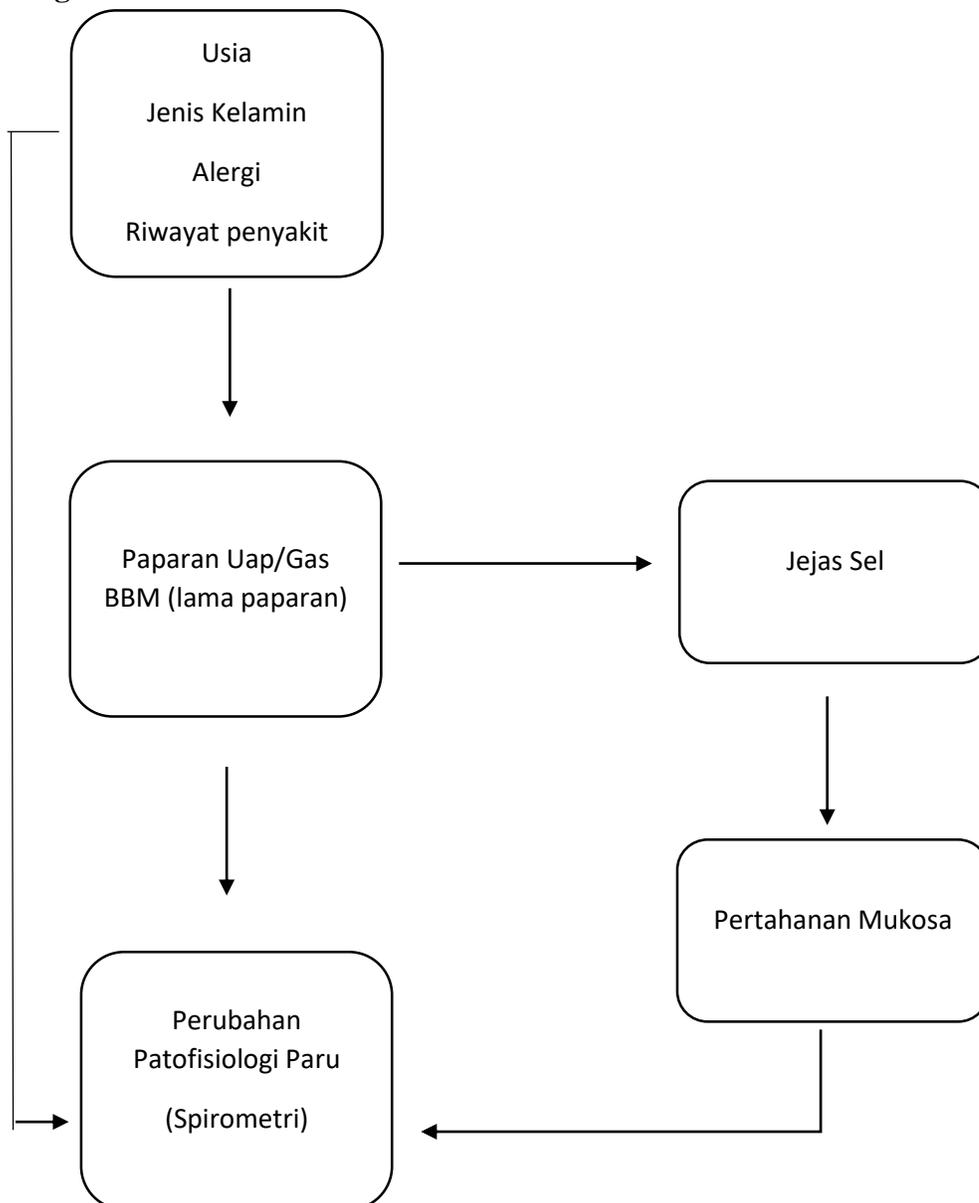
Spirometer adalah alat ukur standar untuk mengukur volume dan kapasitas paru, dengan mengetahui profil spirometri paru individu sehingga bisa ditentukan gambaran proses perubahan patologi pada struktur paru. Semakin lama paparan uap atau gas BBM akan semakin berpengaruh terhadap perubahan patologi yang bisa memengaruhi fungsi paru. Spirometri adalah metode untuk menilai volume dan kapasitas paru-paru dengan menggunakan alat bernama Spirometer.⁷ Profil spirometri yang akan dinilai terdiri dari FVC(*Forced Vital Capacity*) yaitu volume total udara yang bisa dihembuskan secara paksa



dalam sekali nafas, FEV₁ (*Forced Expiratory Volume in One Second*) yaitu volume udara yang bisa dihembuskan dalam waktu 1 detik saat menghembuskan nafas secara paksa.⁸

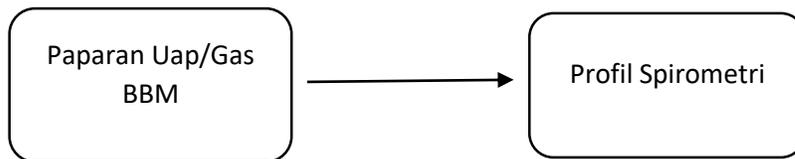
Gambar 2. Pemeriksaan Spirometer

2.4. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka teori

2.5. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka konsep

2.6. Hipotesis

Terjadi penurunan profil spirometri pada petugas SPBU dengan masa kerja lebih lama.

Terjadi penurunan profil spirometri lebih banyak pada petugas SPBU