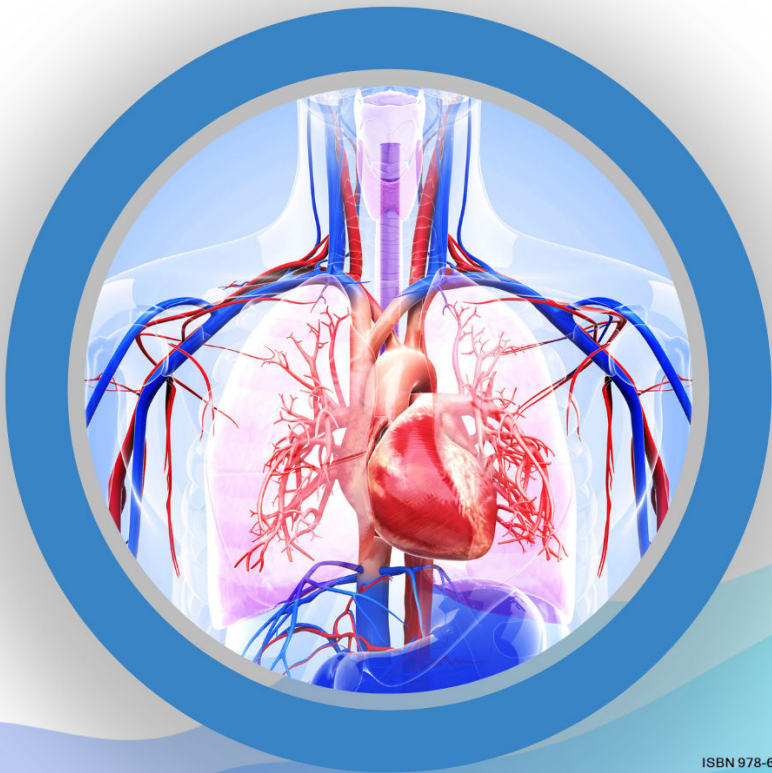


SISTEM RESPIRASI

**Agung Setiyadi, Ferly Yacoline Pailungan, Dwi Purnama,
Viyana Septiyana Achmad, Siskawati Amri, Wira Daramatasia,
Anggi Pratiwi, Maria Kurnyata Rante Kada,
Yana Hendriana, Puji Astuti Wiratmo**



ISBN 978-623-198-562-0



9 786231 985620

SISTEM RESPIRASI

**Agung Setiyadi
Ferly Yacoline Pailungan
Dwi Purnama
Viyan Septiyana Achmad
Siskawati Amri
Wira Daramatasia
Anggi Pratiwi
Maria Kurnyata Rante Kada
Yana Hendriana
Puji Astuti Wiratmo**



GET PRESS INDONESIA

SISTEM RESPIRASI

Penulis :

Agung Setiyadi
Ferly Yacoline Pailungan
Dwi Purnama
Viyana Septiyana Achmad
Siskawati Amri
Wira Daramatasia
Anggi Pratiwi
Maria Kurnyanta Rante Kada
Yana Hendriana
Puji Astuti Wiratmo

ISBN : 978-623-198-563-7

Editor : Diana Purnama Sari, S.E., M.E

Penyunting : Ari Yanto, M.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 5 Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Sistem Respirasi ini.

Buku Ini Membahas Anatomi paru-paru, Transport oksigen, Mekanisme ventilasi, difusi dan perfusi, Pengkajian dan pemeriksaan fisik sistem respirasi, Patofisiologi sistem pernapasan, Terapi farmakologi sistem pernapasan, Tindakan keperawatan pada gangguan respirasi, Asuhan keperawatan pada gangguan sistem respirasi, Terapi pemenuhan kebutuhan oksigen.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, 5 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 ANATOMI PARU-PARU	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Bronkus	2
1.2.1 Anatomi Bronkus.....	2
1.2.2 Fungsi Bronkus	3
1.3 Bronkiolus.....	4
1.3.1 Anatomi Bronkiolus	4
1.3.2 Fungsi Bronkiolus.....	5
1.4 Alveolus	6
1.4.1 Anatomi Alveolus.....	6
1.4.2 Fungsi Alveolus.....	7
1.5 Pleura.....	8
1.5.1 Anatomi Pleura	8
1.5.2 Fungsi Pleura.....	10
DAFTAR PUSTAKA	11
BAB 2 FISILOGI SISTEM RESPIRASI	13
2.1 Pendahuluan.....	13
2.2 Fungsi Sistem Respirasi	14
2.3 Jenis Respirasi.....	16
2.3.1 Pernapasan Internal.....	16
2.3.2 Pernapasan Eksternal	16
2.4 Fungsi Non Respiratorik Sistem Respirasi.....	17
2.5 Proses Respirasi	17
2.5.1 Ventilasi.....	18
2.5.2 Difusi Gas	19
2.6 Pengaturan Keseimbangan Asam Basa.....	21
2.7 Reaksi Terhadap Cedera.....	22

2.8 Kontrol Sistem Respirasi.....	23
2.8.1 Kontrol Sistem Saraf Pusat.....	23
2.8.2 Kontrol Refleksi.....	24
2.8.3 Kontrol Perifer.....	24
DAFTAR PUSTAKA	26
BAB 3 TRANSPORT OKSIGEN.....	27
3.1 Pendahuluan.....	27
3.2 Tansport Oksigen ke Jaringan	28
3.2.1 Ambilan oksigen oleh darah paru	28
3.2.2 Difusi oksigen dari kapiler ke cairan interstisial ..	29
3.2.3 Difusi oksigen dari cairan interstisial ke dalam sel.....	30
3.2.4 Kecepatan total transport oksigen dari paru-paru ke jaringan	30
3.2.5 Fungsi buffer oksigen dari hemoglobin	31
3.2.6 Trasport oksigen dalam keadaan terlarut.....	31
3.3 Transport Oksigen ke dalam Darah	32
3.4 Faktor yang mempengaruhi kurva Disosiasi Oksihemoglobin	35
3.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi transport oksigen.....	38
3.6 Fungsi hemoglobin dalam tubuh manusia.....	39
3.7 Perspektif transportasi O ₂ aktif dan pasif dalam jaringan.....	42
3.8 Transpor karbondioksida dalam darah.....	43
DAFTAR PUSTAKA	46
BAB 4 VENTILASI, DIFUSI DAN TRANSPORTASI.....	47
4.1 Pengertian Pernapasan	47
4.2 Tujuan Pernapasan.....	47
4.3 Fisiologi Respirasi	47
4.4 Fungsi Utama Pernapasan.....	50
DATAR PUSTAKA	56
BAB 5 PENGKAJIAN DAN PEMERIKSAAN FISIK	

SISTEM RESPIRASI	57
5.1 Pendahuluan.....	57
5.2 Defenisi	57
5.3 Teknik Pemeriksaan	58
5.3.1 Inspeksi.....	58
5.3.2 Palpasi	60
5.3.3 Perkusi	62
5.3.4 Auskultasi.....	63
DAFTAR PUSTAKA	66
BAB 6 PATOFISIOLOGI SISTEM PERNAPASAN	67
6.1 Pendahuluan.....	67
6.2 Penyakit Obstruksi Paru	67
6.2.1 Penyumbatan Saluran Udara (<i>Airway Obstruction</i>).....	68
6.2.2 Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)	69
6.2.3 Asma.....	73
6.3 Penyakit Restriktif Paru.....	75
6.3.1 Fibrosis Paru.....	75
6.3.2 Efusi Pleura (<i>Pleural effusion</i>)	76
6.3.3 Pneumotoraks	78
6.4 Penyakit Vaskular Paru (<i>Vascular Diseases</i>)	80
6.4.1 Edema paru (<i>Pulmonary Edema</i>)	80
6.4.2 Hipertensi Pulmonal (<i>Pulmonary Hypertension</i>)...81	
6.5 Penyakit Infeksi Paru.....	83
6.5.1 Tuberkulosis.....	83
6.5.2 Pneumonia.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86
BAB 7 TERAPI FARMAKOLOGI SISTEM PERNAPASAN... 87	87
7.1 Pendahuluan.....	87
7.2 Rhinitis alergi	87
7.2.1 Antihistamin	88
7.2.2 Dekongestan	90
7.3 Asma.....	90

7.3.1 Bronkodilator.....	91
7.3.2 Antiinflamasi	91
7.3.3 Kortikosteroid	93
7.4 Batuk.....	94
7.4.1 Obat antitusif.....	95
7.4.2 Obat ekspektoran	96
7.4.3 Obat Mukolitik.....	96
7.5 Ekspektoran dan Mukolitik	96
7.6 Antihistamin	97
DAFTAR PUSTAKA	99
BAB 8 TINDAKAN KEPERAWATAN PADA GANGGUAN	
SISTEM RESPIRASI.....	101
8.1 Pendahuluan.....	101
8.2 Tindakan Keperawatan Gangguan Sistem Respirasi ...	102
8.2.1 Latihan Napas Dalam.....	102
8.2.2 Batuk Efektif	103
8.2.3 Postural Drainase	104
8.2.4 Perkusi dan Vibrilasi.....	107
8.2.5 Terapi Oksigen	109
DAFTAR PUSTAKA	111
BAB 9 ASUHAN KEPERAWATAN PADA GANGGUAN	
SISTEM RESPIRASI.....	113
9.1 Anatomi Fisiologi Sistem Pernapasan	113
9.1.1 Saluran pernapasan atas:.....	113
9.1.2 Saluran pernapasan bawah :	115
9.2 Proses Pernapasan.....	121
9.3 Jenis Pernapasan.....	122
9.4 Faktor Yang Mempengaruhi Fungsi Pernapasan.....	124
9.5 Gangguan Pemenuhan Kebutuhan Oksigen.....	128
9.6 Tinjauan Asuhan Keperawatan.....	130
DAFTAR PUSTAKA	158
BAB 10 TERAPI PEMENUHAN KEBUTUHAN OKSIGEN ...	159
10.1 Pendahuluan.....	159

10.2 Fisiologi Pernafasan	160
10.3 Indikasi Pemberian Terapi Oksigen.....	162
10.4 Jenis-Jenis Alat Pemberian Terapi Oksigen	163
10.5 Prosedur Pemberian Terapi Oksigen.....	166
10.5.1 Alat dan Bahan	166
10.5.2 Langkah-Langkah Tindakan.....	166
10.6 Evaluasi	170
DAFTAR PUSTAKA	171
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gambar Paru-paru Tampak Depan.....	2
Gambar 1.2. Struktur Paru-paru Manusia.....	6
Gambar 1.3. Anatomi Pleura	9
Gambar 3.1. Penyerapan oksigen melalui darah kapiler paru-paru	29
Gambar 3.2. Kurva Disosiasi Oksihemoglobin.....	34
Gambar 4.1. Proses Respirasi	48
Gambar 4.2. Inspirasi dan ekspirasi	49
Gambar 4.3. Ventilasi Pernapasan	51
Gambar 4.4. Difusi Pernapasan	52
Gambar 4.5. Transportasi Oksigen	55
Gambar 5.1. Palpasi Taktal Fremitus	62
Gambar 5.2. Perkusi paru	63
Gambar 5.3. Auskultasi suara napas.....	65
Gambar 6.1. Mekanisme Obstruksi Jalan Napas	68
Gambar 8.1. Posisi Postural Drainase	105
Gambar 8.2. Posisi Perkusi dan Vibrilasi	108
Gambar 8.2. Posisi Perkusi dan Vibrilasi	109

DAFTAR TABEL

Tabel 9.1. Diagnosa, Luaran dan Rencana Keperawatan.....	140
Tabel 10.1. Jenis-Jenis Alat Pemberian Terapi Oksigen.....	163
Tabel 10.2. Langkah-langkah Tindakan.....	167

BAB 1

ANATOMI PARU-PARU

Oleh Agung Setiyadi

1.1 Pendahuluan

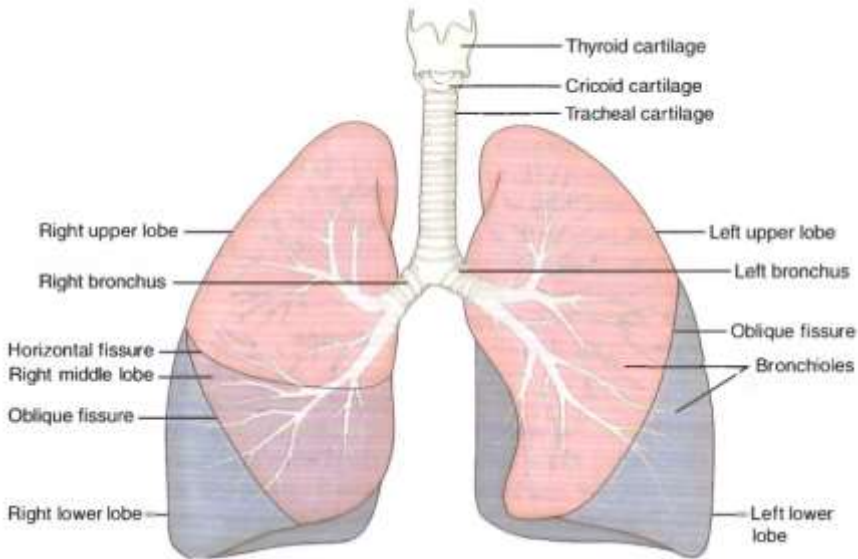
Paru-paru adalah organ vital dalam sistem pernapasan manusia. Mereka berfungsi untuk memasok oksigen ke dalam darah dan mengeluarkan karbon dioksida sebagai produk sampingan metabolisme. Anatomi paru-paru melibatkan struktur dan komponen yang penting dalam menjalankan fungsi pernapasan dengan efisien (West, 2019).

Struktur utama paru-paru terdiri dari paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru kanan terdiri dari tiga lobus, yaitu lobus superior, lobus tengah, dan lobus inferior. Sementara itu, paru-paru kiri terdiri dari dua lobus, yaitu lobus superior dan lobus inferior. Setiap lobus dipisahkan oleh fissura yang membagi paru-paru menjadi segmen yang berbeda (Drazen *et al.*, 2019).

Struktur utama paru-paru terdiri dari bronkus, bronkiolus, dan alveolus. Bronkus adalah saluran udara yang membawa udara dari trakea ke dalam paru-paru, sedangkan bronkiolus adalah saluran udara yang lebih kecil yang memasok udara ke alveolus (Sadler, *et al.*, 2019). Alveolus merupakan struktur kecil seperti kantung yang merupakan tempat utama pertukaran gas terjadi. Di dalam alveolus, terjadi difusi oksigen dari udara ke dalam darah dan karbon dioksida dari darah ke udara (Tortora & Derrickson, 2017).

Selain komponen utama, paru-paru juga memiliki fitur penting lainnya seperti pleura. Pleura adalah lapisan tipis jaringan yang melapisi paru-paru dan rongga dada. Pleura membantu melindungi paru-paru dari gesekan saat bernapas dan

mempertahankan tekanan negatif di dalam rongga dada, memungkinkan paru-paru untuk mengembang dengan bebas (Drazen *et al.*, 2019).



Gambar 1.1. Gambar Paru-paru Tampak Depan
(Sumber : Brunner and Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing)

1.2 Bronkus

1.2.1 Anatomi Bronkus

Bronkus merupakan saluran udara utama yang memainkan peran penting dalam sistem pernapasan manusia. Struktur ini menghubungkan trakea (pipa udara utama) dengan paru-paru, memungkinkan aliran udara yang diperlukan untuk pertukaran gas yang vital. Dalam anatomi, bronkus terdiri dari dua cabang utama, yaitu bronkus utama kiri dan bronkus utama kanan, yang kemudian bercabang menjadi bronkiolus yang lebih kecil (Drake *et al.*, 2019).

Bronkus memiliki dinding yang terdiri dari jaringan otot polos dan kartilago. Kartilago memberikan kekuatan dan struktur pada bronkus, memastikan kepatenan saluran udara dan mencegah keruntuhan saat udara melewati (Tortora & Derrickson, 2016). Dalam dinding bronkus juga terdapat lapisan mukosa yang menghasilkan lendir. Lendir ini penting untuk menjaga kelembaban dan membersihkan partikel-partikel asing yang masuk ke saluran udara (Hall, 2016).

1.2.2 Fungsi Bronkus

Bronkus merupakan saluran udara yang penting dalam sistem pernapasan manusia. Fungsi utama bronkus adalah menghantarkan udara dari trakea menuju paru-paru dan sebaliknya. Bronkus berperan dalam pengaturan aliran udara dan menjaga saluran udara tetap terbuka (Tortora & Derrickson, 2016). Salah satu fungsi utama bronkus adalah mempertahankan kelembaban udara yang masuk ke paru-paru. Ketika udara mengalir melalui bronkus, ia melewati lapisan lendir yang melapisi dinding dalam bronkus. Lendir ini membantu menjaga kelembaban udara dan mencegah pengeringan paru-paru selama proses pernapasan (Hall, 2016).

Selain itu, bronkus juga memiliki fungsi penting dalam membersihkan saluran udara dari partikel-partikel asing. Dalam dinding bronkus terdapat rambut-rambut kecil yang disebut silia. Silia ini bergerak secara teratur, membantu memindahkan lendir yang mengandung partikel debu, kotoran, atau mikroorganisme ke atas menuju tenggorokan. Dari tenggorokan, lendir tersebut akan ditelan atau dikeluarkan melalui batuk (Drake *et al.*, 2019).

Bronkus juga berperan dalam melembutkan udara yang masuk ke paru-paru. Ketika udara melewati bronkus, ia mengalami pemanasan dan pendinginan oleh dinding bronkus. Proses ini membantu menyesuaikan suhu udara yang masuk dengan suhu

tubuh, sehingga mengurangi ketidaknyamanan saat bernapas (Tortora & Derrickson, 2016).

Pemahaman tentang bronkus sangat penting dalam mendiagnosis dan mengobati gangguan pernapasan. Gangguan pada bronkus, seperti penyempitan atau penyumbatan, dapat menyebabkan kesulitan bernapas atau sesak napas. Penyakit seperti asma, bronkitis, atau penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) dapat mempengaruhi fungsi bronkus dan memerlukan perawatan yang tepat (Drake *et al.*, 2019).

1.3 Bronkiolus

1.3.1 Anatomi Bronkiolus

Bronkiolus adalah saluran udara kecil yang terletak di dalam sistem pernapasan manusia. Mereka merupakan percabangan yang lebih kecil dari bronkus utama dan berperan penting dalam mengatur aliran udara menuju dan dari alveolus, yaitu struktur di ujung saluran pernapasan yang berfungsi dalam pertukaran gas (Tortora & Derrickson, 2016).

Struktur bronkiolus terdiri dari lapisan dinding yang terbuat dari jaringan otot polos dan tidak memiliki tulang rawan seperti bronkus. Otot polos dalam dinding bronkiolus berkontraksi dan mempengaruhi diameter saluran udara. Ketika otot polos bronkiolus berkontraksi, saluran udara menyempit, sedangkan saat otot polosnya relaks, saluran udara melebar. Ini memungkinkan pengaturan aliran udara yang lebih halus ke dan dari alveolus (Drake *et al.*, 2019).

Selain itu, bronkiolus juga dilapisi oleh sel-sel epitelium yang berperan dalam produksi lendir dan gerakan silia. Lendir yang dihasilkan oleh sel-sel ini membantu menjaga kelembaban dan membersihkan saluran udara dari partikel-partikel asing. Silia, yang merupakan rambut-rambut kecil yang bergerak, membantu memindahkan lendir dan partikel asing ke atas menuju

tenggorokan untuk ditelan atau dikeluarkan melalui batuk (Tortora & Derrickson, 2016).

1.3.2 Fungsi Bronkiolus

Bronkiolus merupakan bagian penting dalam sistem pernapasan manusia. Fungsi utama bronkiolus adalah mengatur aliran udara yang masuk dan keluar dari alveolus, tempat terjadinya pertukaran gas di paru-paru (Tortora & Derrickson, 2016).

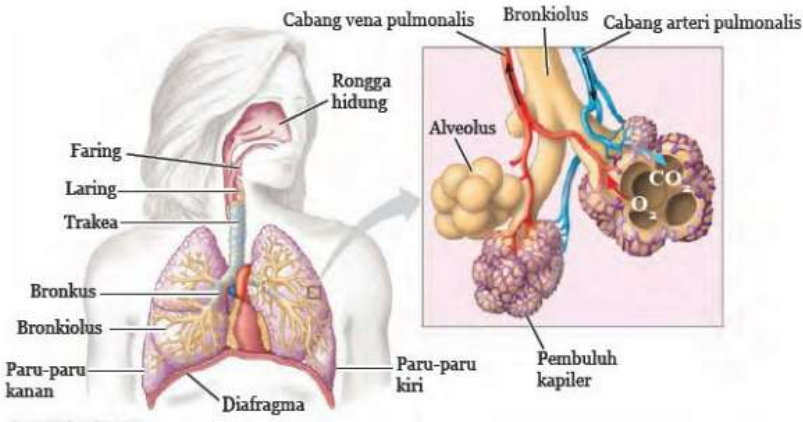
Salah satu fungsi utama bronkiolus adalah pengaturan diameter saluran udara. Bronkiolus dilapisi oleh otot polos, yang dapat berkontraksi dan melebar. Ketika otot polos bronkiolus berkontraksi, diameter saluran udara menyempit, sedangkan saat otot polosnya relaks, saluran udara melebar. Ini memungkinkan pengaturan aliran udara yang tepat ke dan dari alveolus (Drake *et al.*, 2019).

Selain itu, bronkiolus juga berperan dalam membersihkan saluran udara. Di dinding bronkiolus terdapat silia, rambut-rambut mikroskopis yang bergerak secara ritmis. Gerakan silia membantu memindahkan lendir yang mengandung partikel debu, kotoran, atau mikroorganisme ke atas menuju tenggorokan. Dari tenggorokan, lendir tersebut akan ditelan atau dikeluarkan melalui batuk (Hall, 2016).

Bronkiolus juga berfungsi dalam menjaga kelembaban saluran udara. Sel-sel pada dinding bronkiolus menghasilkan lendir yang membantu menjaga kelembaban dan melindungi jaringan saluran udara dari pengeringan yang berlebihan (Tortora & Derrickson, 2016).

Pemahaman tentang bronkiolus penting dalam memahami gangguan pernapasan dan penyakit paru. Gangguan pada bronkiolus, seperti penyempitan atau penyumbatan, dapat menyebabkan gejala seperti sesak napas, batuk, atau wheezing. Penyakit seperti asma, bronkiolitis, atau bronkiolitis obliterans

dapat mempengaruhi fungsi bronkiolus dan memerlukan perawatan yang tepat (Drake *et al.*, 2019).



Gambar 1.2. Struktur Paru-paru Manusia

(Sumber : Campbell, Neil. A & Jane B. Reece. Biologi Edisi Delapan Jilid 3)

1.4 Alveolus

1.4.1 Anatomi Alveolus

Alveolus adalah struktur penting dalam sistem pernapasan manusia. Mereka merupakan kantung-kantung kecil yang berbentuk seperti kantong di ujung saluran pernapasan, tepat di ujung bronkiolus. Alveolus adalah tempat utama terjadinya pertukaran gas, di mana oksigen dari udara yang dihirup masuk ke dalam darah dan karbon dioksida dari darah dikeluarkan ke dalam udara yang dikeluarkan (Tortora & Derrickson, 2016).

Struktur alveolus sangat cocok untuk fungsi pertukaran gas yang efisien. Permukaan alveolus yang luas dan sangat berlipat ganda meningkatkan luas permukaan kontak dengan pembuluh darah kapiler, memungkinkan oksigen dan karbon dioksida dipindahkan dengan efektif antara paru-paru dan darah (Hall, 2016).

Dinding alveolus terdiri dari lapisan tipis selaput yang memungkinkan difusi gas yang efisien. Sel-sel ini juga menghasilkan surfaktan, zat yang membantu mencegah keruntuhan alveolus saat bernapas. Surfaktan mengurangi tegangan permukaan dalam alveolus, menjaga agar mereka tetap terbuka selama pernapasan (Drake *et al.*, 2019).

Ketika udara masuk ke dalam alveolus, oksigen berdifusi melalui selaput alveolus ke dalam pembuluh darah kapiler yang melingkupi mereka. Pada saat yang sama, karbon dioksida yang dihasilkan oleh metabolisme sel di dalam darah berdifusi ke dalam alveolus untuk dikeluarkan melalui pernapasan (Tortora & Derrickson, 2016).

1.4.2 Fungsi Alveolus

Alveolus merupakan struktur yang memiliki peran kunci dalam sistem pernapasan manusia. Fungsi utama alveolus adalah melakukan pertukaran gas antara darah dan udara, khususnya oksigen dan karbon dioksida (Tortora & Derrickson, 2016).

Fungsi utama alveolus adalah mengambil oksigen dari udara yang dihirup dan memasukkannya ke dalam darah. Ketika udara masuk ke dalam alveolus, oksigen melalui proses difusi melintasi selaput alveolus dan masuk ke dalam pembuluh darah kapiler yang berada di sekitarnya. Dalam pembuluh darah, oksigen diangkut oleh hemoglobin dan dibawa ke seluruh tubuh (Hall, 2016).

Selain itu, alveolus juga bertanggung jawab untuk mengeluarkan karbon dioksida dari darah ke dalam udara yang dikeluarkan. Karbon dioksida yang terbentuk sebagai hasil dari metabolisme sel diangkut oleh darah menuju paru-paru dan kemudian berdifusi melalui selaput alveolus ke dalam alveolus. Dari sana, karbon dioksida akan dikeluarkan melalui proses pernapasan (Tortora & Derrickson, 2016).

Fungsi alveolus sangat penting untuk memastikan pasokan oksigen yang cukup ke seluruh tubuh dan pengeluaran karbon dioksida yang berlebihan. Dalam kondisi penyakit atau gangguan pernapasan seperti pneumonia atau edema paru, fungsi alveolus dapat terganggu, menyebabkan kesulitan bernapas dan gangguan pertukaran gas yang serius (Drake *et al.*, 2019).

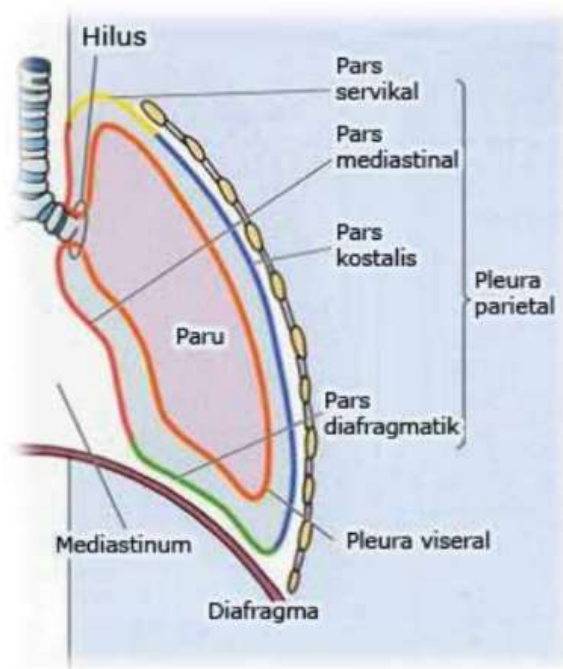
Pemahaman tentang alveolus membantu dalam diagnosis dan pengobatan gangguan pernapasan. Terapi yang ditargetkan pada alveolus, seperti penggunaan ventilator mekanis atau pengobatan inhalasi, dapat membantu meningkatkan pertukaran gas dan mengoptimalkan fungsi pernapasan (Drake *et al.*, 2019).

1.5 Pleura

1.5.1 Anatomi Pleura

Pleura adalah lapisan tipis jaringan yang melapisi paru-paru dan dinding dalam rongga dada. Pleura terdiri dari dua lapisan, yaitu pleura viseral yang melapisi permukaan luar paru-paru dan pleura parietal yang melapisi dinding dalam rongga dada (Tortora & Derrickson, 2016).

Pleura viseral dan pleura parietal dipisahkan oleh ruang pleura yang mengandung cairan pleura. Cairan pleura bertindak sebagai pelumas, memungkinkan permukaan pleura meluncur satu sama lain dengan mudah saat paru-paru bergerak selama pernapasan (Hall, 2016).



Gambar 1.3. Anatomi Pleura

(Sumber : Anatomi & Fisiologi Pleura. Cermin Dunia Kedokteran, 40(6))

Struktur pleura membantu mempertahankan bentuk paru-paru dan memfasilitasi pernapasan yang efisien. Pleura parietal melekat pada dinding dalam rongga dada dan berfungsi untuk melindungi dan mendukung paru-paru. Pleura visceral mengikuti kontur paru-paru dan membantu menjaga adhesi paru-paru dengan dinding rongga dada (Tortora & Derrickson, 2016).

Pleura juga berperan dalam mekanisme pernapasan. Selama inspirasi, pleura memungkinkan perluasan paru-paru dengan meluncurnya permukaan pleura satu sama lain. Pada saat yang sama, selama ekspirasi, pleura memungkinkan kontraksi paru-paru dengan kembali ke posisi semula (Drake *et al.*, 2019).

1.5.2 Fungsi Pleura

Pleura memiliki peran penting dalam menjaga keberhasilan fungsi pernapasan manusia. Fungsi utama pleura adalah membantu melindungi paru-paru, mengurangi gesekan selama pernapasan, dan mempertahankan tekanan negatif antara paru-paru dan rongga dada (Tortora & Derrickson, 2016).

Salah satu fungsi utama pleura adalah melapisi permukaan paru-paru dan melindunginya dari kerusakan. Pleura viseral yang melapisi paru-paru membentuk lapisan pelindung yang mengurangi risiko cedera atau gesekan saat paru-paru bergerak selama pernapasan. Pleura parietal yang melekat pada dinding rongga dada juga memberikan perlindungan dan dukungan struktural pada paru-paru (Hall, 2016).

Selain itu, pleura juga membantu dalam mempertahankan tekanan negatif di dalam rongga dada. Pleura viseral dan pleura parietal melekat satu sama lain dan membentuk ruang pleura yang mengandung cairan pleura. Cairan pleura ini membantu mengurangi gesekan antara pleura saat paru-paru bergerak, serta mempertahankan tekanan negatif yang memungkinkan paru-paru untuk memperluas dengan baik saat inspirasi (Drake *et al.*, 2019).

Fungsi pleura dalam mempertahankan tekanan negatif juga penting untuk memastikan aliran udara yang lancar selama pernapasan. Tekanan negatif di dalam rongga dada membantu menjaga pembukaan saluran pernapasan dan mencegah keruntuhan paru-paru yang bisa terjadi akibat kehilangan elastisitas (Tortora & Derrickson, 2016).

Pemahaman tentang fungsi pleura sangat penting dalam memahami gangguan pernapasan dan penyakit yang melibatkan pleura, seperti pneumotoraks atau pleuritis. Diagnosis dan pengobatan yang tepat diperlukan untuk mengatasi gangguan fungsi pleura dan memulihkan kesehatan pernapasan yang optimal (Drake *et al.*, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- West, J. B. 2019. *Respiratory Physiology: The Essentials*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Drazen, J. M., Harrington, D. P., & McMurry, L. 2019. *Pulmonary Physiology in Clinical Medicine*. McGraw-Hill Education.
- Sadler, T. W., Langman, J., & Wiedmann, T. 2019. *Langman's Medical Embryology*. Wolters Kluwer.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. 2017. *Principles of Anatomy and Physiology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Bare, Brenda G, Smeltzer, Suzanne C. 2006. *Brunner and Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing, edition 10th*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Drake RL, Vogl AW, Mitchell AW. 2019. *Gray's Anatomy for Students. 4th ed*. Philadelphia, PA: Elsevier.
- Hall JE. 2016. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 13th ed*. Philadelphia, PA: Elsevier.
- Campbell, Neil. A & Jane B. Reece. 2012. *Biologi Edisi Delapan Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Pratomo, I & Yunus, F. 2013. *Anatomi dan Fisiologi Pleura*. Cermin Dunia Kedokteran, 40(6), 407-412.

BAB 2

FISIOLOGI SISTEM RESPIRASI

Oleh Ferly Yacoline Pailungan

2.1 Pendahuluan

Agar aktivitas seluler tiap bagian dalam tubuh manusia dapat bertahan maka diperlukan adanya energi. Energi yang dibutuhkan itu berasal dari oksidasi karbohidrat, lemak, serta sintesis protein. Dan untuk menghasilkan energi semua proses tersebut membutuhkan oksigen (O_2). Organ vital tertentu seperti otak dan jantung, tidak dapat bertahan lama jika suplai oksigen (O_2) ke jaringannya tidak efektif atau terhenti. Proses Oksidasi dalam jaringan tubuh menghasilkan karbon dioksida yang harus diangkut dan dikeluarkan dari sel-sel demi mencegah terbentuknya produk asam, (Sherwood, 2018), (Smeltzer & Bare, 2002).

Sherwood (2018) menjelaskan bahwa sistem respirasi merupakan sistem dalam tubuh manusia yang memiliki fungsi dan peran utama untuk mengambil oksigen (O_2) dari atmosfer untuk digunakan oleh sel tubuh dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh sel-sel dalam tubuh ke udara bebas.

Beberapa proses terjadi dalam tubuh manusia selama bernapas dan itu tidak hanya dilakukan oleh sistem pernapasan saja akan tetapi sistem saraf dan sistem kardiovaskuler juga mengambil peran yang sangat penting. Sistem pernapasan terdiri dari serangkaian saluran udara dari hidung sampai ke alveoli dimana saluran udara ini berfungsi untuk menghantarkan udara luar yang kaya oksigen sampai ke membran alveoli yang merupakan penghubung antara sistem pernapasan dengan sistem kardiovaskuler. Peran Sistem kardiovaskuler dimulai ketika

oksigen (O_2) berdifusi ke dalam darah lalu menuju jantung bagian kiri dan kemudian darah yang kaya akan oksigen (O_2) tersebut akan dipompakan oleh jantung ke seluruh bagian tubuh untuk memenuhi kebutuhan oksigen pada sel-sel tubuh. Sebaliknya darah yang kaya karbon dioksida (CO_2) nantinya akan kembali ke jantung bagian kanan lalu jantung memompakan menuju alveoli di paru-paru kemudian terjadi pertukaran gas O_2 dan CO_2 , CO_2 diparu akhirnya dikeluarkan ke sistem pernapasan melalui proses ekspirasi. Sistem saraf pusat mengontrol pernapasan dimana sistem saraf pusat juga secara refleks merangsang otot-otot diafragma dan dada, sehingga memberi kekuatan untuk mendorong gerakan udara. (Muttaqin, 2014).

2.2 Fungsi Sistem Respirasi

Sistem respirasi terdiri dari saluran napas yang menuju paru, paru-paru, otot-otot pernapasan dada (*thorax*) dan perut yang memiliki fungsi menghasilkan aliran udara melalui saluran napas masuk dan keluar paru. Saluran pernapasan berfungsi mengangkut udara atmosfer ke alveolus.

Saluran napas dibagian atas terdiri dari hidung (*nasal*) memiliki peranan penting dalam menyaring partikel-partikel kecil, menghangatkan dan melembabkan udara pada saat inspirasi. *Faring* (tenggorok), memiliki fungsi sebagai saluran bersama pada sistem pernapasan dan pencernaan. Trakea merupakan saluran yang dilalui udara dari faring menuju paru-paru. Laring (kotak suara) letaknya dipintu trakea, diaman tonjolan bagian anterior laring membentuk jakun, pita suara (*plika vocalis*) merupakan jaringan yang menghasilkan suara pada saat kita berbicara, suara terjadi ketika udara melewati bagian laring melalui celah diantara pita suara (glotis), saat berbicara glotis terbuka agar menghasilkan suara, namun saat menelan glotis akan menutup pintu trakea sehingga makanan tidak akan masuk pada saluran pernapasan melainkan masuk ke saluran pencernaan.

Toraks serta diafragma memiliki fungsi menghasilkan gerakan udara dengan mengubah tekanan dalam toraks. Perbedaan tekanan udara yang ada di atmosfer dan udara paru, dengan aliran udara dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah sangat mempengaruhi gerakan udara. Pada saat inspirasi, kubah diafragma menjadi mendatar dan sangkar rusuk terangkat. Kemudian tekanan pada alveolar menurun dan udara tertarik ke paru bersamaan dengan peningkatan volume dada dan paru. (Black & Hawks, 2014).

Tahanan jalan napas (*airway resistance*), juga berperan terhadap gerakan udara serta sangat dipengaruhi oleh diameter jalan napas. Ukuran diameter jalan napas yang menurun sampai setengah bagian dapat menyebabkan peningkatan tahanan jalan napas sampai 16 kali lipat. Oleh sebab itu terjadi penurunan diameter jalan napas karena adanya kontraksi otot bronkia atau penumpukan sekresi pada jalan napas dapat meningkatkan tahanan dan menurunkan laju aliran udara. Hal tersebut yang sering ditemukan pada penyakit paru obstruktif jalan napas seperti asma. (Black & Hawks, 2014).

Alveolus merupakan kantung - kantung udara pada paru yang merupakan tempat pertukaran gas antara oksigen (O_2) di dalam udara yang masuk dengan karbondioksida (CO_2) dalam darah. Oksigen (O_2) berdifusi ke darah dan karbondioksida (CO_2) dari darah ke udara Alveoli. Udara yang mengandung banyak karbondioksida (CO_2) dikeluarkan dari dalam tubuh selama ekspirasi. Alveoli dalam jumlah besar serta memiliki area permukaan yang luas sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan pertukaran gas selama fase istirahat dan selama aktivitas (Black & Hawks, 2014).

2.3 Jenis Respirasi

Pernapasan mencakup dua proses yang terpisah namun saling berkaitan yaitu pernapasan internal (seluler) dan pernapasan eksternal.

2.3.1 Pernapasan Internal

Pernapasan internal atau biasa disebut dengan respirasi seluler adalah proses pertukaran gas yang terjadi antar sel jaringan dengan melibatkan proses metabolisme dalam tubuh. Proses metabolisme dalam sel terjadi di dalam mitokondria dengan menggunakan oksigen (O_2) dan menghasilkan karbon dioksida (CO_2). Proses pernapasan seluler dimulai saat darah yang kaya akan O_2 dipompakan oleh jantung ke seluruh bagian tubuh sampai mencapai kapiler-kapiler lalu sel jaringan mengambil oksigen dalam darah untuk mendukung terjadinya proses metabolisme sel sehingga menghasilkan energi, sebaliknya darah menerima kembali CO_2 yang merupakan sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari tubuh (Sherwood, 2018).

2.3.2 Pernapasan Eksternal

Pernapasan eksternal adalah seluruh rangkaian proses pertukaran O_2 dan CO_2 . Proses pernapasan eksternal dimulai dari masuknya oksigen melalui hidung, masuk ke trakea, lalu ke bronkus, bronkial sampai ke alveoli. Proses selanjutnya oksigen menembus membran yang kemudian diikat oleh hemoglobin (Hb) yang ada dalam sel darah merah lalu dibawa ke Jantung. Setelah itu darah yang mengandung banyak oksigen (O_2) dipompakan oleh jantung ke seluruh tubuh. Karbon dioksida (CO_2) yang merupakan hasil buangan proses metabolisme akan menembus membran kapiler alveolar, yaitu membran kapiler darah ke alveoli kemudian menuju bronkial, lalu ke trakea dan akhirnya dikeluarkan melalui hidung dan mulut (Hidayat & Uliyah, 2016).

2.4 Fungsi Non Respiratorik Sistem Respirasi

Sistem respirasi juga melaksanakan berbagai peran non-respiratorik diantaranya :

1. Mengeluarkan air dan panas melalui proses penguapan.
2. Melembabkan dan menghangatkan udara yang masuk sebelum dihembuskan lagi. Udara yang dihirup di lembabkan pada saluran pernapasan, tujuannya untuk mencegah dinding alveolus mengering karena kondisi tersebut menyebabkan O_2 dan CO_2 berdifusi.
3. Meningkatkan aliran balik vena
4. Membantu mempertahankan keseimbangan asam basa
5. Berperan penting dalam menghasilkan suara, sehingga kita dapat berbicara dan bernyanyi.
6. Sebagai sistem pertahanan tubuh terhadap partikel benda asing yang masuk saat menghirup udara.
7. Menghasilkan, mengubah, mengaktifkan dan menonaktifkan berbagai objek yang melewati sirkulasi paru seperti halnya prostaglandin, ketika darah masuk melewati paru, prostaglandin di nonaktifkan sehingga tidak menimbulkan efek sistemik, sebaliknya paru dapat mengaktifkan angiotensin II, yang merupakan rangkaian dari proses renin-angiotensin-aldosteron dan merupakan hormon yang sangat penting dalam mengatur konsentrasi natrium di ekstrasel.
8. Hidung yang adalah salah satu bagian dari sistem pernapasan bagian atas, juga berfungsi sebagai organ penghidu, (Sherwood,2018).

2.5 Proses Respirasi

Ada beberapa proses yang terjadi dalam memenuhi kebutuhan oksigen di tubuh manusia yaitu *ventilasi*, *difusi gas* dan *transportasi gas* (Hidayat & Uliyah, 2016).

2.5.1 Ventilasi

Ventilasi adalah proses masuknya oksigen (O_2) dari atmosfer ke dalam alveoli lalu dikeluarkan lagi dari alveoli ke atmosfer dalam bentuk karbon dioksida (CO_2). Ada beberapa hal yang mempengaruhi proses ventilasi, yaitu:

1. Perbedaan tekanan antara atmosfer dengan tekanan paru-paru, semakin tinggi suatu tempat maka tekanan udaranya semakin rendah, sebaliknya semakin rendah suatu tempat maka tekanan udaranya menjadi semakin tinggi.
2. Kemampuan toraks dan paru pada alveoli dalam melakukan ekspansi (kembang-kempis).
3. Peran mukus siliaris sebagai pertahanan penangkal benda asing yang mengandung interveron dan dapat mengikat virus.
4. Peran sistem saraf otonom yaitu saraf simpatis dan saraf parasimpatis pada saluran pernapasan. Dimana saluran pernapasan dari nasal sampai alveoli terdiri dari berbagai otot polos yang kerjanya dipengaruhi oleh sistem saraf otonom. Rangsangan saraf simpatis menyebabkan vasodilatasi sedangkan rangsangan pada saraf simpatis mengakibatkan vasokonstriksi
5. Adanya Refleks batuk dan muntah.

Pusat pernapasan di medula oblongata dan pons, dapat mempengaruhi proses ventilasi. Karena CO_2 mampu merangsang pusat pernapasan. Meningkatnya CO_2 di atas 60 mmHg dapat merangsang pusat pernapasan dan bila Tekanan CO_2 (pCO_2) kurang dari sama dengan 80 mmHg dapat menyebabkan depresi pusat pernapasan.

Dalam Black & Hawks (2014) dikemukakan bahwa Proses Ventilasi dalam tubuh, melibatkan beberapa hal yaitu :

1. Pengembangan dinding dada (paru & toraks)

Dalam pengembangan paru dibutuhkan perbedaan antara tekanan alveolar dan tekanan intrapleura.

2. Tegangan permukaan

Tegangan pada permukaan adalah suatu kondisi dimana terjadi pertemuan udara dan cairan pada setiap alveolus, membatasi pengembangan alveolar pada saat inspirasi dan membantu pengempisan alveolar saat ekspirasi.

3. Usaha Muskular

Pada proses ventilasi juga diperlukan usaha muskular. Untuk dapat terjadi inspirasi tekanan dalam alveoli harus lebih rendah dari pada tekanan atmosfer. Ekspirasi biasanya bersifat pasif, ekspirasi paksa dan batuk membutuhkan otot tambahan untuk menurunkan ukuran ruangan toraks dan menyebabkan ekspirasi. Kontraksi otot-otot abdominal mendorong diafragma ke atas kembali ke posisi kubah semula. Kontraksi otot interkostal interna menarik rusuk ke dalam, sehingga mengurangi diameter anteroposterior pada dinding dada.

4. Usaha Bernapas

Adanya kontraksi pada otot pernapasan, menggambarkan adanya gangguan yang bermakna suplai oksigen ke seluruh tubuh. Volume tidal dan frekuensi pernapasan disesuaikan untuk mengurangi beban tubuh dalam mempertahankan ventilasi.

2.5.2 Difusi Gas

Difusi merupakan proses pertukaran antara oksigen dan karbondioksida di tempat pertemuan udara – darah tepatnya pada membran alveolar – kapilar, (Smeltzer & Bare, 2002).

Hidayat & Uliyah (2016) memaparkan bahwa proses difusi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Luasnya permukaan paru
2. permeabilitas yang terdiri atas epitel alveoli dan interstitial
3. Perbedaan tekanan dan konsentrasi O_2
4. Tekanan CO_2 dalam arteri pulmonalis akan berdifusi ke dalam alveoli.
5. Afinitas gas (kemampuan menembus dan saling mengikat hemoglobin)

Dalam Potter & Perry (2010) dijelaskan bahwa meningkatnya ketebalan membran dapat menghambat terjadinya proses difusi oleh karena gas membutuhkan waktu yang lebih lama untuk melewati membran. Sebagai contoh pasien dengan edema paru atau efusi pulmonal akan memiliki kondisi membran yang tebal sehingga akan menyebabkan difusi dan pertukaran gas yang lambat serta penurunan suplai oksigen ke jaringan.

Menurut Black & Hawks 2014, Selama respirasi, untuk metabolisme seluruh jaringan tubuh disuplai oleh oksigen, kemudian karbondioksida dilepaskan. Di atmosfer bumi, udara mengandung 20,84% oksigen; 78,62% nitrogen; 0,04% CO_2 ; dan 0,50% uap air. Setiap gas mempunyai tekanan parsial, sebagaimana jika hanya terdapat gas tersebut. Jika salah satu cairan terpapar oleh suatu gas, maka gas akan memasuki cairan tersebut sesuai proporsi tekanan individual. Tekanan oksigen (PO_2) dalam alveoli yaitu sekitar 104 mmHg dan tekanan karbondioksida (PCO_2) yaitu sekitar 40mmHg. Tekanan oksigen (PO_2) pada darah vena adalah sekitar 40mmHg sedangkan tekanan karbondioksida (PCO_2) adalah Sekitar 45mmHg. Perbedaan konsentrasi ini yang akan mengakibatkan adanya gerakan oksigen ke aliran darah kapiler paru dan karbondioksida akan keluar dari anyaman kapiler paru di alveoli.

Pentingnya perbedaan tekanan oksigen (PO_2) yang tinggi antara udara alveolar dan darah adalah karena oksigen (O_2) memiliki kondisi yang kurang larut jika dibandingkan dengan karbondioksida (CO_2). Beberapa penyakit paru yang menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan khususnya yang menurunkan difusi gas secara umum pastinya akan mengganggu pertukaran oksigen sebelum mengganggu pertukaran karbondioksida.

2.5.3 Transportasi Gas

Transportasi gas adalah suatu proses pendistribusian oksigen (O_2) kapiler ke jaringan tubuh dan karbondioksida (CO_2) jaringan tubuh menuju ke kapiler. Dalam proses transportasi, O_2 akan berikatan dengan hemoglobin (Hb) lalu 97% menjadi oksihemoglobin dan 3% larut dalam plasma, sedangkan CO_2 akan berikatan dengan Hb akan membentuk 30% karbominohemoglobin, 5% larut dalam plasma dan 65% akan menjadi HCO_3 , yang berada dalam darah. Proses transportasi gas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Curah jantung (Cardiac output)
2. Kondisi pembuluh darah
3. Aktivitas dan latihan
4. Perbandingan sel darah dengan darah secara keseluruhan (Hematokrit)
5. Sel darah Merah (Eritrosit)
6. Kadar Hemoglobin (Hb)

2.6 Pengaturan Keseimbangan Asam Basa

Paru – paru dengan adanya proses pertukaran gas juga memiliki peran yang sangat penting dalam pengaturan keseimbangan asam basa di tubuh. Gangguan paru-paru yang menyebabkan perubahan kadar CO_2 dalam darah dapat mengakibatkan kondisi asidosis atau alkalosis respiratorik. Ventilasi yang tidak adekuat menyebabkan *hiperkapnia*, yang hal

tersebut merupakan suatu tanda dari asidosis respiratorik yang disebabkan peningkatan CO₂ dalam darah. Sebaliknya Hiperventilasi, menyebabkan terjadinya *hiperkapnia*, yaitu suatu tanda dari alkalosis respiratorik dimana jumlah CO₂ yang sangat rendah dalam darah , (Black & Hawks 2014).

2.7 Reaksi Terhadap Cedera

Pada paru terdapat beberapa mekanisme pertahanan yaitu mekanisme pembersihan, pertahanan oleh epitel respirasi, dan respon imunologis pada paru, (Black & Hawks 2014).

1. Pertahanan oleh mekanisme pembersihan

Fungsi dari jalan napas atas adalah menyaring partikel-partikel. Rasio permukaan sampai volume yang dimiliki hidung besar serta jalan aliran udara yang lebih berkelok-kelok dibandingkan mulut, oleh karena itu partikel yang lebih besar ukurannya (> 10mm) umumnya terperangkap, lalu partikel yang ukurannya kecil (< 1 mm) dapat masuk ke dalam saluran napas bawah.

Mekanisme bersihan jalan napas bagian bawah sampai alveoli yaitu :

- a. Batuk (5-8 generasi bronkial pertama)
- b. Sistem mukosilier (sampai bronkiolus terminalis)
- c. Makrofag (alveoli dan bronkiolos respiratorik)
- d. Limfatik (alveoli dan interstitium)

Batuk merupakan suatu bentuk respon pertahanan yang secara otomatis digunakan untuk membersihkan trakea, Batuk adalah proses pembersihan yang paling sering digunakan . Jika terjadi penurunan atau gangguan pada refleks menelan, pasien berisiko aspirasi, dan untuk mencegah terjadinya aspirasi partikel masuk ke jalan napas bawah, maka akan ada rangsangan untuk batuk.

2. Pertahanan oleh epitelium respirasi

Lapisan luar alveolus memiliki pneumosit membranosa (sel tipe I) dan sel granular bulat (sel tipe II). Sel tipe II melindungi permukaan alveolar setelah terpapar agen infeksius dan tahan terhadap cedera. Makrofag Alveolar adalah fagosit aktif yang menghilangkan protein serta sel-sel yang telah mati, juga berfungsi pada sintesis dan menyekresikan substansi yang mengatur sistem imun.

3. Pertahanan oleh mekanisme Immunologis

Selama proses inflamasi, sistem imun sistemik memberi respon terhadap paru, dengan cara mengerahkan neutrofil dan monosit darah. Kemudian limfosit T dan limfosit B berperan terhadap reaksi imun lokal, dimana sel dan produksi antibodi spesifik dalam alveoli menjadi perantaranya.

2.8 Kontrol Sistem Respirasi

Dalam tubuh manusia, kebutuhan metabolisme bukan merupakan kondisi yang tetap. Kebutuhan oksigen terhadap jaringan dapat berubah sesuai dengan perubahan kebutuhan metabolik. Mekanisme kontrol pada respirasi dapat menyesuaikan antara suplai oksigen (O_2) untuk kebutuhan metabolik dengan pengeluaran karbon dioksida (CO_2). Dalam hal ini Paru tidak dapat mengendalikannya sendiri namun proses tersebut dibawah kendali sistem saraf pusat.

2.8.1 Kontrol Sistem Saraf Pusat

Black & Hawks, (2014) memaparkan bahwa bagian dari sistem saraf pusat yang memiliki kontrol terhadap respirasi adalah medula oblongata sampai pons. Pusat kontrol pernapasan dibagi menjadi 3 kelompok utama yaitu :

1. Kelompok respirasi dorsal, yang memiliki peran terhadap pengaturan inspirasi.

2. Kelompok pernapasan ventral memiliki peran terhadap proses ekspirasi. Kelompok pernapasan secara normal tidak memiliki fungsi kecuali jika dibutuhkan ventilasi tambahan atau jika ekshalasi aktif terjadi.
3. Kelompok pusat pneumotaksik yang mengatur kecepatan dan kedalaman pernapasan ada pada pons. Pons memiliki pusat apneustik yang terdapat neuron ekspirasi dan inspirasi.

2.8.2 Kontrol Refleks

Refleks batuk merupakan suatu respon saraf yang terjadi ketika adanya rangsangan mekanis. Zat iritan yang terhirup atau adanya lendir pada jalan napas dapat memberi stimulus reseptor regang paru yang beradaptasi secara cepat dan terdapat di karina serta bronkus besar. Rangsangan reseptor kemudian menghasilkan aliran gas ekspirasi berkecepatan tinggi, yang disebut batuk.

2.8.3 Kontrol Perifer

Rangsangan tekanan parsial oksigen (PO_2) dan tekanan parsial CO_2 (PCO_2) di dalam darah menyebabkan kontrol pernapasan perifer. Dalam darah CO_2 merupakan suatu zat yang sifatnya asam. Peningkatan PCO_2 dapat menyebabkan asidosis dan penurunan Ph. Reseptor saraf yang sangat peka terhadap perubahan oksigen, CO_2 dan Ph terletak di otak dan struktur sekeliling pembuluh darah. Tekanan O_2 dan CO_2 dalam darah dideteksi oleh reseptor saraf pada korpus karotikus dan korpus aortikus. Reseptor pada korpus karotid terletak di dekat sinus karotid dan korpus aortik terletak di dekat arkus aorta.

Kemoreseptor juga terletak pada sisi otak dari sawar darah otak. Reseptor saraf ini hanya bereaksi terhadap PCO_2 (atau Ph). Meningkatnya PCO_2 pada darah arteri merupakan rangsangan normal dalam meningkatkan ventilasi. Kadar tekanan parsial

oksigen dalam darah arteri yang rendah dapat merangsang ventilasi, tetapi hal itu terjadi jika tekanan oksigen dalam arteri (PO_2) kurang dari 70 mmHg. Terdapat suatu keterkaitan yang kuat antara rangsangan pernapasan ini dan perubahan ventilasi maksimal yang disebabkan oleh peningkatan PCO_2 dan penurunan PO_2 yang bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Black, J. M., & Hawks, J. H. 2014. Keperawatan Medikal Bedah: Manajemen Klinis Untuk Hasil Yang Diharapkan .(edisi 8). jilid 3. Singapura: Elsevier.
- Hidayat, A. A. Alimul., dan Uliyah, M. 2016. Buku Ajar Ilmu Keperawatan Dasar. Jakarta: Salemba Medika
- Muttaqin, A. 2014. Pengkajian Keperawatan Aplikasi Pada Praktik Klinik, Jakarta: Salemba Medika.
- Potter, P.A. & Perry, A.G. 2010. Fundamental Keperawatan. Edisi 7. Buku 3, Jakarta : Penerbit Salemba Medika
- Sherwood, L . 2018. Fisiologi Manusia : Dari Sel ke Sistem. Edisi 9. Jakarta : EGC.
- Smeltzer, S. C., & Bare, B. G. 2001. Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah: Brunner & Suddarth volume 1 (edisi 8), Jakarta: EGC.

BAB 3

TRANSPORT OKSIGEN

Oleh Dwi Purnama Putri P

3.1 Pendahuluan

Oksigen adalah salah satu unsur gas yang beredar di udara bebas, mempunyai peranan dalam proses kehidupan. Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan bagi sel pada organ tubuh manusia, berkurangnya oksigen dalam sel tubuh akan mengakibatkan fungsi organ tubuh terganggu dan tidak berfungsi optimal. Oksigen dibutuhkan setiap sel dalam melakukan metabolisme serta menghasilkan energi yang digunakan oleh tubuh dalam melakukan aktivitasnya dan melepaskan karbondioksida sebagai hasil akhir dari proses metabolisme sel-sel di tubuh.

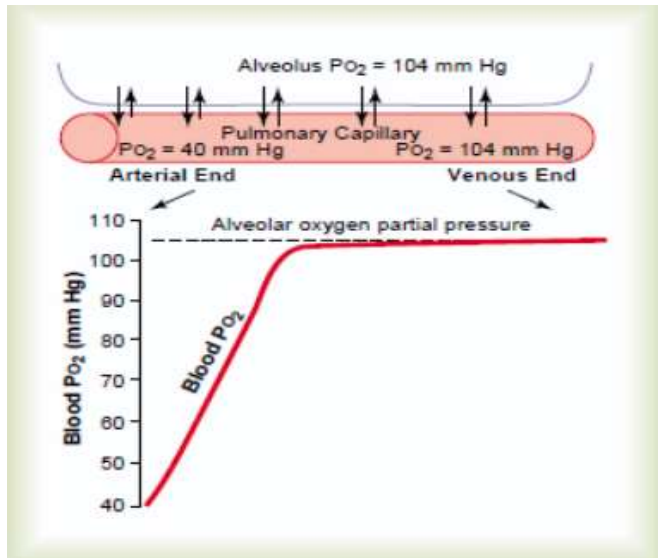
Sebagian besar oksigen yang diangkut dalam darah terikat pada hemoglobin dalam sel darah merah; setelah fosforilasi oksidatif, oksigen diperlukan untuk pembentukan ATP yang akan digunakan untuk proses metabolisme sel tubuh, sementara sejumlah kecil dibawa dalam darah sebagai zat terlarut langsung. Penggunaan oksigen pada target jaringan diatur oleh sejumlah faktor termasuk gradien konsentrasi oksigen, suhu, pH dan konsentrasi senyawa 2,3-Bisfosfoglisarat. Indikasi terpenting transportasi oksigen yang efektif adalah konsentrasi hemoglobin dan tingkat saturasi oksigen yang sering diukur secara klinis menggunakan oksimetri nadi. Apabila terjadi gangguan pada transport oksigen akan menyebabkan kerusakan jaringan yang irreversible (Rhodes and Varacallo, 2019).

3.2 Tansport Oksigen ke Jaringan

Fungsi terpenting dari sistem kardiorespirasi yang memadai adalah banyaknya pasokan oksigen ke berbagai jaringan tubuh. Jumlah oksigen (mL O₂) yang dikirim per menit ke semua organ (pengiriman oksigen, DO₂) di tentukan oleh hasil curah jantung (CO dalam mL darah min-1) (Guyto and Hall, 2016).

3.2.1 Ambilan oksigen oleh darah paru

Oksigen dihirup dari udara bebas dan dikirim ke mitokondria di dalam sel melalui sistem ventilasi dan sirkulasi tubuh. Tekanan parsial oksigen di udara bebas secara bertahap akan menurun hingga ke mitokondria. Selama inhalasi dengan udara bebas, tekanan oksigen sekitar 160 mmHg kemudian akan turun karena dilembabkan oleh udara di dalam pernapasan hingga 150 mmHg. Setelah lewat melalui jalan napas, tekanan parsial oksigen kembali turun di aveoli karena disana terdapat komponen karbon dioksida di alveoli sekitar 100 mmHg. Maka oksigen akan mengalami difusi, meningkatkan parsial tekanan oksigen dari vena, yang awalnya 40-45 mmHg, di arteri tekanan parsial oksigen akan menjadi 90-95 mmHg (dengan mempertimbangkan fisiologis shunt tubuh yang mengandung CO₂) (Abbas, 2020).



Gambar 3.1. Penyerapan oksigen melalui darah kapiler paru-paru

Gambar 3.1 Menggambarkan proses difusi molekul oksigen antara alveolus dan darah paru-paru digambarkan di atas. Konsentrasi PO_2 pada darah vena yang melewati pembuluh darah kapiler hanya 40 mmHg, kondisi ini disebabkan karena sebagian oksigen telah dikeluarkan dari darah pada saat melewati kapiler jaringan. PO_2 pada alveolus 104 mmHg sehingga jumlah oksigen yang lebih besar dipompa ke dalam kapiler paru-paru daripada yang sebaliknya. Pada gambar kurva dibawah memperlihatkan kapiler mengalami peningkatan kadar PO_2 darah pada saat darah melewati kapiler tersebut. Kondisi ini menggambarkan bahwa PO_2 kapiler meningkat hampir sama pada tekanan PO_2 di alveolus sekitar 104 mmHg (Guyton and Hall, 2016).

3.2.2 Difusi oksigen dari kapiler ke cairan interstisial

Oksigen yang berdifusi di kapiler jaringan hampir sama seperti yang dialami dalam paru-paru. Terdapat perbedaan

tekanan PO₂ dalam cairan interstisial sekitar 40 mmHg lebih rendah dari PO₂ di dalam kapiler darah arteri sekitar 95 mmHg, hal ini menunjukkan perbedaan tekanan sekitar 55 mmHg sehingga terjadi difusi oksigen dari kapiler ke cairan interstisial. Sebagian besar oksigen telah berdifusi ketika darah mengalir melalui kapiler, PO₂ kapiler mendekati tekanan oksigen yang berada dalam cairan jaringan sekitar 40 mmHg (Guyton and Hall, 2016).

3.2.3 Difusi oksigen dari cairan interstisial ke dalam sel

Transportasi O₂ dari kapiler ke jaringan dibawa oleh cairan interstisial, aliran gerakan dinamis untuk menjaga nutrisi metabolisme tubuh. Pada cairan interstisial, bilangan Prandtl, ν/D , dari O₂ adalah $\sim 10^3$, dimana, $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ adalah viskositas dari cairan interstisial dan $D_{O_2} = 1,6 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ adalah koefisien difusi O₂. Besar Angka Prandtl menunjukkan bahwa transport konvektif dalam cairan interstisial lebih efektif daripada transportasi difusif bahkan laju aliran rendah, oleh karena itu, transport konvektif cairan interstisial harus dimasukkan dalam transport O₂ dari kapiler ke jaringan (Liu, Wen and Zhang, 2021).

PO₂ pada cairan interstisial lebih tinggi dibandingkan PO₂ intrasel karena oksigen oleh selalu digunakan oleh sel. PO₂ intrasel berkisar antara paling rendah 5 mmHg dan paling tinggi 60 mmHg, kondisi ini diperlukan untuk mendukung proses metabolisme sel (Guyton and Hall, 2016).

3.2.4 Kecepatan total transport oksigen dari paru-paru ke jaringan

Dalam kondisi istirahat sekitar 5 ml oksigen di transport dalam setiap 100 ml darah, apabila curah jantung yang normal berkisar 5000 ml per menit, maka total oksigen yang akan masuk ke dalam jaringan dalam setiap menit berjumlah 250 ml, kondisi ini dapat diukur dengan menggunakan alat respirometer. Pada kondisi tertentu kecepatan transport oksigen di dalam jaringan dapat

meningkat menjadi 15 kali dari normal, seperti pada olahragawan. Pada orang dewasa muda kecepatan transport oksigen ke jaringan berkisar 15 x 250 ml atau 3750 ml per menit. Pada olah raga atletik, meningkatnya kadar konsentrasi hemoglobin dalam darah serta meningkatnya curah jantung dapat meningkatkan transport oksigen 4,5 sampai 5 liter permenit (Guyto and Hall, 2016).

3.2.5 Fungsi buffer oksigen dari hemoglobin

Kapasitas penyangga hemoglobin adalah kemampuannya untuk mempertahankan pH suatu larutan dalam kisaran tertentu. Protein dengan kapasitas penyangga yang besar bertindak sebagai penyangga yang lebih kuat dibandingkan dengan protein dengan kapasitas penyangga yang kecil. Perbedaan kapasitas buffering disebabkan oleh jumlah tempat buffering; protein-protein dengan kapasitas penyangga yang besar memiliki jumlah tempat penyangga yang lebih banyak, begitu pula sebaliknya. Diperlukan peningkatan jumlah titran untuk mengamati perubahan pH yang sama dalam larutan penyangga seperti yang dapat diamati(Pias, 2020).

Fungsi buffer oksigen dari hemoglobin penting pada saat PO₂ di alveolus mengalami penurunan ke tingkat paling rendah, contohnya pada saat berada di ketinggian, PO₂ alveolus menjadi 60 mmHg serta hemoglobin arteri menjadi jenuh sekitar 89 persen(Guyto and Hall, 2016).

3.2.6 Trasport oksigen dalam keadaan terlarut

Sekitar 0,29 ml oksigen terlarut dalam 100 ml air di dalam darah hal ini terjadi apabila PO₂ arteri yang normalnya sebesar 95mmHg. Ketika terjadi penurunan PO₂ sekitar 40 mmHg, dalam kapiler jaringan O₂ akan tetap terlarut sebanyak 0,12 ml. Secara normal sekitar 0,17 ml oksigen akan di transport ke jaringan dalam kondisi terlarut oleh setiap 100 ml darah. Hal ini sebanding dengan kira kira 5,0 ml oksigen yang ditransport oleh Hb, dengan demikian

jumlah oksigen yang terlarut di dalam jaringan menjadi lebih sedikit sekitar 3 % dari jumlah total bila dengan yang di bawah oleh Hb sekitar 97%. Transport oksigen oleh Hb akan meningkat sekitar tiga kali lipat pada saat olahraga, dan yang ditransport dalam keadaan terlarut menjadi turun sekitar 1,5 %. Pada kondisi seseorang bernafas dengan oksigen yang memiliki PO₂ yang sangat tinggi menyebabkan jumlah oksigen yang di transport dalam kondisi terlarut menjadi lebih besar sehingga terjadi kelebihan oksigen di dalam jaringan tubuh yang akan menyebabkan individu tersebut mengalami keracunan oksigen yang akan berakibat kematian (Guyton and Hall, 2016).

3.3 Transport Oksigen ke dalam Darah

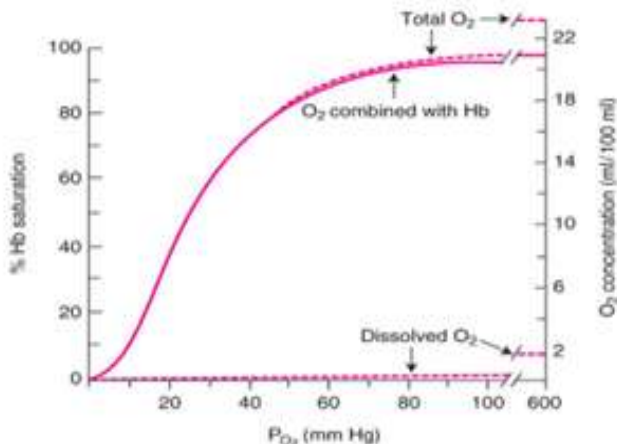
Transport oksigen melalui dua cara yaitu dalam bentuk terlarut dan yang berikatan dengan hemoglobin. Sebagian kecil oksigen diangkut dan larut dalam darah, itu pun hanya sekitar 1,5% dari total oksigen. Sebagian besar Molekul oksigen diangkut dari paru-paru ke jaringan tubuh melalui sistem transportasi khusus yang bergantung pada eritrosit—sel darah merah—yang mengandung metalloprotein yang disebut hemoglobin. Molekul oksigen diikat ke eritrosit oleh metalloprotein ini (Gordon *et al.*, 2022).

Dalam mencukupi kebutuhan oksigen pada jaringan sangat dibutuhkan transport oksigen melalui ikatan dengan hemoglobin. Beberapa jenis hemoglobin yang di ketahui melalui perbedaan urutan rantai asam amino. Pada orang dewasa hemoglobin dikenal dengan Hb A sedangkan pada janin dan bayi baru lahir di kenal dengan Hb F (Muliarta, 2019). Heme adalah bagian dari hemoglobin yang mengikat oksigen dan mengandung zat besi porfirin. Setiap molekul hemoglobin mengandung empat molekul heme yang mengandung besi, dan karena itu, satu molekul hemoglobin memiliki kemampuan untuk membawa hingga empat molekul oksigen. Saat oksigen berdifusi dari alveolus ke kapiler melalui

membran pernapasan, ia juga masuk ke dalam sel darah merah dan diikat oleh hemoglobin. Produksi produk akhir, oksihemoglobin (HbO₂), yang terjadi ketika oksigen berikatan dengan hemoglobin, dijelaskan oleh reaksi kimia reversibel berikut. Salah satu molekul yang membuat darah beroksigen berwarna merah muda adalah oksihemoglobin (Gordon *et al.* 2022).



Hemoglobin terdiri dari subunit, struktur yang dikenal sebagai struktur kuaterner protein. hemoglobin terdiri dari empat subunit yang berbentuk cincin, dengan atom besi yang terikat secara kovalen dengan heme di tengahnya. Setelah molekul oksigen pertama masuk ke dalam hemoglobin, konformasinya berubah, yang membuat molekul oksigen kedua lebih mudah terikat. Setelah setiap molekul oksigen terikat, lebih mudah bagi molekul oksigen berikutnya untuk terikat sampai keempat situs heme terisi oksigen. Setelah molekul oksigen pertama berdisosiasi dan masuk ke dalam jaringan, molekul oksigen berikutnya lebih mudah berdisosiasi. Jika hemoglobin memiliki empat situs heme, berarti jenuh. Jika hanya ada satu atau tiga situs heme, berarti tersaturasi sebagian. Oleh karena itu, ketika mempertimbangkan darah secara keseluruhan, persentase unit heme yang tersedia yang terikat oksigen pada waktu tertentu disebut saturasi hemoglobin. Saturasi hemoglobin 100 persen berarti setiap unit heme di semua eritrosit tubuh terikat dengan oksigen. Pada individu sehat dengan kadar hemoglobin normal, saturasi hemoglobin umumnya berkisar antara 95 persen hingga 99 persen (Dunn, Mythen and Grocott, 2016).



Gambar 3.2. Kurva Disosiasi Oksihemoglobin

O_2 membentuk kombinasi yang mudah reversibel dengan hemoglobin (Hb) untuk menghasilkan oksihemoglobin: $O_2 + Hb \rightleftharpoons HbO_2$. Misalkan kita mengambil sejumlah wadah kaca (tonometer), masing-masing berisi volume kecil darah, dan tambahkan gas dengan berbagai konsentrasi O_2 . Setelah memberikan waktu agar gas dan darah mencapai keseimbangan, kita mengukur P_{O_2} gas dan O_2 konsentrasi darah. Diketahui bahwa 0,003 ml O_2 akan larut dalam setiap 100 ml darah/mm Hg P_{O_2} , kita dapat menghitung O_2 yang dikombinasikan dengan Hb (Gambar 3.2). Perhatikan bahwa jumlah O_2 yang dibawa oleh Hb meningkat dengan cepat hingga P_{O_2} sekitar 50 mm Hg, tetapi di atasnya bahwa kurva menjadi lebih datar (West and Luks, 2020).

Tekanan parsial merupakan aspek penting dari pengikatan oksigen dan pemisahan dari heme. Hubungan tekanan parsial antara pengikatan oksigen ke heme dan disosiasi selanjutnya dari heme digambarkan pada kurva disosiasi oksigen-hemoglobin. Ingatlah bahwa gas berpindah dari area dengan tekanan parsial lebih tinggi ke area dengan tekanan parsial lebih rendah. Selain itu,

afinitas molekul oksigen untuk heme meningkat karena lebih banyak molekul oksigen yang terikat. Oleh karena itu, dalam kurva saturasi oksigen-hemoglobin, ketika tekanan parsial oksigen meningkat, molekul oksigen dalam jumlah yang lebih besar secara proporsional terikat oleh heme. Tekanan parsial oksigen memainkan peran penting dalam menentukan tingkat pengikatan oksigen ke heme di lokasi membran pernapasan dan disosiasi oksigen dari heme di lokasi jaringan tubuh. Ini karena kurva saturasi/disosiasi oksigen-hemoglobin menunjukkan bahwa semakin rendah tekanan parsial oksigen, semakin sedikit molekul oksigen yang terikat pada heme (Gordon *et al.*, 2022).

Persentase ikatan antara oksigen dan hemoglobin dapat dilihat dalam persen saturasi Hb terhadap oksigen. Darah di dalam kapiler paru yang sudah teroksigenasi selanjutnya dihantarkan ke dalam vena pulmonalis yang akan melewati jantung kemudian akan beredar ke seluruh tubuh dengan PO_2 sebesar 100 mmHg (Muliarta, 2019).

3.4 Faktor yang mempengaruhi kurva Disosiasi Oksihemoglobin

1. Faktor jaringan tubuh

Mekanisme di balik kurva saturasi/disosiasi oksigen-hemoglobin juga berfungsi sebagai mekanisme kontrol otomatis yang mengatur berapa banyak oksigen yang dikirim ke berbagai jaringan di seluruh tubuh. Ini penting karena beberapa jaringan memiliki tingkat metabolisme yang lebih tinggi daripada yang lain. Jaringan yang sangat aktif, seperti otot, dengan cepat menggunakan oksigen untuk menghasilkan ATP, menurunkan tekanan parsial oksigen dalam jaringan menjadi sekitar 20 mm Hg. Tekanan parsial oksigen di dalam kapiler sekitar 100 mm Hg, sehingga selisih keduanya menjadi cukup tinggi, sekitar 80 mm Hg. Akibatnya, lebih banyak molekul oksigen yang terlepas dari hemoglobin dan masuk ke

jaringan. Kebalikannya berlaku untuk jaringan, seperti adiposa (lemak tubuh), yang memiliki tingkat metabolisme lebih rendah. Karena lebih sedikit oksigen yang digunakan oleh sel-sel ini, tekanan parsial oksigen di dalam jaringan tersebut tetap relatif tinggi, mengakibatkan lebih sedikit molekul oksigen yang terlepas dari hemoglobin dan memasuki cairan interstitial jaringan. Meskipun darah vena dikatakan terdeoksigenasi, beberapa oksigen masih terikat pada hemoglobin dalam sel darah merahnya. Ini memberikan cadangan oksigen yang dapat digunakan saat jaringan tiba-tiba membutuhkan lebih banyak oksigen (Guyton and Hall, 2016).

2. Suhu

Misalnya, suhu yang lebih tinggi mendorong hemoglobin dan oksigen untuk berdisosiasi lebih cepat, sedangkan suhu yang lebih rendah menghambat disosiasi. Namun, tubuh manusia mengatur suhu dengan ketat, sehingga faktor ini mungkin tidak mempengaruhi pertukaran gas di seluruh tubuh. Pengecualian untuk ini adalah pada jaringan yang sangat aktif, yang memiliki kapasitas untuk melepaskan lebih banyak energi sebagai panas daripada yang dilepaskan sebagai panas. Akibatnya, oksigen dengan mudah dipisahkan dari hemoglobin, yang merupakan mekanisme yang membantu menyediakan lebih banyak oksigen untuk jaringan aktif (Gordon *et al.*, 2022).

3. Hormon

Hormon tertentu, seperti androgen, epinefrin, hormon tiroid, dan hormon pertumbuhan, dapat memengaruhi kurva saturasi/disosiasi oksigen-hemoglobin dengan merangsang produksi senyawa yang disebut 2,3-bisfosfoglisarat (BPG) oleh eritrosit. BPG adalah produk sampingan dari glikolisis. Karena eritrosit tidak mengandung mitokondria, glikolisis adalah satu-satunya metode yang digunakan sel-sel ini untuk menghasilkan ATP. BPG mempromosikan pemisahan oksigen

dari hemoglobin. Oleh karena itu, semakin besar konsentrasi BPG, semakin mudah oksigen terdisosiasi dari hemoglobin, meskipun tekanan parsialnya (Dunn, Mythen and Grocott, 2016).

4. PH darah

PH darah adalah faktor lain yang mempengaruhi kurva saturasi/disosiasi oksigen-hemoglobin. Efek Bohr adalah fenomena yang timbul dari hubungan antara pH dan afinitas oksigen terhadap hemoglobin: pH yang lebih rendah dan lebih asam mendorong disosiasi oksigen dari hemoglobin. Sebaliknya, pH yang lebih tinggi atau lebih basa menghambat disosiasi oksigen dari hemoglobin. Semakin besar jumlah karbon dioksida dalam darah, semakin banyak molekul yang harus diubah, yang pada gilirannya menghasilkan ion hidrogen dan dengan demikian menurunkan pH darah. Selain itu, pH darah dapat menjadi lebih asam ketika produk sampingan tertentu dari metabolisme sel, seperti asam laktat, asam karbonat, dan karbon dioksida, dilepaskan ke dalam aliran darah.

5. Hemoglobin dan PO₂

Proses ikatan antara oksigen dan hemoglobin terjadi melalui reaksi yang timbal balik, reaksi akan bergeser ke kanan apabila terjadi peningkatan pada PO₂ sehingga semakin besar ikatan antara oksigen dan hemoglobin. Kondisi sebaliknya apabila terjadi penurunan PO₂ menyebabkan reaksi akan bergeser ke kiri, sehingga lebih banyak oksigen yang dilepaskan oleh hemoglobin. Apabila terjadi peningkatan PO₂ menginduksi peningkatan saturasi Hb, begitupun sebaliknya bila terjadi penurunan PO₂ maka saturasi Hb akan menurun, hal ini terjadi ketika terlalu banyak oksigen yang dilepaskan.

3.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi transport oksigen

Beberapa faktor yang mempengaruhi transport oksigen yaitu, (Rhodes and Varacallo, 2019):

1. Penurunan kapasitas transportasi oksigen yang terus-menerus paling sering disebabkan oleh anemia. Itu definisi anemia adalah penurunan jumlah total hemoglobin dalam darah (umumnya kurang dari 13,5 g/dL pada pria dan 12,5 g/dL pada wanita), yang mengakibatkan berkurangnya daya dukung untuk oksigen. Anemia dapat terjadi akibat kelainan yang menyebabkan gangguan produksi hemoglobin (misalnya defisiensi besi, B12, atau folat), atau dengan percepatan penghancuran hemoglobin, seringkali akibat defek pada struktur hemoglobin
2. Thalassemia adalah kelas penting dari kelainan bawaan yang mengakibatkan produksi yang rusak hemoglobin. Seorang individu dengan thalassemia memiliki mutasi yang mengganggu produksi rantai polipeptida globin dari hemoglobin. Thalassemia diklasifikasikan berdasarkan jumlah gen bermutasi atau tidak ada, dan apakah mereka menyandikan rantai alfa globin atau beta globin rantai. Sementara presentasi dan tingkat keparahan thalassemia sangat bervariasi, semuanya menghasilkan defek kuantitatif pada produksi hemoglobin.
3. Anemia sel sabit menempati peringkat sebagai salah satu kelainan struktur hemoglobin yang lebih menonjol. Selagi jumlah hemoglobin yang dihasilkan mungkin normal, substitusi asam amino tunggal valin untuk asam glutamat menghasilkan cacat struktural yang mendorong polimerisasi terdeoksigenasi hemoglobin. Ketika deoxyhemoglobin berpolimerisasi, ia membentuk serat yang mengubah bentuk eritrosit dalam proses yang dikenal sebagai sickling. Akhirnya, stres berulang kali disebabkan oleh sabit akan

merusak membran eritrosit yang bersirkulasi, menyebabkan kematian sel prematur. Ketika anemia sel sabit dapat tetap asimtomatik untuk waktu yang signifikan, hipoksia berat dapat terjadi memicu krisis sabit, yang menyebabkan gejala nyeri umum, kelelahan, sakit kepala, dan penyakit kuning.

4. Cacat lain dalam transportasi oksigen mungkin merupakan hasil dari racun lingkungan, dengan salah satunya contohnya keracunan karbon monoksida, juga dikenal sebagai karboksihemoglobinemia. Afinitas karbon monoksida untuk hemoglobin adalah 210 kali lipat dari oksigen. Pengikatan karbon monoksida menjadi hemoglobin menyebabkan pergeseran kiri yang drastis dalam disosiasi oksigen-hemoglobin kurva, yang merusak kemampuan bongkar molekul oksigen yang terikat pada subunit heme lainnya. Hal penting untuk dicatat bahwa dalam pengaturan karboksihemoglobinemia, bukan penurunan kapasitas pembawa oksigen yang menyebabkan patologi, tetapi gangguan pengiriman oksigen terikat ke jaringan target.
5. Cardiac output mempengaruhi transport oksigen ke jaringan, apabila jumlah volume darah yang dipompakan oleh otot jantung berkurang, maka akan mengurangi jumlah oksigen yang akan di kirim ke semua jaringan tubuh
6. Pada saat jumlah sel darah merah menurun akan mempengaruhi ikatan antara oksigen dan hemoglobin sehingga oksigen yang akan di kirim ke jaringan juga akan menurun.

3.6 Fungsi hemoglobin dalam tubuh manusia

Beberapa fungsi dari hemoglobin dalam tubuh, yaitu, (Panawala, 2017):

1. Hemoglobin sebagai pembawa oksigen
Hemoglobin mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Ini disebabkan oleh fakta bahwa setiap subunit globin

dari molekul hemoglobin memiliki kemampuan untuk berikatan dengan satu ion besi, dengan kapasitas 1,34 mililiter oksigen per gram. Dengan mengikat satu molekul oksigen, Fe dapat dioksidasi menjadi Fe. Satu atom dari molekul oksigen mengikat sulfur menjadi superoksida, dengan atom oksigen lainnya menonjol pada sudut tertentu. Oksihemoglobin adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan hemoglobin yang terikat dengan oksigen. Saat darah masuk ke jaringan yang kekurangan oksigen, oksigen dipisahkan dari hemoglobin dan disebarkan ke jaringan tersebut. Dalam produksi ATP, oksigen mengambil elektron terminal dalam proses yang disebut oksidatif fosforilasi. Penghapusan oksigen mengubah besi menjadi bentuknya yang tereduksi. Oksidasi besi menjadi besi menghasilkan methemoglobin, yang tidak dapat mengikat oksigen. Ini disebut deoxyhemoglobin.

2. Hemoglobin adalah pembawa karbon dioksida.

Selain itu, hemoglobin mengangkut karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. 80 persen karbon dioksida melalui plasma. Hemoglobin yang terikat karbon dioksida disebut carbaminohemoglobin karena karbon dioksida mengikat struktur protein lainnya daripada tempat pengikatan besi pada hemoglobin. Hemoglobin memberi warna merah pada darah.

3. Hemoglobin memberi warna merah pada darah.

Sebagai protein yang berada di dalam sel darah merah, hemoglobin memberikan warna merah terhadap darah. Hemoglobin memberikan bentuk alami pada sel darah merah, yaitu bulat dan pada bagian tengahnya berbentuk lebih pipih, sehingga dengan struktur tersebut maka sel darah merah akan mudah dalam bergerak dan beredar di dalam pembuluh darah. Sel darah merah adalah cakram bikonkaf yang diratakan dan tertekan di tengahnya.

Penampang mereka berbentuk halter, dan gen hemoglobin juga terdiri dari banyak alel. Kebanyakan mutan tidak menyebabkan penyakit, tetapi beberapa mutan dapat menyebabkan hemoglobinopathy, merupakan salah satu penyakit keturunan.

4. Hemoglobin bertindak sebagai penyangga.

Dengan ventilasi, pH darah dapat dibalik menjadi 7,4 karena hemoglobin mempertahankan pHnya pada 7,4. Karena tindakan penyangga hemoglobin ini, semua enzimatik reaksi tubuh, yang lebih menyukai pH ini, dapat berfungsi tanpa masalah.

5. Hemoglobin berinteraksi dengan bahan lain.

Hemoglobin juga mengikat karbon monoksida, nitrogen oksida, sianida, sulfur monoksida, hidrogen sulfida, dan sulfida. Pengikatan karbon monoksida terkadang dapat mematikan karena tidak dapat diubah. Hemoglobin juga dapat mengangkut obat.

6. Degradasi hemoglobin mengakumulasi katabolit yang aktif secara fisiologis.

Cacat dan penuaan sel dapat menyebabkan kematian sel darah merah dengan mengumpulkan berbagai katabolit yang aktif secara fisiologis. CD163, transporter hemoglobin, menghilangkan hemoglobin dari sel darah merah yang mati dari sirkulasi. Dia mendegradasi, yang terjadi pada monosit dan makrofag, adalah sumber alami dari generasi karbon monoksida. Produk akhir dari degradasi heme, bilirubin, disekresikan ke dalam usus dalam bentuk empedu. Setelah diubah menjadi urobilinogen, bilirubin ditemukan dalam feses dan memberikan warna yang khas. Sebaliknya, besi yang diekstraksi dari hemoglobin dapat ditemukan di semua sel tubuh, termasuk sel darah merah. Makrofag, sel alveolar di paru-paru, dan sel mesangial di ginjal adalah sel

pembawa hemoglobin lainnya. Hemoglobin mengatur metabolisme zat besi dan antioksidan dalam sel-sel ini.

3.7 Perspektif transportasi O₂ aktif dan pasif dalam jaringan

ATP yang dihasilkan oleh mitokondria untuk metabolisme O₂ merupakan sumber energy utama untuk jaringan. Model konveksi-difusi transportasi O₂ kami menunjukkan bahwa limfatik drainase aliran interstitial merupakan kekuatan pendorong penting untuk transportasi O₂ melalui jaringan selain fungsinya pengiriman nutrisi. Biasanya, u sekitar 0,1-2 $\mu\text{m/s}$. Ini kisaran dekat dengan u_{dc} di mana baik difusi dan konveksi memainkan peran yang sama untuk pengangkutan O₂. Oleh karena itu, transpor O₂ melalui konveksi dan difusi peka terhadap u dalam rentang aliran ini yaitu, fluktuasi kecil aliran interstitial dapat berdampak pada O₂ transportasi dalam jaringan (Liu, Wen and Zhang, 2021).

Gradien tekanan lokal dapat merangsang transpor aktif O₂ melalui jaringan dan memperlihatkan mikrosirkulasi. Terapi tradisional, seperti pijat dan bekam, menyediakan kekuatan lokal ke jaringan untuk meningkatkan cairan interstitial lokal, meningkatkan O₂ transportasi, dan membangun kembali metabolisme O₂ lokal. Latihan fisik, seperti yoga, taichi, dan gerakan peregangan lainnya, akan merangsang kontraksi pembuluh limfatik dengan otot polos dan secara langsung memfasilitasi aliran limfatik. Semua ini menghasilkan drainase yang cepat dari cairan interstitial dan pengiriman O₂ dengan laju fluks yang tinggi. Untuk pasien covid-19, misalnya, bisa saja jalur terapi bisa sembuh defisiensi O₂ jaringan lokal jika cara yang cocok dapat ditemukan untuk memicu O₂ aktif transportasi dalam jaringan paru, selain meningkatkan asupan O₂ dengan menggunakan ventilator.

3.8 Transpor karbondioksida dalam darah

Karbon dioksida adalah produk sampingan penting dari glikolisis dan siklus asam sitrat (siklus Krebs). Karbon teroksidasi ini merupakan produk akhir dari metabolisme yang, pada akhirnya, perlu dihilangkan dengan transportasi ke paru-paru dan ekspirasi berikutnya ke lingkungan sekitarnya. Bersama dengan regulasi ginjal, proses produksi, transportasi, dan eliminasi karbon dioksida yang kompleks ini merupakan sarana utama yang digunakan tubuh untuk mengatur pH darah (Doyle and Cooper, 2022).

CO₂ dibawa dalam darah dalam tiga bentuk: terlarut, sebagai bikarbonat, dan dalam kombinasi dengan protein sebagai senyawa karbamino (West and Luks, 2020). Saat karbon dioksida berdifusi ke dalam aliran darah dari jaringan perifer, kira-kira 10% dari karbon dioksida tetap larut baik dalam plasma atau matriks cairan ekstrasel darah, hingga tekanan parsial sekitar 45 mmHg. Sebagian besar karbon dioksida berdifusi melalui kapiler dan akhirnya masuk ke dalam sel darah merah bergabung dengan air melalui reaksi kimia yang dikatalisis oleh enzim karbonik anhidrase, membentuk asam karbonat. Asam karbonat segera berdisosiasi menjadi anion bikarbonat (HCO₃⁻) dan proton. Dengan demikian, bikarbonat adalah sarana utama dimana karbon dioksida adalah transportasi terjadi di seluruh aliran darah menurut persamaan:



Karena karbon dioksida terus diproduksi oleh jaringan, reaksi ini terus didorong ke depan di perifer, menurut prinsip Le Chatelier. Proton yang dibentuk oleh reaksi ini disangga oleh hemoglobin, sedangkan anion bikarbonat berdifusi keluar dari sel darah merah dan masuk ke dalam serum untuk ditukar dengan anion klorida melalui transporter HCO₃⁻/Cl⁻ khusus. Dengan demikian, darah vena memiliki konsentrasi bikarbonat yang lebih tinggi dan konsentrasi klorida yang lebih rendah berkat apa yang

disebut pergeseran klorida ini. Di paru-paru, proses ini berbalik karena penukar $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$ dan enzim karbonat anhidrase berbalik arah; kondisi ini menghasilkan masuknya bikarbonat ke dalam sel darah merah, keluarnya ion klorida, dan pembentukan asam karbonat pertama dan kemudian karbon dioksida. Karbon dioksida berdifusi keluar dari sel darah merah, melalui dinding kapiler, dan masuk ke ruang alveolar yang dihembuskan. Akhirnya, sisa 10% dari karbon dioksida yang berdifusi ke dalam aliran darah dan, selanjutnya, ke dalam sel darah merah, berikatan dengan terminal amino protein, terutama hemoglobin, untuk membentuk karbaminohemoglobin. Sebagai catatan, situs ini berbeda dari situs yang mengikat oksigen. Berbagai fenomena fisiologis memastikan bahwa siklus berkelanjutan ini berjalan dengan efisiensi maksimal(Doyle and Cooper, 2022).

Pengiriman oksigen dan penghilangan karbon dioksida secara intrinsik terhubung satu sama lain melalui proses yang dijelaskan oleh efek Bohr dan Haldane. Meskipun tidak dirinci di sini, efek Bohr menyatakan bahwa peningkatan karbon dioksida dalam darah di jaringan perifer menyebabkan pergeseran ke kanan dalam kurva disosiasi oksigen-hemoglobin dan, akibatnya, meningkatkan oksigenasi jaringan. Namun, begitu darah yang diperkaya karbon dioksida mencapai paru-paru, kebalikan dari reaksi ini juga akan terjadi. Karena masuknya oksigen meningkatkan saturasi hemoglobin, karbon dioksida lebih mungkin terlepas dan berdifusi ke dalam alveoli untuk dihembuskan; ini disebut efek Haldane(Gordon *et al.*, 2022).

Di jaringan perifer, di mana kandungan oksigen rendah, karbon dioksida berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karbaminohemoglobin. Saat darah kembali ke paru-paru dan tekanan parsial oksigen meningkat, kurva disosiasi karbon dioksida bergeser ke kanan (dilihat oleh panah yang menunjukkan pelepasan karbon dioksida saat oksigenasi meningkat), menurunkan kandungan karbon dioksida total dalam aliran darah.

Jadi, meskipun tekanan parsial karbon dioksida hanya menurun dari 45 atau 46 mmHg pada sisi vena menjadi 40 mmHg pada sisi arteri, jumlah total karbon dioksida dalam aliran darah menurun dengan persentase yang jauh lebih besar (Gordon *et al.*, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K. A. 2020. 'Transportation and The Use of Oxygen', *Indonesian Journal of Anesthesiology and Reanimation*, 1(2), p. 58. doi: 10.20473/ijar.v1i22019.58-63.
- Doyle, J. and Cooper, J. S. 2022. 'Physiology, Carbon Dioxide Transport', in. USA: StatPearls Publishing LLC. doi: NBK532988.
- Dunn, J. O. C., Mythen, M. G. and Grocott, M. P. 2016. 'Physiology of oxygen transport', *BJA Education*, 16(10), pp. 341–348. doi: 10.1093/bjaed/mkw012.
- Gordon, B. J. *et al.* 2022. 'Anatomy and Physiology', in. Texas: Rice University.
- Guyto, A. and Hall, J. E. 2016. *Textbook of Medical Physiology*. 13th ed. philadelphia: Elsevier.
- Liu, Z., Wen, C. and Zhang, S.-L. 2021. 'Active oxygen transport in tissue by interstitial flow', *bioRxiv*, p. 2021.01.28.427630. Available at: <https://doi.org/10.1101/2021.01.28.427630>.
- Muliarta, I. M. 2019. *Fisiologi Sistem Respirasi, Swasta Nulus*.
- Panawala, L. 2017. 'What is the Function of Hemoglobin in the Human Body PAN - Biotech : PANFect Reagents - Efficient Cell Transfection What is the Structure of Hemoglobin', *Pediaa*, 3(2), pp. 1–7.
- Pias, S. C. 2020. 'Pathways of oxygen diffusion in cells and tissues: Hydrophobic channeling via networked lipids', *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1232, pp. 183–190. doi: 10.1007/978-3-030-34461-0_23.
- Rhodes, C. E. and Varacallo, M. 2019. 'Physiology , Oxygen Transport', (April).
- West, J. B. and Luks, andrew M. 2020. *Respiratory Physiology*. 11th edn. philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

BAB 4

VENTILASI, DIFUSI DAN TRANSPORTASI

Oleh Viyan Septiyana Achmad

4.1 Pengertian Pernapasan

Pernafasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung O_2 (oksigen) ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung CO_2 (karbondioksida) sebagai sisa dari oksidasi keluar tubuh.

4.2 Tujuan Pernapasan

Tujuan dari sistem respirasi adalah untuk memperoleh oksigen dari udara ke jaringan tubuh dan membuang karbondioksida (Guyton dkk., 2006)

4.3 Fisiologi Respirasi

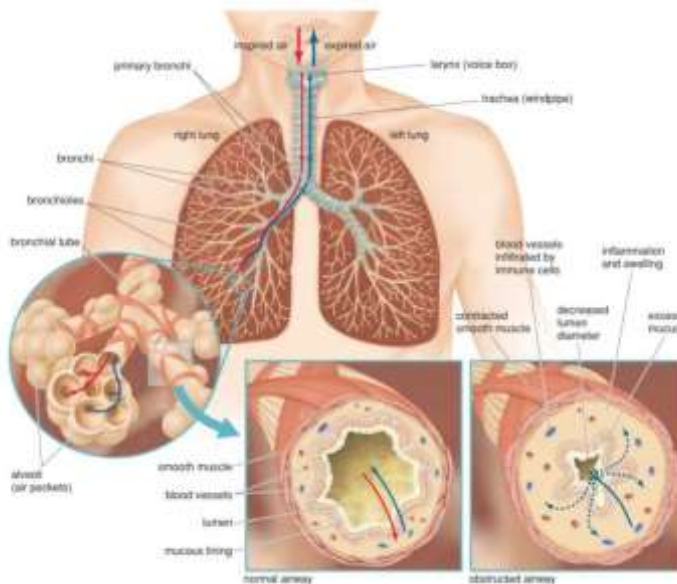
Respirasi adalah pertukaran gas-gas antara organisme hidup dan lingkungan sekitarnya. Respirasi eksternal adalah pertukaran gas antara darah dan udara sekitarnya, pertukaran ini meliputi beberapa proses, antara lain (Kibble JD; Halsey CR, 2014):

1. Ventilasi: proses masuk udara sekitar dan pembagian udara tersebut ke alveoli,
2. Distribusi: distribusi dan percampuran molekul gas intrapulmoner,
3. Difusi: masuknya gas menembus selaput alveolo-kapiler, dan
4. Perfusi: pengambilan gas oleh aliran darah kapiler paru yang adekuat.

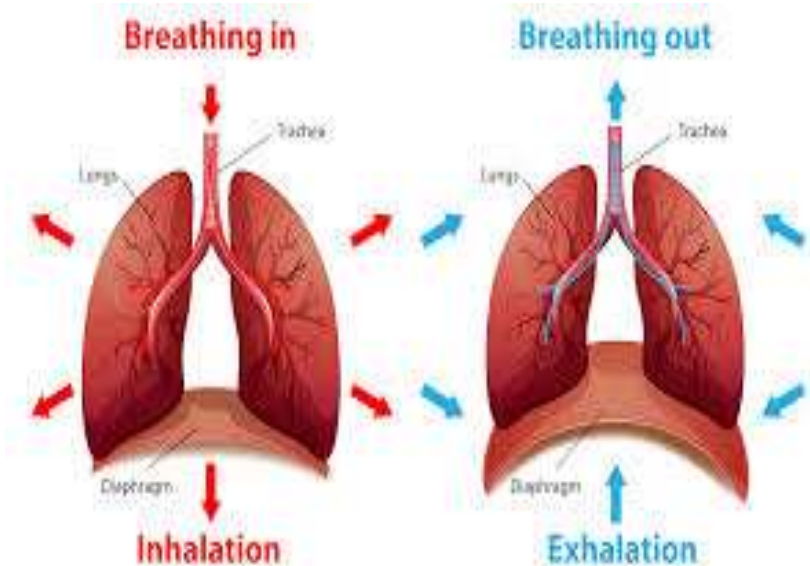
Respirasi internal ialah pertukaran gas-gas antara darah dan jaringan. Pertukaran ini meliputi beberapa proses, antara lain (Kibble JD; Halsey CR, 2014):

1. Efisiensi kardiosirkulasi dalam menjalankan darah kaya oksigen
2. Distribusi kapiler
3. Difusi, perjalanan gas keruang interstisial dan menembus dinidng sel
4. Metabolisme sel yang meilbatkan enzim

Fungsi utama respirasi adalah pertukaran oksigen dan karbondioksida antara darah dan udara pernapasan. Fungsi tambahan adalah pengendalian keseimbangan asam basa, metabolisme hormon dan pembuangan partikel. Paru ialah satu-satunya organ tubuh yang menerima darah dari seluruh curah jantung (Guyton AC; Hall JE, 2016).



Gambar 4.1. Proses Respirasi



Gambar 4.2. Inspirasi dan ekpirasi

Mekanisme pernapasan normal terdiri dari Inspirasi dan Ekspirasi. Otot diafragma berkontraksi sehingga tulang rusuk naik, kemudian terjadi peningkatan volume cavum thoraks, peregangan paru-paru, peningkatan volume intrapulmonar, penurunan tekanan intrapulmonar hingga 1mmHg, sehingga mendorong udara masuk ke paru-paru pada saat inspirasi. Pada saat ekspirasi, otot-otot diafragma mengalami relaksasi mendorong kembali tulang rusuk ke posisi semula, terjadi penurunan volume intrapulmonar, meningkatkan tekanan intrapulmonar hingga 1 mmHg, sehingga udara keluar dari paru-paru (Ganong F; William, 2013; Tortora GJ; Derrickson BN, 2012).

Oksigen diambil pada waktu kita menarik napas (inspirasi), tetapi udara napas yang kita ambil tidak hanya mengandung oksigen, tetapi partikel lain yang terbawa udara napas. Ada tiga komponen dasar dalam pernapasan, antara lain: ventilasi, difusi, dan perfusi. Ventilasi ditandai dengan proses masuk dan keluarnya udara melalui saluran napas ke dalam paru meliputi inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi adalah proses yang aktif dimana otot pernapasan berkontraksi yang akan meningkatkan volume intratorakal. Ekspirasi adalah proses pasif dimana tidak didapatkan kontraksi otot untuk menurunkan volume intratorakal (Ganong F; William, 2013; Tortora GJ; Derrickson BN, 2012).

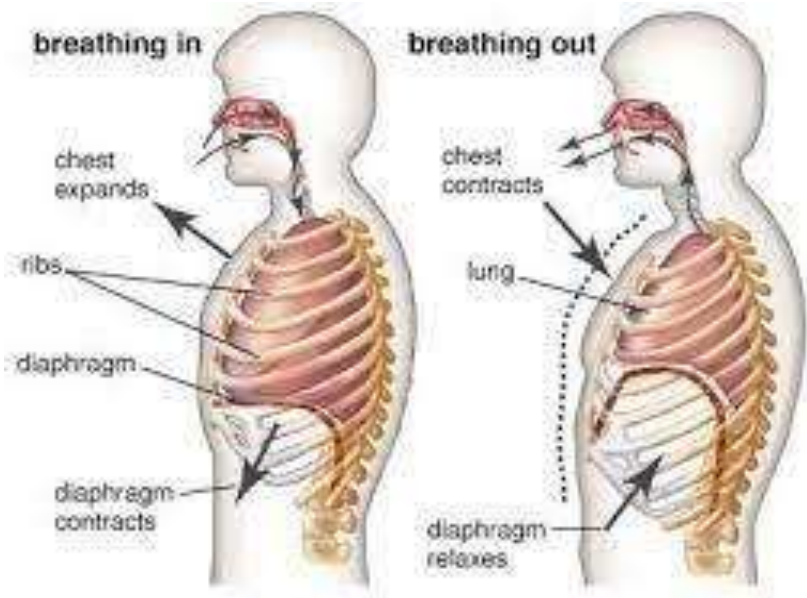
Mekanisme pernafasan menyeluruh untuk ventilasi alveoli dibagi menjadi empat aspek, antara lain: kepatuhan paru-paru, kepatuhan dinding dada, resistensi saluran napas, dan tingkat ventilasi. Komponen ini berfungsi memfasilitasi prinsip bahwa ketika paru mengembang, tekanan udara di dalam alveoli turun dan menyebabkan udara bergerak ke paru-paru. Saat volume paru menurun, tekanan meningkat, memaksa udara keluar dari paru-paru (Kim HS; Kim JH; Chung CR; *et al*, 2019).

4.4 Fungsi Utama Pernapasan

1. Ventilasi

Ventilasi adalah gerakan mekanik dari agas atau udara ke dalam dan keluar paru. Seringkali istilah ventilasi disebut respirasi yang merupakan proses pertukaran oksigen dan karbondioksida selama metabolisme seluler. Frekuensi napas adalah sebenarnya ventilasi yang menandakan berapa kali udara yang masuk dan keluar dalam satu menit. Jumlah ventilasi dihitung dengan mengalikan frekuensi napas (napas per menit) dengan udara setiap kali bernapas (tidal volume dalam liter). hal ini disebut dengan volume seminit atau ventilasi seminit dan dinyatakan dalam liter per menit. Proses ventilasi inspirasi dan ekspirasi terjadi secara sekuensial

yang melalui sistem saluran udara yang sama, didukung oleh aliran darah searah yang melalui pembuluh darah paru. Sehingga darah dari ventrikel kanan yang berisi darah dari berbagai jaringan tubuh melalui arteri paru dapat dilakukan reoksigenasi



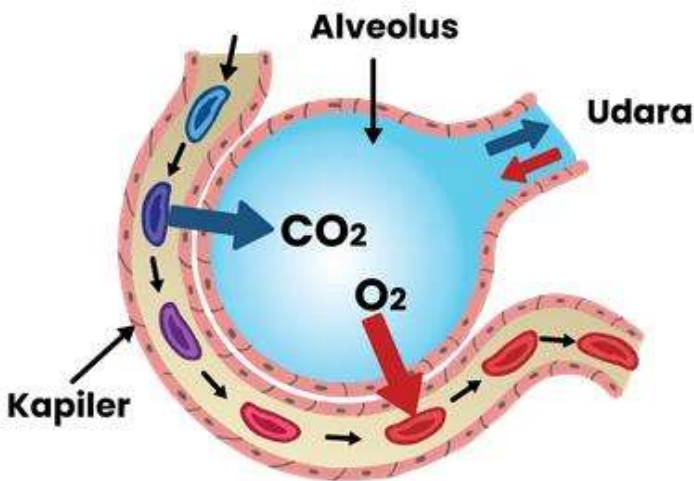
Gambar 4.3. Ventilasi Pernapasan

Ventilasi Alveolar

Ventilasi alveolar merupakan jumlah udara yang mencapai alveoli tiap menitnya. Hanya sebagian dari udara inhalasi yang mencapai permukaan alveoli. Biasanya inhalasi menarik 500 ml udara ke dalam saluran pernafasan.

2. Difusi

Difusi adalah proses pertukaran gas O_2 dan CO_2 di paru-paru, proses difusi gas oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) pada pernapasan terjadi di dalam alveoli. Alveoli adalah kantung udara kecil di paru-paru. Pertukaran Gas Dalam Paru selama pernapasan tenang, sekitar 500 ml udara atmosfer dimasukkan ke dalam paru pada bernapas. Udara ini terdiri dari sekitar 20% oksigen, 79% nitrogen, dan hampir tanpa karbondioksida (0.4%). Sebaliknya udara yang dikeluarkan/ekspirasi: 79% Nitrogen, 16% oksigen, dan 4% karbondioksida. Difusi merupakan proses pertukaran zat yang berwujud gas. Berikut adalah proses difusi gas O_2 dan CO_2 dalam paru-paru! Proses difusi gas oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) pada pernapasan terjadi dalam alveolus. Alveolus adalah kantong udara kecil yang berada di paru-paru.



Gambar 4.4. Difusi Pernapasan

Proses difusi melewati membrane pembatas alveoli dengan kapiler pembuluh darah meliputi proses difusi gas dan proses difusi cairan. Udara atmosfer masuk ke dalam paru dengan aliran cepat, ketika dekat alveoli kecepatannya berkurang sampai terhenti. Udara atau gas yang baru masuk dengan cepat berdifusi atau bercampur dengan gas yang telah ada dalam alveoli. Kecepatan gas berdifusi berbanding terbalik dengan berat molekulnya. O_2 mempunyai berat molekul 32 sedangkan berat molekul CO_2 adalah 44. Gerak molekul gas O_2 lebih cepat dibandingkan gerak molekul gas CO_2 sehingga kecepatan difusi O_2 juga lebih cepat. Sedangkan kecepatan difusi gas pada fase cairan tergantung kelarutan gas dalam cairan. Kelarutan CO_2 lebih besar dibandingkan O_2 sehingga kecepatan difusi CO_2 didalam fase cairan 20 kali lipat kecepatan difusi O_2 . Semakin besar membran pembatas, halangan bagi proses difusi.

Hukum Fick

Jumlah gas yang berdifusi berbanding lurus dengan luas permukaan dan selisih tekanan serta berbanding terbalik dengan tebal dinding.

Luas Permukaan

Difusi hanya terjadi pada ductus alveolaris dan alveolus (300 juta dengan luas permukaan 70 – 100 m²)

Kemudahan

O_2 dari udara pernafasan dapat sampai ke eritrosit harus melewati (1) surfactan, (2) alveolus, (3) cairan interstitial, (4) dinding kapiler, (5) plasma, dan (6) dinding eritrosit.

Surfaktan

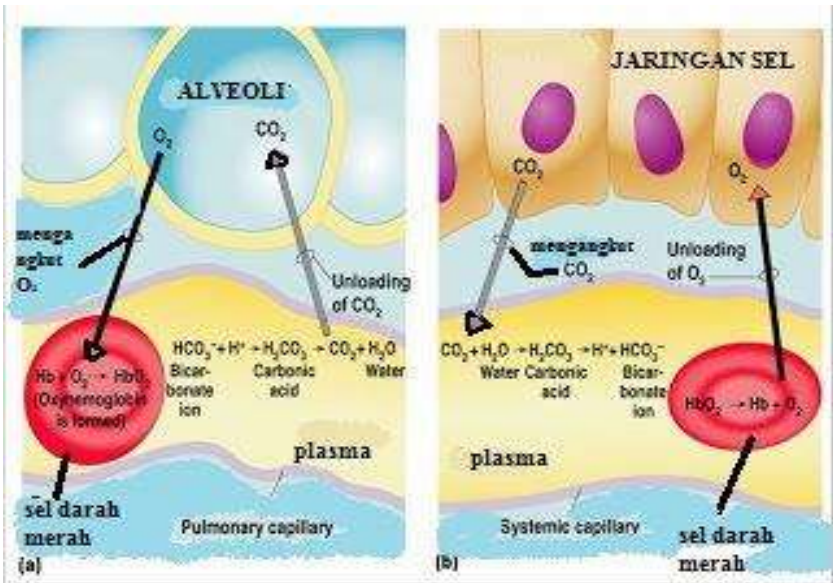
Sel-sel tertentu dalam alveolus tipe II memproduksi zat penting yang disebut surfaktan yang membantu dan

mengurangi tegangan permukaan alveolus agar alveolus dapat dikembangkan. Surfaktan adalah fosfolipid yang bekerja seperti suatu deterjen yang memisahkan molekul-molekul air di alveolus, sehingga melonggarkan ikatan-ikatan diantara molekul tersebut. Menurut hukum Laplace, semakin kecil jari-jari suatu bola semakin besar tekanan yang diperlukan untuk mengembangkannya. Apabila terdapat surfaktan maka alveolus kecil memerlukan tekanan yang lebih kecil daripada alveolus yang lebih besar karena surfaktan terkonsentrasi tinggi, sehingga sangat menurunkan tegangan permukaan alveolus.

- a. Terbentuk pada minggu ke-28 pada masa kehamilan
- b. Persalinan prematur – Respiratory Distress
- c. Pernafasan pertama dirangsang karena perubahan suhu

3. Transportasi

Sel darah merah mengandung hemoglobin (Hb) yang berperan penting sebagai alat transportasi oksigen dalam darah. Sebagian besar, sekitar 97%, oksigen diangkut oleh hemoglobin, sisanya 3% diangkut dalam keadaan terlarut dalam plasma darah. Mekanisme pengangkutan oksigen ke jaringan tubuh yaitu oksigen (O_2) akan berdifusi ke sel-sel darah merah sehingga bercampur secara kimiawi dengan hemoglobin (Hb) untuk membentuk apa yang dinamakan Oksihemoglobin (oxyhemoglobin - HbO_2).



Gambar 4.5. Transportasi Oksigen

DATAR PUSTAKA

- Agustiawan. 2022. *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Brinkman JE; Sharma S. 2019. *Physiology, Respiratory Drive*. StatPearls Publishing.
- Broadbuss VC; Mason RJ; Ernst JD; et al. 2016. *Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine*. Elsevier Saunders.
- Ganong F; William. 2013. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (22 ed.)*. Jakarta: EGC.
- Guyton AC; Hall JE. 2016. *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Huether & Mc Cance. 2019. *Buku Ajar Patofisiologi*. Edisi Keenam Volume 2. Jakarta: Elsevier.

BAB 5

PENGKAJIAN DAN PEMERIKSAAN FISIK SISTEM RESPIRASI

Oleh Siskawati Amri

5.1 Pendahuluan

Pemeriksaan fisik dilakukan setelah pengumpulan riwayat kesehatan. Gunakan teknik inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi. Keberhasilan pemeriksaan mengharuskan untuk menguasai landmark anatomi toraks posterior, lateral dan anterior. Gunakan landmark ini untuk menemukan letak dan mengetahui struktur organ dibawahnya, terutama lons paru, jantung dan pembuluh darah besar. Bandingkan sisi yang satu dengan sisi lainnya. Bandingkan temuan pada satu sisi toraks dengan sisi toraks sebelahnya. palpasi, perkusi dan asukultasi dilakukan dari depan kebelakang atau dari satu sisi toraks ke sisi lainnya sehingga dapat secara kontiniu mengevaluasi temuan dengan menggunakan sisi sebelahnya sebagai standar perbandingan. Kondisi warna kulit klien diperhatikan selama pemeriksaan toraks (pucat, biru, kemerahan). Kaji tingkat kesadaran klien dan orientasikan selama pemeriksaan untuk menentukan kecukupan pertukaran gas.

5.2 Defenisi

Pemeriksaan fisik adalah pemeriksaan tubuh klien secara keseluruhan atau hanya bagian tertentu yang dianggap perlu, untuk memperoleh data yang sistematif dan komprehensif, memastikan/membuktikan hasil anamnese, menentukan masalah dan merencanakan tindakan keperawatan yang tepat bagi klien (Dewi Sartika, 2010).

Pemeriksaan fisik pada sistem respirasi merupakan proses pemeriksaan paru dan toraks klien untuk menentukan ada atau tidaknya masalah yang ada pada bagian dada ataupun sistem pernapasannya. Tujuan pemeriksaan fisik untuk mendapatkan informasi valid tentang kesehatan klien.

5.3 Teknik Pemeriksaan

5.3.1 Inspeksi

Prosedur inspeksi yang harus dilakukan oleh perawat sebagai berikut (Irman Somantri, 2007)

1. Pemeriksaan dada dimulai dari dada posterior dan pasien harus keadaan duduk
2. Data diobservasi dengan membandingkan satu sisi dengan yang lainnya
3. Tindakan dilakukan dari atas sampai bawah
4. Inspeksi dada posterios terhadap warna kulit dan kondisinya (skar, lesi, dan masa) dan gangguan tulang belakang (kifosis, scoliosis, dan lordosis)
5. Catat jumlah irama kedalam pernafasan dan kesimetrisan pergerakan dada
6. Observasi tipe pernafasan seperti pernafasan hidung, diafragma serta pernafasan menggunakan otot bantu pernafasan
7. Saat mengobservasi respirasi catat durasi dari fase inspirasi dan ekspirasi. Normalnya adalah 1 : 2

Inspeksi dalam keadaan statis:

1. Perhatikan muka (edema), mata (konjungtiva anemis atau tidak), dan bibir (sianosis atau tidak)
2. Perhatikan posisi trakea normal, deviasi kiri dan kanan
3. Perhatikan bentuk dada (adakah kelainan bentuk atau ukuran toraks)
4. Perhatikan posisi dari iga-iga (mendatar atau tidak)

5. Bandingkan ruang sela iga (intercostal space) kiri dan kanan
6. Perhatikan sternum dan klavikula (apakah ada kelainan bentuk)
7. Perhatikan sudut epigastrium (apakah lancip atau tumpul)
8. Perhatikan apakah ada pelebaran vena vena di dinding toraks (venaektasi)

Inspeksi dalam keadaan dinamis

1. Tentukan jenis pernapasan apakah ada pernapasan abnormal seperti kusmaull, cheyne stokes, biot, apneu)
2. Hitung frekuensi pernapasan
3. Bandingkan pergerakan dinding toraks kiri dan kanan apakah sama atau ada pergerakan salah satu dinding toraks yang tertinggal

Hal yang harus diperhatikan adalah:

1. Konfigurasi dada
Biasanya rasio diameter anteroposterior terhadap diameter lateral adalah 1:2 namun ada empat kelainan bentuk dada utama yang terkait dengan penyakit pernafasan yang mengubah hubungan ini, dada barrel, dada corong, dada merpati dan kyphoscoliosis.
2. *Barrel Chest*
Dada terjadi sebagai akibat dari overinflasi paru-paru. Ada peningkatan diameter anteroposterior toraks. Pada pasien dengan emfisema, tulang rusuk lebih lebar dan ruang intercostal cenderung menonjol saat ekspirasi. Penampilan pasien dengan emfisema lanjut cukup khas dan seringkali memungkinkan pengamatan unotuk mendeteksi keberadaannya dengan mudah, bahkan dari kejauhan.

3. *Funnel Chest (Pectus Excavatum)*

Corong dada terjadi Ketika ada depresi di bagian bawah tulang dada. Hal ini dapat menekan jantung dan pembuluh dara besar, menghasilkan murmur. Dada corong dapat terjadi dengan rachitis atau sindrom Marfan

4. *Pigeon Chest (Pectus Carinatum)*

Dada merpati terjadi sebagai akibat dari perpindahan tulang dada. Ada peningkatan diameter anteroposterior. Ini dapat terjadi dengan rachitis, sindrom Marfan atau *kyphoscoliosis* parah

5. *Kyphoscoliosis*

Kyphoscoliosis ditandai dengan elevasi scapula dan tulang belakang berbentuk S yang sesuai. Deformitas ini membatasi ekspansi paru-paru didalam toraks. Ini mungkin terjadi dengan osteoporosis dan gangguan tulang lainnya yang mempengaruhi toraks

6. Kesimetrisan dada kanan dan kiri

7. Penggunaan otot pernafasan tambahan (misal scalenes, stemocleidomastoids). Pasien yang menggunakan otot-otot pernafasan tambahan menunjukkan bahwa pasien mengalami kesulitan bernafas

8. Ada tidaknya retraksi *intercostal* atau retraksi *supraclavikuler* retraksi yang berat ditemukan pada asma yang berat dan PPOK

9. Amati pola pernapasan (irama, kedalaman dan frekuensi dalam satu menit)

5.3.2 Palpasi

Palpasi dimulai dengan memeriksa telapak tangan, jari, leher, dada dan abdomen. Jari tabuh atau *clubbing finger* bisa didapatkan pada pasien dengan kanker paru, abses paru, emfisema dan bronkiektasis. Tekanan vena jugularis (JVP) diperlukan untuk mengetahui tekanan pada atrium kanan.

Pemeriksaan leher bertujuan untuk menentukan apakah trakhea tetap ditengah ataukah bergeser kesamping, apakah ada penonjolan nodus limfe. Pemeriksaan palpasi dada akan memberikan informasi tentang penonjolan dinding dada, nyeri tekan. Gerakan pernafasan yang simetris, derajat ekspansi dada, dan untuk menentukan taktil vocal fremitus. (Darmanto, 2009).

Palpasi kesimetrisan ekspansi di dinding dada kiri dan kanan. Penyebab berkurangnya atau tertinggalnya ekspansi dada yang unilateral meliputi penyakit fibriotik kronik pada paru atau pleura yang ada dibawah dinding dada, efusi pleura, pneumonia lobaris.

Prosedur untuk anterior : pemeriksa mengamati gerakan ibu jari selama inspirasi dan ekspirasi

Prosedur untuk posterior:

- a. Ibu jari kedua lengan diletakkan disekitar kecinggian iga ke-10 dengan jari-jari tangan yang memegang secara longgar dinding dada sebelah lateral
- b. Pasien diminta napas dalam. Amati gerakan ibu jari selama inspirasi dan ekspirasi (jarak antara kedua ibu jari saling menjauh saat inspirasi dan rasakan luasnya serta kesimetrisannya)

Palpasi Taktil Fremitus

Fremitus akan berkurang atau tidak teraba jika suara yang dikeluarkan pasien sangat pelan atau transmisi dari laring ke permukaan dada terhalang. Penyebab nya meliputi obstruksi, PPOK, efusi pleura, pneumotoraks, fibrotic

Prosedur untuk anterior:

- a. Membandingkan fremitus suara kanan dan kiri dengan meletakkan kedua tangan didada
- b. Kemudian pasien diminta mengucapkan sembilan puluh sembilan, tujuh puluh tujuh
- c. Rasakan getaran yang menjalar ditangan

- d. Lakukan dengan menukar tangan kanan dan kiri di setiap area pemeriksaan taktil fremitus
- e. Ibu jari diletakkan sepanjang setiap margin costa dibawah *prosesus xifoid*, sementara tangan terletak sepanjang sangkar iga lateral
- f. Pasien diminta napas dalam



Gambar 5.1. Palpasi Taktil Fremitus

5.3.3 Perkusi

Perkusi normal pada paru adalah resonan. Hipersonan dapat dapat pada emphysema atau pneumothorax. Suara dullness dapat terjadi karena ada cairan atau jaringan padat diparu atau rongga pleura. Hal yang perlu diperhatikan saat melakukan perkusi yaitu:

1. Melakukan perkusi secara sistematis adari atas kebawah membandingkan kanan dan kiri
2. Melakukan perkusi dalam daerah-daerah supraklavikula
3. Meminta pasien untuk mengangkat kedua tangan dan melakukan perkusi mulai dari ketiak
4. Menentukan garis tepi hati
5. Melakukan perkusi untuk mencari batas paru dan hati lalu memberi tanda

Jenis suara perkusi ada dua jenis, yaitu normal dan abnormal (Mutataqin Arif, 2012)

1. Suara Normal

- a. *Resonan (sonor)* : dihasilkan pada jaringan paru normal umumnya bergaung dan bernada rendah
- b. *Dullness* : dihasilkan diatas bagian jantung atau paru paru
- c. *Tympany* : dihasilkan diatas perut yang berisi udara umumnya bersifat musical

2. Suara Abnormal

- a. *Hiperresonan* bergaung lebih rendah dan timbul pada bagian paru yang abnormal berisi udara
- b. *Flatness* nadanya lebih tinggi dari dullness dan dapat didengar pada perkusi daerah paha, dimana seluruhnya berisi jaringan



Gambar 5.2. Perkusi paru

5.3.4 Auskultasi

Perkusi normal pada paru adalah resonan. Hiperresonan dapat terjadi pada emphysema atau pneumothorax. Suara dullness dapat terjadi karena ada cairan atau jaringan padat diparu atau rongga pleura. Hal yang perlu diperhatikan saat melakukan perkusi yaitu

1. Melakukan perkusi secara sistematis dari atas kebawah membandingkan kanan dan kiri

2. Melakukan perkusi dalam daerah-daerah supraklavikula
3. Meminta pasien untuk mengangkat kedua tangan dan melakukan perkusi mulai dari ketiak
4. Menentukan garis tepi hati
5. Melakukan perkusi untuk mencari batas paru dan hati lalu memberi tanda

Suara auskultasi normal pada paru adalah bronchial, bronkhovesikuler dan vesikuler. Berikut ini tahap-tahap yang perlu diperhatikan saat melakukan perkusi

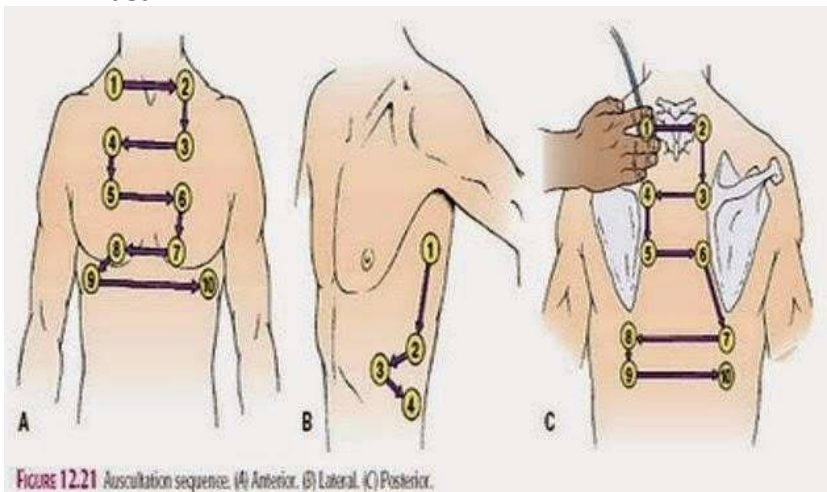
1. Meminta pasien menarik nafas dengan pelan-pelan, mulut terbuka
2. Melakukan auskultasi dengan urutan yang benar
3. Mendengarkan inspirasi dan ekspirasi pada tiap tempat yang diperiksa
4. Melakukan auskultasi pada sisi samping dada kanan kiri
5. Melakukan auskultasi pada dinding punggung dengan urutan yang benar

Suara napas normal dan abnormal pada pemeriksaan auskultasi adalah

1. Suara normal
 - a. *Bronkial* : suaranya terdengar keras, nyaring dan hembusannya lembut. Fase ekspirasinya lebih lama daripada inspirasi dan tidak ada jeda diantara keduanya
 - b. *Bronkovesikuler* : gabungan suara napas bronkial dan vesikuler. Suaranya terdengar nyaring dan intensitasnya sedang. Inspirasi dan ekspirasi sama panjangnya.
 - c. *Vesikuler* : terengar lembut, halus, dan seperti angin sepoi sepoi. Inspirasi lebih panjang dari ekspirasi, ekspirasi terdengar seperti tiupan.

2. Suara abnormal

- a. *Wheezing* : terdengar selama inspirasi dan ekspirasi dengan karakter nyaring musical suara terus menerus
- b. *Ronchi* : terdengar selama fase inspirasi dan ekspirasi suaranya terdengar pelan, nyaring dan suara mengorok terus menerus, berhubungan dengan produksi sputum
- c. *Pleural friction rub*: terdengar saat inspirasi dan ekspirasi. Karakter suara kasar, berciut, dan suara seperti gesekan akibat dari inflamasi daerah pleura. Pasien akan mengalami nyeri saat bernafas.
- d. *Crackles* dibagi menjadi dua yaitu *crackles* halus dan kasar



Gambar 5.3. Auskultasi suara napas

DAFTAR PUSTAKA

- Bickley, Lyinn.2009. Buku Ajar Pemeriksaan Fisik Riwayat Kesehatan Bates. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Smeltzer, SC&Bare, BG.2005.Brunner&Suddarth's Textbook of medical nursing. Philadelphia: Lippincott
- Permatasari, Y.Romdzati., Arianti. 2015. Buku Panduan Blok Respirasi.Yogyakarta: PSIK FKIK U
- Irawaty Djaharuddin, Nur Ahmad Tabri, M. Harun Iskandar, 2017. Keterampilan Klinis Pemeriksaan Fisis Sistim Respirasi Diberikan pada mahasiswa Semester III. Tim Respirasi FK UNHAS. Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
- Muttaqin, Arif. 2012. Asuhan Keperawatan Klien Dengan Gangguan Sistem Pernafasan. Jakarta: Salemba Medika
- Somantri, Irman. 2007. Keperawatan Medikal Bedah: Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Gangguan Sistem Pernafasan. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.
- Djojodibroto, darmanto. 2009. Respirologi (respiratory medicine). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC).

BAB 6

PATOFISIOLOGI SISTEM PERNAPASAN

Oleh Wira Daramatasia

6.1 Pendahuluan

Studi tentang perubahan patologis yang terjadi dalam fungsi normal sistem pernapasan disebut sebagai patofisiologi sistem pernapasan. Hal ini mencakup pemahaman tentang mekanisme penyakit, gangguan, atau kondisi yang mempengaruhi sistem pernapasan dan berdampak pada seluler, jaringan, organ, atau sistem (Craft *et al.*, 2017).

Memahami patofisiologi sistem pernapasan sangat penting untuk mendiagnosis, merawat, dan mengelola berbagai kondisi pernapasan. Patofisiologi sistem pernapasan sangat luas, namun beberapa kasus umum yang sering terjadi dan implikasinya dibahas dalam bab ini. Beberapa kategori penyakit yang dikaitkan dengan disfungsi paru, sebagai berikut (West & Luks, 2017):

1. Penyakit obstruksi paru (*obstructive diseases*)
2. Penyakit restriktif paru (*restrictive diseases*)
3. Penyakit vaskular paru (*vascular diseases*)
4. Penyakit infeksi paru (*infectious diseases*)

6.2 Penyakit Obstruksi Paru

Penyakit obstruksi paru merupakan kelompok penyakit paru-paru yang ditandai dengan penyempitan saluran pernapasan dan penghambatan aliran udara saat bernapas.. Penyakit obstruksi paru yang umum termasuk (West & Luks, 2017):

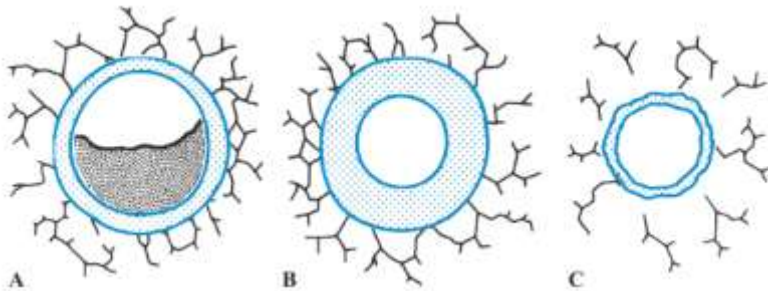
1. Penyumbatan Saluran Udara (*Airway Obstruction*)

2. Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease/ COPD*)
3. Asma

6.2.1 Penyumbatan Saluran Udara (*Airway Obstruction*)

Penyumbatan saluran udara disebabkan oleh peningkatan resistensi terhadap aliran udara dapat disebabkan oleh kondisi di dalam lumen, di dinding jalan napas, dan di daerah peribronkial. Sebagai berikut (West & Luks, 2017)::

1. Didalam lumen: sekresi yang berlebihan, seperti bronkitis kronis, dapat menyebabkan lumen tersumbat sebagian. Pada edema paru atau setelah aspirasi benda asing atau pasca operasi, obstruksi parsial juga dapat terjadi secara akut dengan sekret yang tertahan. Tersedak benda asing dapat menyebabkan obstruksi sebagian atau total.



Gambar 6.1. Mekanisme Obstruksi Jalan Napas

A. Sebagian lumen tersumbat, misalnya oleh sekresi yang berlebihan. B. Dinding saluran napas menebal, misalnya oleh edema atau hipertrofi otot polos. C. Kelainan di luar saluran napas, misalnya, parenkim paru sebagian rusak dan jalan napas menyempit karena hilangnya traksi radial. (Sumber : West & Luks, 2017)

2. Dinding jalan napas : kontraksi otot polos bronkial, seperti pada asma, hipertrofi kelenjar mukosa, bronkitis kronis, dan peradangan dan edema adalah penyebab sumbatan pada dinding saluran napas
3. Di luar jalan napas: destruksi parenkim paru dapat menyebabkan hilangnya traksi radial dan penyempitan, seperti emfisema. Bronkus juga dapat dikompresi secara lokal oleh neoplasma atau kelenjar getah bening yang membesar.

6.2.2 Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) terdiri dari obstruksi aliran udara dan dapat disebabkan oleh emfisema, bronkitis kronis, atau kombinasi keduanya.

1. Emfisema

Emfisema adalah penyakit paru-paru yang berlangsung lama (kronis) yang ditandai oleh kerusakan terus menerus pada alveoli, yang mengakibatkan penurunan elastisitas paru-paru, sehingga mengakibatkan terhambatnya saluran udara dan kesulitan dalam pernapasan. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan emfisema (Loeffler & Hart, 2020);

- **Penyebab:** paparan jangka panjang terhadap iritan pada paru-paru, terutama yang disebabkan oleh asap rokok, adalah faktor utama yang menyebabkan emfisema. Namun, tidak semua perokok menderita penyakit ini, dan ada beberapa faktor lain yang dapat meningkatkan risiko:
 - a. Merokok: merokok adalah penyebab utama emfisema.
 - b. Polusi Udara: Paparan jangka panjang terhadap partikel debu seperti asap industri, asap kendaraan, dan asap lainnya dapat meningkatkan risiko emfisema.

- c. Defisiensi Alpha-1 Antitripsin (AAT): defisiensi AAT genetik dapat menyebabkan emfisema, bahkan pada orang yang tidak merokok, karena AAT adalah protein yang dibuat oleh hati untuk melindungi paru-paru dari kerusakan.
- **Tanda dan gejala:** emfisema berkembang secara bertahap seiring waktu.
 - a. Sesak Napas: kesulitan bernapas dan napas pendek terutama saat bergerak.
 - b. Batuk Kronis: frekuensi batuk yang sering dan berlangsung lama, dapat meningkat pada pagi hari atau setelah berolahraga.
 - c. Produksi dahak berlebih: dahak kental, berwarna putih atau kekuningan
 - d. Mengi: bunyi mengi saat bernapas yang disebabkan oleh saluran udara yang menyempit.
 - e. Kelelahan: merasa lelah dan kurang energi karena kesulitan bernapas yang mengganggu aktivitas sehari-hari.
 - f. Berat badan menurun: kehilangan berat badan yang tidak diinginkan karena kesulitan makan dan mengunyah.
- **Pengobatan :** pengobatan emfisema bertujuan untuk mengendalikan gejala, memperlambat perkembangan penyakit, dan meningkatkan kualitas hidup. Pengobatan emfisema melibatkan pendekatan yang komprehensif :
 - a. Berhenti merokok: untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada paru-paru
 - b. Terapi obat: obat bronkodilator dapat membantu memperluas saluran udara dan memudahkan pernapasan, dan kortikosteroid inhalasi juga dapat mengurangi peradangan dalam saluran udara.

- c. Rehabilitasi paru: program rehabilitasi paru dapat meningkatkan kekuatan paru-paru, mengurangi sesak napas, dan meningkatkan kualitas hidup.
- d. Terapi oksigen: untuk membantu menyediakan oksigen yang cukup ke dalam tubuh, terapi oksigen diperlukan terutama pada kasus yang lebih parah.

2. Bronkitis Kronis

Bronkitis Kronis adalah kondisi peradangan jangka panjang pada saluran pernapasan yang menyebabkan banyak dahak dan batuk minimal selama tiga bulan dalam setahun selama dua tahun berturut-turut. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan bronkitis kronis (Peate & Nair, 2015);

- **Penyebab:** bronkitis kronis biasanya disebabkan akibat paparan jangka panjang terhadap zat yang mengiritasi saluran pernapasan, faktor-faktor yang dapat menyebabkan bronkitis kronis, seperti:
 - a. Merokok: Merokok adalah penyebab utama bronkitis kronis. Asap rokok merusak saluran pernapasan dan menyebabkan peradangan kronis.
 - b. Polusi udara: paparan jangka panjang terhadap partikel debu seperti asap kendaraan, asap industri, atau asap lainnya dapat menyebabkan peradangan pada saluran pernapasan.
 - c. Infeksi saluran pernapasan: infeksi virus atau bakteri berulang pada saluran pernapasan dapat menyebabkan iritasi dan peradangan kronis.
 - d. Faktor genetik: rentan seseorang terhadap bronkitis kronis dapat dipengaruhi oleh faktor genetik.

- **Tanda dan Gejala:** Tanda dan gejala bronkitis kronis meliputi:
 - a. Batuk kronis adalah batuk yang berlangsung minimal selama tiga bulan dalam setahun selama dua tahun berturut-turut.
 - b. Produksi dahak berlebihan: dahak yang dihasilkan dapat berwarna putih, kekuningan, atau kehijauan.
 - c. Sesak napas: perasaan terengah-engah atau sesak napas saat bernapas, terutama saat melakukan aktivitas fisik.
 - d. Kelelahan dan kehilangan tenaga: karena masalah pernapasan yang mengganggu aktivitas sehari-hari,
 - e. Adanya ronki: suara atau bunyi seperti gemeretak atau siulan yang terdengar saat bernapas.
- **Pengobatan:** Pengobatan bronkitis kronis bertujuan untuk mengurangi gejala, mengontrol peradangan, dan meningkatkan kualitas hidup. Langkah-langkah pengobatan sebagai berikut:
 - a. Berhenti merokok: karena merokok dapat memperburuk peradangan dan gejala.
 - b. Obat-obatan: Obat seperti bronkodilator dan kortikosteroid inhalasi dapat membantu memperlebar saluran udara dan mengurangi peradangan.
 - c. Terapi Oksigen: Pada kasus yang lebih parah, terapi oksigen dapat diberikan untuk memastikan bahwa tubuh menerima jumlah oksigen yang cukup.
 - d. Terapi fisik: kekuatan paru-paru yang lebih baik, sesak napas yang berkurang, dan kualitas hidup yang lebih baik dapat dicapai melalui program

rehabilitasi paru-paru dan latihan fisik yang terstruktur.

- e. Pencegahan infeksi: menjaga kebersihan tangan, menghindari kontak langsung dengan orang yang sakit, dan melakukan vaksinasi yang disarankan adalah cara untuk mencegah infeksi saluran pernapasan.

6.2.3 Asma

Asma adalah penyakit pernapasan kronis yang ditandai oleh peradangan pada saluran pernapasan yang menyempit dan menjadi hiperreaktif, menyebabkan gejala seperti sesak napas, batuk, mengi, dan rasa tertekan di dada. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan asma (Loeffler & Hart, 2020);

- **Penyebab:** Meskipun penyebab pasti asma belum diketahui secara menyeluruh, beberapa faktor dapat membantu perkembangan dan memperburuk kondisi. Faktor-faktor ini meliputi:
 - a. Faktor Genetik: Memiliki riwayat asma atau penyakit alergi lainnya dalam keluarga dapat meningkatkan risiko terkena asma.
 - b. Reaksi Alergi: Seseorang dengan kepekaan alergi lebih rentan terhadap asma. Serangan asma dapat terjadi karena paparan alergen seperti serbuk sari, tungau debu, bulu hewan, atau makanan tertentu.
 - c. Faktor Lingkungan: Infeksi saluran pernapasan, paparan asap rokok, dan paparan bahan iritan seperti udara dingin, polutan, atau bau kimia dapat memperburuk gejala asma.

- **Tanda dan Gejala:** asma dapat berbeda dari setiap orang, beberapa gejala umum termasuk:
 - a. Sesak napas: gejala ini terutama muncul saat bergerak atau di malam hari. Napas menjadi pendek, cepat, dan terbatas.
 - b. Batuk: sering batuk, terutama pada malam hari atau setelah menghirup sesuatu yang mengiritasi atau alergen.
 - c. Mengi: bunyi serak atau bersiul yang muncul saat menghirup atau menghembuskan napas.
 - d. Rasa tertekan di dada: sensasi berat atau tertekan di dada yang mungkin disertai dengan nyeri dada.
 - e. Kesulitan bernapas: mengalami kesulitan untuk mengeluarkan napas sepenuhnya.
- **Pengobatan:** tujuan pengobatan asma adalah untuk mengontrol gejala, menghindari serangan asma, dan meningkatkan kualitas hidup penderita. Pengobatan asma adalah pendekatan yang komprehensif, mencakup:
 - a. Obat-obatan: Obat pengendali asma (seperti kortikosteroid inhalasi) mengontrol peradangan saluran udara jangka panjang, sedangkan obat penangkal (seperti bronkodilator) asma mengontrol gejala asma akut dan memperluas saluran udara.
 - b. Pencegahan Pemicu: Hindari alergen atau iritan yang menyebabkan serangan asma, seperti tungau debu, serbuk sari, polutan udara, asap rokok, dan bau kimia.
 - c. Rencana Pengelolaan Asma: membuat rencana pengelolaan asma untuk membantu mengidentifikasi tanda-tanda serangan asma awal, mengatur penggunaan obat-obatan, dan memantau gejala asma.
 - d. Edukasi dan pengawasan: pentingnya pengetahuan mengenai asma, termasuk penggunaan obat-obatan

yang benar, mengidentifikasi gejala serangan asma, dan apa yang harus dilakukan saat darurat.

6.3 Penyakit Restriktif Paru

Penyakit restriktif paru adalah kondisi ketika kapasitas paru-paru terbatas atau tidak dapat mengembang secara normal. Berikut contoh penyakit restriktif paru:

6.3.1 Fibrosis Paru

Fibrosis paru atau fibrosis paru idiopatik (FPI) adalah pembentukan jaringan parut yang tidak normal di paru-paru. Proses fibrosis ini dapat mengganggu fungsi paru-paru dan mengganggu proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan fibrosis paru (Dlugasch & Story, 2021);

- **Penyebab** Fibrosis paru tidak diketahui. Namun, beberapa faktor yang berkontribusi terhadap penyakit ini meliputi:
 - a. Faktor Genetik: Beberapa individu memiliki kecenderungan genetik untuk mengembangkan fibrosis paru.
 - b. Paparan Lingkungan: Risiko terkena fibrosis paru meningkat ketika seseorang terpapar zat-zat seperti asap rokok, debu kayu, bahan kimia industri, dan polutan udara.
 - c. Reaksi Autoimun: Pada beberapa kasus, faktor autoimun dianggap berkontribusi pada perkembangan fibrosis paru
- **Tanda dan gejala:** Gejala fibrosis paru dapat muncul secara bertahap dan bervariasi dari setiap orang. Beberapa gejala yang mungkin muncul sebagai berikut:
 - a. Sesak napas: sesak napas yang semakin memburuk dan kesulitan bernapas, terutama saat bergerak.
 - b. Penurunan berat badan: penurunan berat badan diakibatkan karena penurunan nafsu makan.

- c. Kelelahan dan kelemahan: merasa lelah dengan cepat dan mengalami kelemahan fisik.
- d. Nyeri dada: nyeri atau ketidaknyamanan di dada, terutama saat batuk atau bernapas dalam.
- e. Batuk: batuk kering yang berkelanjutan, terkadang disertai dengan sedikit dahak.
- f. *Clubbing* : bentuk dan struktur jari-jari kaki dan tangan berubah, dengan ujung jari yang membesar dan kuku melengkung ke bawah.
- **Pengobatan:** Tujuan pengobatan fibrosis paru adalah untuk mencegah atau memperlambat perkembangan penyakit, mengontrol gejala, dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Pengobatan dapat mencakup:
 - a. Obat-obatan: obat seperti pirfenidon untuk menghentikan atau memperlambat perkembangan fibrosis paru.
 - b. Terapi oksigen: terapi oksigen membantu meningkatkan kadar oksigen dalam darah dan mengurangi sesak napas.
 - c. Terapi rehabilitasi paru: program rehabilitasi paru yang mencakup latihan fisik terstruktur dan pendidikan tentang manajemen penyakit dapat meningkatkan kondisi paru-paru lebih baik.
 - d. Perawatan gejala/simptomatik: mengatasi batuk atau sesak napas dengan menggunakan obat yang tepat dan teknik pernapasan yang benar.
 - e. Transplantasi paru-paru: alternatif terakhir yang dipilih ketika kondisi sudah parah.

6.3.2 Efusi Pleura (*Pleural effusion*)

Efusi pleura (*Pleural effusion*) adalah suatu kondisi di mana terlalu banyak cairan menumpuk di antara dua lapisan jaringan (pleura) yang mengelilingi paru-paru dan dada. Berikut penyebab,

tanda dan gejala serta pengobatan efusi pleura (West & Luks, 2017);

- **Penyebab:** Efusi pleura dapat disebabkan oleh beberapa kondisi atau penyakit, antara lain:
 - a. Infeksi: Infeksi paru-paru seperti pneumonia, tuberkulosis atau radang selaput dada (*pleuritis*).
 - b. Penyakit paru-paru: Penyakit seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), emboli paru, fibrosis paru atau kanker paru-paru.
 - c. Penyakit jantung: gagal jantung kongestif atau penyakit jantung lainnya dapat meningkatkan tekanan pada pembuluh darah di paru-paru.
 - d. Penyakit autoimun: lupus eritematosus sistemik atau rheumatoid arthritis
 - e. Kanker: kanker paru-paru, kanker payudara, kanker ovarium, atau kanker metastatik.
- **Tanda dan gejala:** Efusi pleura dapat menunjukkan tanda dan gejala yang berbeda tergantung pada penyebabnya dan jumlah cairan yang terkumpul. Salah satu gejalanya adalah:
 - a. Sesak napas: sesak napas yang memburuk saat beraktifitas atau bahkan saat beristirahat.
 - b. Batuk: batuk yang dapat disertai dengan dahak atau rasa nyeri di dada.
 - c. Nyeri dada: nyeri atau ketidaknyamanan di dada, terutama saat batuk atau bernapas dalam.
 - d. Kelelahan dan kelemahan: merasa lelah dengan cepat dan lemah.
 - e. Pembengkakan: pembengkakan pada pergelangan kaki atau kaki.
- **Pengobatan:** tujuan pengobatan efusi pleura adalah untuk menghilangkan cairan yang terakumulasi dan mengurangi gejala. Pengobatan dapat mencakup:

- a. Terapi Cairan: prosedur pengeluaran cairan (thoracentesis) dapat dilakukan untuk mengeluarkan cairan dari ruang pleura.
- b. Pengobatan penyebab: pengobatan ditujukan untuk mengatasi penyakit yang mendasari efusi pleura, seperti infeksi atau kanker.
- c. Terapi Obat: obat-obatan seperti diuretik untuk mengurangi penumpukan cairan atau obat antiinflamasi untuk mengurangi peradangan.
- d. Prosedur lainnya: prosedur seperti *pleurodesis* (menggunakan agen kimia untuk melekatkan pleura) atau pemasangan kateter pleura dapat dilakukan jika efusi pleura berulang atau sulit diobati.

6.3.3 Pneumotoraks

Pneumotoraks terjadi Ketika udara mengumpul di rongga pleura, yang terletak di dalam dada antara lapisan parietal dan viseral pleura. Hal ini dapat menyebabkan tekanan pada paru-paru tidak normal, dan menyebabkan paru-paru kolaps. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan pneumotoraks (Story, 2020);

- **Penyebab:** beberapa hal dapat menyebabkan pneumotoraks, seperti:
 - a. Cedera dada: Cedera dada, seperti patah tulang rusuk atau tusukan di dinding dada.
 - b. Penyakit paru-paru: Risiko terkena pneumotoraks dapat meningkat karena beberapa kondisi paru-paru, seperti asma, tuberkulosis, atau penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).
 - c. Prosedur medis: komplikasi dari prosedur medis seperti pemasangan kateter, biopsi paru-paru, atau ventilasi mekanis dapat menyebabkan pneumotoraks.

- d. Penyakit yang tidak terkait paru-paru: Pneumotoraks dapat terjadi karena beberapa kondisi medis lainnya, seperti penyakit kistik fibrosis, sindrom Marfan, atau ruptur esofagus.
- **Tanda dan gejala:** tergantung pada seberapa besar kolaps paru-paru dan seberapa cepat udara mengumpul, gejala dan tanda pneumotoraks dapat berbeda. Beberapa tanda dan gejala pneumotoraks meliputi:
 - a. Sesak napas: napas yang berat dan tiba-tiba, terutama saat beraktifitas.
 - b. Nyeri dada: nyeri atau ketidaknyamanan yang tajam di dada, terutama di sisi yang terkena pneumotoraks
 - c. Batuk: batuk kering atau batuk dengan dahak berdarah.
 - d. Penurunan suara napas: suara napas di sisi yang terkena menurun atau hilang.
 - e. Pucat: penurunan pasokan oksigen menyebabkan kulit menjadi pucat.
- **Pengobatan :** pengobatan pneumotoraks bertujuan untuk menghilangkan udara yang terjebak di rongga pleura sehingga paru-paru tidak kolaps. Jenis pengobatan yang dapat diberikan:
 - a. Observasi: tenaga medis dapat memilih untuk memantau pneumotoraks kecil yang tidak menimbulkan gejala yang signifikan.
 - b. Pemasangan kateter dada: pemasangan kateter dada membantu mengeluarkan udara yang terperangkap dari paru-paru dengan memasukkan tabung ke dalam rongga pleura,
 - c. *Thoracotomy* dan *pleurektomi*: pada kasus yang lebih serius atau berulang diperlukan prosedur bedah seperti *thoracotomy* (pembukaan dada) atau *pleurektomi* (pengangkatan sebagian atau seluruh pleura).

6.4 Penyakit Vaskular Paru (*Vascular Diseases*)

Memahami patofisiologi penyakit vaskular paru sangatlah penting, meskipun edema paru bukanlah penyakit khusus, namun kondisi ini banyak memperumit penyakit jantung dan paru-paru. Berikut adalah contoh penyakit vaskular paru:

6.4.1 Edema paru (*Pulmonary Edema*)

Edema paru (*Pulmonary Edema*) adalah akumulasi cairan yang tidak normal di area ekstrasvaskular dan jaringan paru-paru, sehingga mengganggu pertukaran oksigen dan karbon dioksida. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan Edema paru (West & Luks, 2017);

- **Penyebab:** beberapa hal dapat menyebabkan edema paru, sebagai berikut:
 - a. Kegagalan jantung: Salah satu penyebab utama edema paru adalah kegagalan jantung, yang menyebabkan cairan menumpuk di paru-paru karena jantung tidak dapat memompa darah dengan baik/ efisien.
 - b. Cedera paru: akibat trauma, infeksi paru-paru berat, atau sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS).
 - c. Gangguan ginjal: penumpukan cairan dalam tubuh, termasuk di paru-paru, dapat terjadi karena kegagalan ginjal atau gangguan fungsi ginjal.
 - d. Keracunan obat: edema paru adalah efek samping dari beberapa obat, seperti obat tekanan darah tinggi seperti amlodipin.
- **Tanda dan gejala:** Tanda dan gejala edema paru meliputi:
 - a. Sesak napas: sesak napas yang berat, terutama saat berbaring atau beraktivitas, juga dapat disertai dengan rasa tidak nyaman di dada.
 - b. Batuk: batuk yang disertai dahak berwarna merah muda atau berdarah.
 - c. Nyeri dada: nyeri atau tekanan di dada yang seringkali terasa berat

- d. Kulit yang basah: kulit yang lembap, berkeringat, atau tampak pucat atau kebiruan.
- **Pengobatan:** pengobatan edema paru bertujuan untuk mengurangi jumlah cairan yang terkumpul di paru-paru dan mengurangi gejala. Pengobatan dapat mencakup:
 - a. Terapi oksigen : pemberian oksigen untuk membantu pernapasan dan meningkatkan kadar oksigen dalam darah.
 - b. Diuretik: untuk meningkatkan produksi urin dan mengeluarkan cairan berlebih dari tubuh.
 - c. Obat Jantung: untuk meningkatkan fungsi jantung dan mengurangi beban yang ditimbulkannya, obat-obatan seperti ACE inhibitor, beta blocker, atau vasodilator dapat digunakan.
 - d. Terapi noninvasif: Terapi noninvasif, seperti Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) atau Ventilasi Noninvasif (NIV), dapat membantu pasien bernapas lebih efektif.
 - e. Pemantauan dan perawatan lanjutan: Edema paru seringkali membutuhkan pengawasan dan perawatan lebih lanjut, terutama untuk merawat penyakit dasar mereka, seperti kegagalan jantung atau gangguan ginjal.

6.4.2 Hipertensi Pulmonal (*Pulmonary Hypertension*)

Hipertensi pulmonal adalah kondisi di mana tekanan darah di arteri pulmonalis meningkat secara patologis. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan hipertensi Pulmonal (Tkacs *et al.*, 2020)

- **Penyebab:** Hipertensi pulmonal dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk:
 - a. Penyakit jantung: seperti penyakit jantung kongenital, gagal jantung kongestif, penyakit katup jantung, atau penyakit arteri koroner.

- b. Gangguan paru-paru: seperti fibrosis paru, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), atau sleep apnea.
- c. Gangguan pembuluh darah: seperti tromboemboli pulmoner atau hipertensi arteri paru-paru idiopatik.
- d. Penyakit sistemik: seperti lupus eritematosus sistemik, skleroderma, atau sirosis hati
- **Tanda dan gejala:** gejala hipertensi pulmonal dapat berbeda-beda tergantung pada tingkat keparahan kondisi. Beberapa gejala yang paling umum termasuk:
 - a. Sesak Napas: Kesulitan bernapas, terutama saat bergerak atau berbaring.
 - b. Kelelahan : keadaan di mana merasa sangat lelah dan tidak mampu bergerak.
 - c. Nyeri dada: ketidaknyamanan atau nyeri di dada.
 - d. Pembengkakan: pada pergelangan kaki dan kaki
- **Pengobatan:** tujuan pengobatan hipertensi pulmonal untuk mengurangi gejala, memperlambat perkembangan penyakit, dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Berikut pengobatan yang diberikan:
 - a. Pemberian obat-obatan: vasodilator, penghambat reseptor endotelin, dan penghambat phosphodiesterase-5 untuk mengendurkan pembuluh darah dan mengurangi tekanan darah di arteri pulmonalis.
 - b. Terapi oksigen: diberikan untuk mengurangi sesak napas dan meningkatkan kadar oksigen dalam darah.
 - c. Terapi pernapasan : penggunaan alat bantu pernapasan atau ventilasi non-invasif, membantu mengurangi beban kerja pada paru-paru dan jantung.
 - d. Program latihan fisik terkontrol dan rehabilitasi juga direkomendasikan untuk meningkatkan kondisi fisik dan kualitas hidup pasien.

6.5 Penyakit Infeksi Paru

Penyakit Infeksi paru merupakan kondisi di mana patogen seperti bakteri, virus, jamur, atau parasit menginfeksi saluran pernapasan atau jaringan paru-paru. Berikut contoh penyakit infeksi paru:

6.5.1 Tuberkulosis

Tuberkulosis (TBC) adalah infeksi bakteri yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyerang seluruh bagian organ tubuh, tetapi yang paling umum adalah paru-paru. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan TBC (Dlugasch & Story, 2021);

- **Penyebab** : bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, bakteri tersebut dapat menyebar melalui udara. Sistem kekebalan tubuh yang lemah dan keadaan sosial-ekonomi yang rendah adalah beberapa risiko yang dapat meningkatkan terinfeksi TBC.
- **Tanda dan gejala**: tergantung pada organ yang terkena dan seberapa kuat sistem kekebalan tubuh individu. Gejala TBC paru-paru dapat termasuk:
 - a. Batuk berkepanjangan: batuk yang berlangsung selama lebih dari dua minggu dan seringkali disertai dengan dahak yang dapat mengandung darah.
 - b. Sesak napas: mengalami kesulitan bernapas atau sesak napas, terutama saat bergerak.
 - c. Nyeri dada: nyeri di dada yang terjadi saat batuk atau bernapas dalam.
 - d. Demam: demam yang berulang, terutama di malam hari
 - e. Penurunan berat badan: penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan dengan faktor lain
 - f. Kehilangan nafsu makan: kehilangan nafsu makan yang sangat besar.
 - g. Keringat Malam: mengalami banyak keringat di malam hari.

- **Pengobatan** : pengobatan TBC menggunakan kombinasi obat antibiotik. Pada kasus yang lebih parah, mungkin diperlukan tindakan bedah untuk mengangkat bagian paru yang terinfeksi atau mengobati komplikasi TBC.

6.5.2 Pneumonia

Pneumonia adalah infeksi paru-paru yang disebabkan oleh berbagai jenis mikroorganisme, seperti bakteri, virus, jamur, atau parasit. Berikut penyebab, tanda dan gejala serta pengobatan pneumonia (Craft *et al.*, 2017);

- **Penyebab** : Infeksi bakteri, terutama *Streptococcus pneumoniae*, adalah penyebab umum pneumonia. Namun, virus seperti flu, virus respiratori sincitial (VRS), dan virus corona baru (COVID-19) juga dapat menyebabkan pneumonia (Alipoor *et al.*, 2020).
- **Tanda dan gejala**: pneumonia dapat menunjukkan gejala yang bervariasi tergantung pada penyebabnya dan kondisi medis individu. Gejala yang paling umum sebagai berikut:
 - a. Batuk: batuk berdahak, terkadang berwarna kuning, hijau, atau berdarah.
 - b. Demam: demam berkepanjangan
 - c. Sesak napas: kesulitan untuk bernapas.
 - d. Nyeri dada: nyeri di dada yang muncul ketika bernapas dalam atau batuk.
 - e. Nafsu makan menurun: ketiadaan nafsu makan atau penurunan berat badan yang tidak dijelaskan
- **Pengobatan**: terapi untuk pneumonia bergantung pada penyebab dan tingkat keparahan penyakit. Pengobatan biasanya mencakup:
 - a. Antibiotik: Untuk mengatasi infeksi bakteri yang menjadi penyebab pneumonia.

- b. Antivirus: Untuk pneumonia yang disebabkan oleh virus, seperti flu atau COVID-19, digunakan obat antivirus yang sesuai.
- c. Istirahat dan hidrasi: Istirahat yang cukup dan menjaga hidrasi yang adekuat penting untuk mempercepat pemulihan.
- d. Analgesik dan antipiretik: Pemberian obat seperti parasetamol atau ibuprofen untuk meredakan demam, nyeri, dan ketidaknyamanan.
- e. Terapi oksigen dan pernapasan: Pemberian oksigen melalui masker atau terapi pernapasan yang mendukung dapat membantu menjaga kadar oksigen yang cukup dalam tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipoor, S.A., Hamidreza Jamaati, Payam Tabarsi, and Esmaeil Mortaz. 2020. *Immunopathogenesis of Pneumonia in COVID-19*. Tanaffos 19(2): 79–82.
- Craft, J., Christopher Gordon, Sue E. Huether, Kathryn L. McCance, Valentina L. B. 2017. *Understanding Pathophysiology - ANZ adaptation*. Elsevier Health Sciences
- Dlugasch, Lucie and Lachel Story, 2021. *Applied Pathophysiology for The Advanced Practice Nurse*. Second Edition. Jones & Bartlett Learning
- Loeffler, Agnes .G., Michael N. Hart. 2020. *Introduction to Human Disease. Pathophysiology for Health Professionals*. Jones & Bartlett Learning
- Peate, I and Muralitharan Nair. 2015. *Pathophysiology For Nurses At A Glance*. Wiley Blackwell
- Story, Lachel. 2020. *Pathophysiology A Practical Approach*. Jones & Bartlett Learning
- Tkacs, Nancy., Linda Herrmann, Randall Johnson. 2020. *Advanced Physiology and Pathophysiology Essentials for Clinical Practice*. Springer Publishing
- West, John.B. and Andrew M. Luks. 2017. *West's Pulmonary Pathophysiology The Essentials*. Nine Edition. Wolters Kluwer

BAB 7

TERAPI FARMAKOLOGI SISTEM PERNAPASAN

Oleh Anggi Pratiwi

7.1 Pendahuluan

Sistem pernapasan adalah sekumpulan organ yang berfungsi menyuplai oksigen (O_2) kedalam darah dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) dari darah. Sistem pernapasan dibentuk oleh saluran, dimulai dari hidung sampai paru-paru. Hidung merupakan saluran udara yang pertama dan terbuka sehingga merupakan sasaran utama serangan bakteri serta virus yang beterbangan di udara, sehingga paling sering mengalami infeksi atau peradangan.

Obat-obatan yang akan dibahas pada bab ini meliputi rhinitis alergi, asma, mukolitik, ekspektoran, penekan batuk serta bronkodilator serta antihistamin.

7.2 Rhinitis alergi

Rinitis alergi (RA) adalah penyakit atopik yang ditandai dengan gejala hidung tersumbat, rinore, bersin, pruritis pada hidung. Kondisi ini mempengaruhi satu dari enam orang dan berhubungan dengan morbiditas yang signifikan, hilangnya produktivitas, dan biaya perawatan kesehatan. Secara historis, Rhinitis alergi dianggap sebagai proses penyakit pada jalan napas hidung saja. Namun, perkembangan teori saluran napas terpadu telah mengklasifikasikan rhinitis alergi sebagai komponen respons alergi sistemik, dengan kondisi terkait lainnya, seperti asma dan

dermatitis atopik, yang berbagi patologi sistemik yang mendasarinya (Keith *et al*, 2012).

Diagnosis rhinitis alergi dapat ditegakkan dengan tiga komponen meliputi anamnesis atau pengkajian, pemeriksaan fisik serta pemeriksaan penunjang. Beberapa keluhan yang disampaikan oleh penderita rhinitis alergi biasanya adalah bersin, gatal pada hidung, hidung berlendir, dan hidung tersumbat. Rhinitis alergi terjadi dikarenakan penderita menghirup alergen, seperti debu, bulu binatang, serbuk sari bunga tertentu, asap rokok dan juga polutan. Zat-zat alergen tersebut ketika terhirup akan berinteraksi dengan *sel mast* yang merangsang pelepasan histamin, leukotrin atau zat lain yang mengakibatkan konstiksi bronkus, oedema, urtikaria, serta infiltrasi sel. Terapi rhinitis alergi yang utama adalah pemberian antihistamin oral yang dikombinasikan dengan dekongestan (Small, Keith & Kim, 2018).

7.2.1 Antihistamin

Antihistamin adalah obat dengan efek antagonis pada histamin yang muncul. Antihistamin terutama digunakan untuk meredakan gejala umum yang muncul terhadap reaksi alergi atau keadaan lain yang disertai dengan pelepasan histamin berlebih (Varshney & Varshney, 2015).

Antihistamin oral sudah lama digunakan sebagai pilihan utama dalam terapi rhinitis alergi. Terdapat dua generasi antihistamin oral yaitu antihistamin generasi pertama dan antihistamin generasi terbaru. Antihistamin generasi pertama, seperti *diphenhydramine* dapat menimbulkan efek samping pada sistem saraf pusat (SSP) yang merugikan, seperti sedasi dan gangguan mental, agen ini juga bekerja pada reseptor muskarinik yang menyebabkan efek samping seperti mukosa mulut kering, mata kering, retensi urin, serta konstipasi. Antihistamin generasi terbaru dari hasil penelitian telah terbukti lebih aman daripada antihistamin generasi pertama dan menjadi pilihan terbaik dalam terapi rhinitis alergi. Antihistamin generasi terbaru seperti

cetirizine, loratadine, desloratadine, fexofenadine, rupatadine dan bilastine telah menunjukkan efektivitas yang lebih baik dan efek samping yang minimal dan harus dipilih sebagai lini pertama untuk terapi rhinitis alergi (Palmer, Reynolds, Banner et al, 2015).

1. Penggolongan Antihistamin

Antihistamin dibagi dalam 2 golongan, yaitu menghambat reseptor H-1 dan H2:

a. Menghambat reseptor H1

H1-blockers (antihistaminika klasik) melawan pembentukan histamin dengan cara menahan reseptor-H1 di otot dinding pembuluh, bronkus dan saluran pencernaan, kandung kemih dan rahim. Begitu pula melawan efek histamin di kapiler serta ujung saraf seperti rasa gatal dan flare reaction.

b. Menghambat reseptor H2

H2-blockers (penghambat asma) obat-obat ini menghambat sekresi asam lambung yang meningkat akibat yang ditimbulkan oleh histamin, dengan cara perlawanan terhadap reseptor H2 di lambung. Efek yang ditimbulkan adalah mengurangi hipersekresi HCL, serta mengurangi vasodilatasi (pelebaran pembuluh darah) dan menurunkan tekanan darah (Tran, Vickery & Blais, 2011).

2. Efek samping dan Jenis antihistamin

Efek samping dan reaksi yang ditimbulkan oleh antihistamin antara lain rasa mengantuk, nyeri kepala, lemah serta gangguan koordinasi. Selain itu juga menimbulkan ruam pada kulit serta gejala antikolinergik seperti mukosa mulut kering, pandangan mata kabur, retensi urin dan jantung yang berdetak cepat (palpitasi). Adapun jenis obat antihistamin adalah Difenhidramin (Benadryl), Dosis 25-50 mg setiap 4-6 jam(oral), 10-50mg dosis tunggal (IM, IV). Pemakaian untuk alergi rhinitis, urtikaria dan bisa dipakai antitusif.

7.2.2 Dekongestan

Dekongestan dapat menimbulkan konstriksi arterioral di mukosa hidung sehingga mengurangi infiltrasi cairan dari pembuluh darah ke jaringan perifer yang dapat menyebabkan bengkak atau oedema. Efek lain yang ditimbulkan oleh dekongestan adalah relaksasi pada bronkus yang dapat mengurangi gangguan aspirasi udara yang menuju ke paru-paru. Dekongestan sering diberikan melalui aerosol untuk mempersingkat waktu timbulnya efek dan mengurangi efek samping sistemiknya.

Jika diberikan melalui oral, efeknya akan timbul lama tetapi dapat menimbulkan efek samping seperti peningkatan tekanan darah serta denyut jantung. Kombinasi dekongestan dengan antihistamin hanya boleh diberikan dalam jangka waktu beberapa hari saja untuk mengurangi fenomena rebound kongesti jika pemberian obat dihentikan. Efek samping dan reaksi yang tidak diinginkan antara lain meningkatnya tekanan darah dan gula darah, jadi obat ini tidak diperbolehkan diberikan pada penderita hipertensi, Diabetes Mellitus serta hipertiroid.

7.3 Asma

Asma merupakan sebuah penyakit berupa adanya respons berlebihan dari trakea dan bronki terhadap berbagai rangsangan yang selanjutnya mengakibatkan tersebarnya penyempitan saluran napas yang beratnya dapat berubah secara spontan. Asma juga merupakan suatu penyakit inflamasi. Adanya infeksi pada saluran pernapasan menimbulkan bronkokonstriksi yang disertai dengan hipertrofi otot polos saluran napas dan kelenjar sekretori, pengelupasan epitelium, dan terlihat pula adanya penebalan lamina propria.

Oleh karena itu, obat asma digolongkan menjadi dua yang akan diuraikan berikut ini.

7.3.1 Bronkodilator

Bronkodilator dapat mencegah kontraksi otot polos pada bronkial, meningkatkan relaksasi otot polos bronkial, dan menghambat pelepasan mediator reaksi alergi. Yang menyebabkan bronkus dan saluran napas kembali melebar menjadi seperti sediakala (ukuran normal) sehingga akhirnya aliran oksigen dan karbondioksida kembali lancar. Contoh obat golongan bronkodilator antara lain teofilin, teobromin, dan lain-lain.

7.3.2 Antiinflamasi

Obat antiinflamasi yang berkeja sebagai stabilisator secara spesifik mencegah degranulasi sel matozit paru dan kemudian mencegah mediator inflamasi/peradangan yang selanjutnya menurunkan aktivitas eisonofil, neutrofil, dan makrofag.

Menurut cara kerjanya, obat pada penyakit asma dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

a. Anti-alergika

Anti-alergik adalah zat yang dapat menstabilisasi mastcell, sehingga tidak pecah dan menyebabkan terlepasnya histamin. Obat anti alergika juga berperan untuk mencegah timbulnya serangan asma dan rhinitis alergi. Obat golongan ini antara lain kromoglikat dan nedocromil. Antihistamin seperti ketotifen, oksatomida serta β_2 -adrenergik memiliki efek anti alergika.

b. Bronchodilator

Mekanisme kerja obat ini adalah dengan merangsang sistem adrenergic/melalui penghambatan system kolinergis sehingga memberikan efek bronkodilatasi. Golongan obat bronchodilator antara lain:

(1) Adrenergik

Untuk adrenergik obat yang digunakan adalah β_2 -simpatomimetik (β_2 -mimetik). Zat ini hanya bekerja

selektif pada reseptor β -2 (bronchospasmolyse) saja dan tidak menimbulkan efek apapun pada reseptor β -1 (stimulasi jantung). Contoh golongan β 2-mimetik adalah Salbutamol, Fenoterol, Terbutalin, Rimiterol, Prokaterol dan Tretoquinol. Sedangkan yang bekerja pada reseptor β -2 dan β -1 adalah Efedrin, Isoprenalin, Adrenalin.

(2) Antikolinergik (Ipratropium, dectropin, tiazianium)

Pada otot polos terdapat keseimbangan antara system adrenergik dan kolinergik. Bila reseptor β -2 sistem adrenergik terhambat, maka sistem kolinergik menjadi dominan, sehingga terjadi penciutan bronchus. Antikolinergik bekerja menghambat reseptor saraf kolinergik pada otot polos bronchus sehingga aktivitas saraf adrenergik menjadi dominan dengan efek bronchodilatasi. Obat antikolinergik menimbulkan beberapa efek samping, yaitu detak jantung yang cepat (takikardi), pengentalan sputum, mukosa mulut menjadi kering, tidak dapat BAB dalam jangka waktu yang lama (obstipasi), sulit BAK, gangguan akomodasi. Tetapi jika penggunaannya sebagai terapi inhalasi dapat mengurangi efek samping yang ditimbulkan.

(3) Derivat xantin (Teofilin, Aminofilin, dan Kolinteofinilat)

obat golongan ini mempunyai efek bronchodilatasi berdasarkan penghambatan enzim fosfodiesterase. Selain itu, Teofilin juga mencegah peningkatan hiperaktivitas, sehingga dapat bekerja sebagai profilaksis. Kombinasi dengan Efedrin praktis tidak memperbesar bronchodilatasi, sedangkan efeknya terhadap jantung sangat kuat. Oleh karena itu sediaan kombinasi demikian tidak dianjurkan terutama bagi lanjut usia.

7.3.3 Kortikosteroid

Kortikosteroid (Hidrokortison, Prednison, Deksametason, Betametason) efektif pada pasien dengan asma, terutama pada saat serangan asma akibat yang ditimbulkan oleh infeksi virus/bakteri untuk melawan reaksi peradangan atau reaksi alergi. Obat golongan kortikosteroid dapat menurunkan reaksi inflamasi pada mukosa bronkus dengan cara mengurangi edema dan sekresi mucus pada saluran pernapasan.

Efek bronchodilatasi yang ditimbulkan dapat mempertinggi kepekaan β -2, sehingga berguna melawan efek mediator seperti peradangan dan gatal-gatal. Untuk mengurangi hiperreaktivitas bronchi, bronkodilator diberikan secara inhalasi atau oral. Dalam keadaan gawat dan status asmaticus (kejang bronchi), obat ini diberikan secara intravena (per-infus) kemudian disusul dengan pemberian secara oral. Penggunaan oral dalam waktu yang lama memiliki efek pada fungsi ginjal.

Cara pemberian obat kortikosteroid :

a. Kortikosteroid Inhalasi.

Kortikosteroid inhalasi dapat digunakan sebagai profilaksi asma pada pasien yang menggunakan obat golongan stimultan beta-2 agonis lebih dari satu kali sehari. Kortikosteroid inhalasi mempunyai efek samping lebih kecil jika dibandingkan dengan pemberian kortikosteroid secara sistemik.

b. Kortikosteroid Oral.

Pada pasien dengan asma kronik, ketika respon terhadap obat-obat antiasma yang diberikan relative kecil maka pemberian kortikosteroid secara oral dianjurkan. Kortikosteroid oral biasanya diberikan dosis tunggal pada pagi hari untuk mengurangi gangguan terhadap sekresi kortisol.

7.4 Batuk

Batuk adalah mekanisme pertahanan yang paling efektif untuk menghilangkan bahan asing, termasuk berbagai patogen dari saluran pernapasan. Gejala ini tidak hanya mempengaruhi individu yang sakit tetapi juga individu yang sehat. Batuk yang berlebihan dan terus-menerus bisa berhubungan dengan penyakit kronis non-ganas, dengan atau tanpa produksi sputum yang berlebihan. Batuk terus-menerus dapat berbahaya bagi pasien karena efek pada pernapasan, aktivitas sosial, dan istirahat tidur. Selain itu, bisa menurunkan kualitas hidup dan menimbulkan rasa malu pada saat bersosialisasi, dan menyebabkan sinkop, inkontinensia urin, nyeri otot, insomnia, dan kelelahan (Ogawa, Fujimura, Ohkura , *et al*, 2013).

Batuk juga dapat menjadi suatu gejala pada penyakit-penyakit tertentu seperti tifus, radang paru-paru, tumor saluran pernapasan, dekompensasi cordis, dapat pula merupakan suatu kebiasaan. Terdapat dua jenis batuk yaitu batuk produktif dan non-produktif.

Batuk produktif merupakan suatu mekanisme pertahanan dari benda/zat asing dengan cara mengeluarkan zat asing seperti kuman, debu dan sebagainya serta sputum dari tenggorokan, sehingga batuk jenis ini tidak boleh ditekan. Pengobatan batuk produktif menggunakan obat golongan ekspektoran yang berguna untuk mengencerkan sputum kental dan mempermudah pengeluaran sputum dari saluran napas. Sedangkan batuk non-produktif adalah batuk yang tidak berguna sehingga harus ditekan. Untuk meredakan batuk non-produktif digunakan obat golongan pereda batuk yang berkhasiat menekan rangsangan batuk.

Batuk yang disebabkan oleh alergi dapat menggunakan obat kombinasi yang mengandung ekspektoran. Misalnya: sirup chlorphemin yang terdapat kandungan antihistamin promethazine serta diphenhidramin. Selain itu diperlukan juga kombinasi

ekspektoran dan pereda batuk untuk mengurangi frekuensi batuk (Shimizu, Hayashi, Saito *et al*, 2013)

7.4.1 Obat antitusif

Obat Antitusif adalah obat pereda gejala batuk yang secara spesifik menghambat batuk. Beberapa obat antitusif bekerja dengan menekan sistem syaraf pusat sehingga langsung mempengaruhi pusat batuk yang berada di medula oblongata. Obat antitusif digolongkan menjadi dua golongan berdasarkan tempat kerjanya yaitu, sentral dan perifer (Ojoo, Everett, Mulrennan et al, 2013).

a. Obat antitusif sentral.

Obat antitusif sentral dapat menekan refleks batuk dengan meningkatkan ambang rangsang pusat refleks batuk di medula oblongata sehingga kepekaan pusat refleks batuk terhadap rangsangan batuk berkurang.

Obat antitusif sentral dibagi menjadi dua yaitu antitusif narkotik dan antitusif non narkotik.

1. Antitusif narkotik adalah obat penekan batuk yang kemungkinan besar mengakibatkan kecanduan pada pasien. Contoh obat antitusif narkotik : kodein, morfin, dan lain-lain.
2. Obat antitusif non narkotik adalah obat pengurang batuk yang tidak memiliki kemungkinan menyebabkan kecanduan/adiksi pada pasien yang mengkonsumsinya. Contoh dari obat antitusif non narkotik yaitu dekstrometorfan, noskabin, dan lain-lain.

b. Obat antitusif perifer.

Obat antitusif perifer memiliki efek langsung pada reseptor pernapasan di saluran napas bagian atas dengan memiliki efek anestesi lokal atau secara tidak langsung mengurangi iritasi lokal yang timbul melalui efek pada mukosa saluran

napas bagian atas. Adapun mekanisme lain dari obat antitusif perifer adalah dengan mengatur kelembaban udara pada saluran napas dan membuat relaksasi otot polos bronkus pada saat spasme bronkus terjadi.

Obat antitusif perifer antara lain lidokain, lignokain, tetrakain, dan lain-lain.

7.4.2 Obat ekspektoran

Ekspektoran dapat mengurangi iritasi pada reseptor batuk dengan cara meningkatkan akumulasi sputum melalui "batuk ke atas". Ekspektoran adalah obat yang paling sering digunakan untuk penyakit pada sistem pernapasan misalnya ambroxol dan N-asetil sistein. Pada penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) dan kasus bronkiektasis, ekspektoran dianjurkan untuk meredakan batuk karena produksi sputum yang kental. Banyak pasien yang melaporkan efektivitas ekspektoran pada kasus bronkitis akut (Morice, 2017).

7.4.3 Obat Mukolitik

Obat mukolitik adalah obat yang dapat membantu menurunkan viskositas atau kekentalan dari sputum pada saluran napas bagian bawah sehingga sputum menjadi lebih encer dan lebih mudah dikeluarkan agar tidak menumpuk di saluran pernapasan. Mekanisme kerja obat ini adalah dengan memutuskan ikatan disulfida yang terdapat dalam sputum. Ikatan disulfida inilah yang menyebabkan sputum kental dan liat. Contoh obat mukolitik antara lain: bromheksin, asetilsistein, dan lain-lain (Chung, 2003).

7.5 Ekspektoran dan Mukolitik

Menurut Reynolds, Mackenzie, Spina et al (2004) Obat agen ekspektoran dan mukolitik bekerja dengan cara mengurangi kekentalan pada sputum, obat agen mukolitik berperan untuk merombak struktur mukosa protein dan ekspektoran dengan cara

mengencerkan sputum, sehingga sputum mudah untuk dikeluarkan pada saat pasien dapat batuk efektif. Obat ekspektoran dan mukolitik dapat meringankan sesak napas pada pasien dengan serangan asma terutama ketika sputum sangat kental dan sukar untuk dikeluarkan. Mekanisme kerja kedua obat dengan cara merangsang mukosa lambung dan sekresi saluran pernapasan, sehingga menurunkan viskositas/kekentalan sputum. Ekspektoran adalah senyawa yang mempermudah atau mempercepat pembuangan sekret di bronchus dan trachea. Kelompok obat agen mukolitik antara lain:

- a. Bromheksin.
Bekerja dengan cara menguraikan mukopolisakarida asam sehingga serabut lendir pada bronchus mudah terurai.
- b. Asetilsistein.
Dapat menurunkan viskositas/kekentalan lendir pada bronchus dengan cara memutuskan hubungan disulfide protein dari molekul lender yang ada.
- c. Karbosistein.
Karbosistein tidak dapat bekerja secara langsung terhadap molekul lendir. Kemungkinan besar senyawa ini bekerja di intrasel pada sintesis lendir dan dengan demikian dapat membuat pembentukan lendir yang lebih encer. Pada saat yang sama pembentukan lendir yang kental akan ditekan. Kesemuanya menyebabkan produksi sekret/sputum menjadi berkurang.

7.6 Antihistamin

Obat antihistamin bekerja dengan cara memblokir reseptor histamin, sehingga mencegah efek bronchokonstriksi. Beberapa jenis antihistamin memiliki efek antikolinergik serta efek sedative (obat penenang/pereda nyeri), sehingga obat golongan ini banyak digunakan pada terapi jangka panjang. Antihistamin sangat efektif

pada pasien yang mendapat terapi alergi pada nasal, rhinitis alergi serta rhinitis vasomotor.

Antihistamin dapat mengurangi rinore dan bersin tetapi kurang efektif untuk meredakan kongesti pada hidung. Antihistamin oral juga dapat mencegah urtikaria dan sering digunakan untuk mengatasi ruam kulit pada urtikaria, gatal gigitan serangga serta alergi obat. Injeksi klorferinamin dan prometazin diberikan bersama adrenalin pada terapi darurat anafilaksis dan angiodema.

Obat antihistamin berbeda-beda dalam lama kerja juga untuk derajat efek sedative dan antimuskarinik. Efek samping yang ditimbulkan ketika mengkonsumsi antihistamin antara lain adalah mengantuk, palpitasi, dan aritmia, hipotensi, reaksi hipersensivitas, ruam kulit, reaksi fotosensivitas, efek ekstra pyramidal, bingung, depresi, gangguan tidur, tremor, konvulsi, keringat dingin, mialgia, kelainan darah, disfungsi hepar, dan rambut rontok (Monczor & Fernandez, 2016).

Macam-macam antihistamin:

1. Antihistamin non-sedatif: Akrivastin, Aztemizol, Setrizin hidroklorida, Loratadin, Terfenadin
2. Antihistamin sedative: Azatadin maleat, Klorfenilamin maleat

DAFTAR PUSTAKA

- Chung KF. 2003. Management of Cough. Cough: Causes, Mechanisms and Therapy. 283–297
- Keith PK, Desrosiers M, Laister T, Schellenberg RR, Wasserman S. 2012. The burden of allergic rhinitis (AR) in Canada: perspectives of physicians and patients. *Allergy Asthma Clin Immunol*.
- Monczor F, Fernandez N. 2016. Current Knowledge and Perspectives on Histamine H1 and H2 Receptor Pharmacology: Functional Selectivity, Receptor Crosstalk, and Repositioning of Classic Histaminergic Ligands. *Mol Pharmacol*. ;90(5):640-648.
- Morice AH. 2017. A New Way to Look at Acute Cough in the Pharmacy. *Clin Pharm*; 9. Epub ahead of print 1 April 2017. DOI: 10.1211/CP.2017.20202484
- Ogawa H, Fujimura M, Ohkura N, et al. 2013. Chronic Cough Management: Dealing with a Sensation of Irritation in the Throat. *Respirology*; 18: 1278–1279.
- Ojoo JC, Everett CF, Mulrennan SA, et al. Management of Patients with Chronic Cough Using a Clinical Protocol: A Prospective Observational Study. *Cough* 2013; 9: 2.
- Palmer RB, Reynolds KM, Banner W, et al. 2015. Adverse events associated with diphenhydramine in children, 2008–2015. *Clin Toxicol*
- Reynolds SM, Mackenzie AJ, Spina D, et al. 2004. The Pharmacology of Cough. *Trends Pharmacol Sci*; 25: 569–576.
- Shimizu H, Hayashi M, Saito Y, et al. 2013. Classification of Chronic Cough by Systematic Treatment Cascade Trial Starting with Beta Agonist. *Cough*; 9: 4.
- Small P, Keith PK, Kim H. Allergic rhinitis. 2018. *Allergy Asthma Clin Immunol*.

- Tran NP, Vickery J, Blaiss MS. 2011. Management of rhinitis: allergic and non-allergic. *Allergy Asthma Immunol Res*; 3(3):148-56.
- Varshney J, Varshney H. 2015. Allergic Rhinitis: an Overview. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Jun;67(2):143-9

BAB 8

TINDAKAN KEPERAWATAN PADA GANGGUAN SISTEM RESPIRASI

Oleh Maria Kurnyata Rante Kada

8.1 Pendahuluan

Sistem respirasi merupakan sistem vital dalam tubuh manusia yang terlibat dalam pertukaran gas antara tubuh dan lingkungan eksternal. Gangguan pada sistem respirasi dapat mencakup berbagai kondisi, seperti penyakit paru-paru, gangguan pernapasan, atau gangguan ventilasi. Peran perawat sangatlah penting dalam memberikan tindakan keperawatan yang tepat untuk mengatasi masalah pada sistem respirasi.

Materi pembelajaran ini akan membahas tindakan keperawatan yang relevan dalam penanganan gangguan sistem respirasi. Penulis akan menguraikan langkah-langkah penting dalam pengkajian pasien dengan masalah pernapasan, merencanakan intervensi yang tepat, dan melaksanakan perawatan dengan cermat. Pendekatan holistik dalam perawatan pasien akan menjadi fokus utama, dengan mempertimbangkan faktor fisik, psikologis, dan sosial yang mempengaruhi kondisi pernapasan.

Melalui pemahaman yang mendalam tentang tindakan keperawatan pada gangguan sistem respirasi, diharapkan dapat mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk memberikan perawatan yang efektif, aman, dan empatik kepada pasien dengan gangguan sistem respirasi. Selain itu, mereka juga akan mampu memberikan edukasi kepada pasien dan keluarga tentang perawatan diri yang diperlukan untuk

mempertahankan kesehatan pernapasan (Pichon, A., & Borzone, 2016).

8.2 Tindakan Keperawatan Gangguan Sistem Respirasi

8.2.1 Latihan Napas Dalam

Latihan napas dalam dapat sangat bermanfaat bagi gangguan sistem pernapasan seperti asma, COPD (Kronis Obstruktif Penyakit Paru), dan kecemasan. Berikut ini adalah beberapa latihan napas dalam yang dapat membantu memperbaiki fungsi pernapasan (Smeltzer, 2009) :

1. Pernapasan Diafragma
 - a. Duduk atau berbaring dengan nyaman.
 - b. Letakkan satu tangan di perut Anda, di atas pusar, dan satu tangan di dada.
 - c. Tarik napas melalui hidung perlahan-lahan, rasakan perut Anda mengembang.
 - d. Pastikan tangan di perut bergerak, sedangkan tangan di dada tidak banyak bergerak.
 - e. Tahan napas sejenak.
 - f. Keluarkan napas perlahan-lahan melalui mulut, sambil merasakan perut Anda turun.
 - g. Ulangi langkah-langkah ini selama 5-10 menit setiap hari
2. Pernapasan Interval
 - a. Duduk atau berbaring dengan nyaman.
 - b. Mulailah dengan mengambil napas dalam selama 4 detik melalui hidung.
 - c. Tahan napas selama 4 detik.
 - d. Keluarkan napas perlahan-lahan melalui mulut selama 4 detik.
 - e. Tahan napas selama 4 detik.

- f. Ulangi langkah-langkah ini selama 5-10 menit setiap hari
3. Pernapasan pola 4-7-8
 - a. Duduk dengan nyaman dan rapatkan bibir Anda.
 - b. Tarik napas dalam-dalam melalui hidung selama 4 detik.
 - c. Tahan napas selama 7 detik.
 - d. Buang napas perlahan melalui mulut selama 8 detik.
 - e. Ulangi langkah-langkah ini hingga 4 siklus atau selama 5-10 menit

8.2.2 Batuk Efektif

Batuk efektif merupakan salah satu tehnik untuk melatih pasien yang tidak memiliki kemampuan batuk efektif untuk mengeluarkan secret atau benda asing yang berada di saluran pernapasan (Hidayat Aziz & Musrifatul, 2016)

Prosedur Kerja :

1. Cuci tangan
2. Jelaskan prosedur yang akan dilakukan
3. Atur posisi duduk dan membungkuk sedikit ke depan. Posisi tegak ini memungkinkan batuk yang lebih kuat.
4. Lenturkan lutut dan pinggul Anda untuk meningkatkan relaksasi dan mengurangi ketegangan pada otot perut saat batuk.
5. Tarik napas perlahan melalui hidung menggunakan pernapasan diafragma
6. Tahan napas selama kurang lebih 2 detik
7. Batuk dua kali selama setiap pernafasan sambil mengontraksikan (menarik) perut dengan tajam pada setiap batuk.
8. Bidai area insisi, jika ada, dengan tekanan tangan yang kuat atau topang dengan bantal atau gulungan selimut saat batuk (lihat Gambar 8.1).

9. Setelah itu Tarik napas dengan ringan lalu istirahat
10. Cuci tangan dan catat respon yang terjadi

8.2.3 Postural Drainase

Postural drainase merupakan tehnik dengan memberi gaya gravitasi tubuh untuk membantu mengalirkan atau mengeluarkan sekret yang terdapat di saluran pernapasan. Sekret mengalir dari bronkiolus ke dalam bronkus dan trakea kemudian dikeluarkan dengan batuk efektif atau penyedotan. Postural drainase digunakan untuk mencegah atau menghilangkan obstruksi bronkial yang disebabkan oleh akumulasi sekret.

Karena pasien biasanya duduk dalam posisi tegak, sekret cenderung menumpuk di bagian bawah paru-paru. Beberapa posisi lain (Gambar 8.1) digunakan sehingga gaya gravitasi membantu memindahkan sekret dari saluran napas bronkial yang lebih kecil ke bronkus utama dan trakea. Setiap posisi berkontribusi pada drainase yang efektif dari lobus paru yang berbeda; bronkus lobus bawah dan tengah mengalir lebih efektif saat kepala di bawah, sedangkan bronkus lobus atas mengalir lebih efektif saat kepala di atas. Sekresi kemudian dikeluarkan dengan batuk.

Perawat menginstruksikan pasien untuk menghirup bronkodilator dan agen mukolitik, jika diresepkan, sebelum drainase postural, karena obat ini meningkatkan drainase saluran bronkial. Perawat juga harus mengetahui diagnosis pasien, lobus atau segmen paru yang terlibat, status jantung, dan setiap kelainan struktur dinding dada dan tulang belakang. Auskultasi dada sebelum dan sesudah prosedur digunakan untuk mengidentifikasi area yang membutuhkan drainase dan menilai keefektifan pengobatan (Smeltzer, 2009).

Perawat mengajarkan anggota keluarga yang akan mendampingi pasien di rumah untuk mengevaluasi suara nafas sebelum dan sesudah perawatan. Perawat mengeksplorasi strategi yang memungkinkan pasien mengambil posisi yang ditunjukkan di

rumah. Ini mungkin memerlukan penggunaan kreatif dari objek yang tersedia di rumah, seperti bantal, bantal, atau kardus.

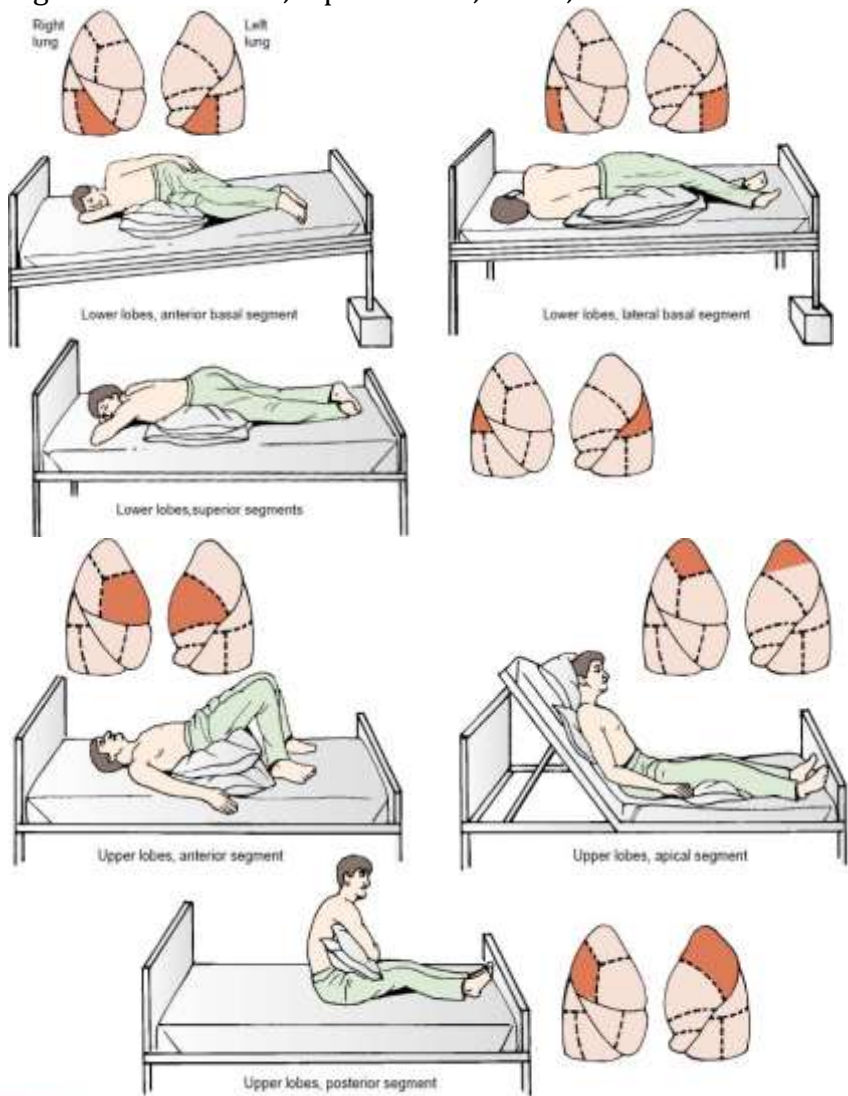


FIGURE 25-3 Postural drainage positions and the areas of lung drained by each position.

Gambar 8.1. Posisi Postural Drainase. (Sumber : Smeltzer, 2009)

Drainase postural biasanya dilakukan dua sampai empat kali setiap hari, sebelum makan (untuk mencegah mual, muntah, dan aspirasi) dan sebelum tidur. Bronkodilator, air, atau garam yang diresepkan dapat dinebulisasi dan dihirup sebelum drainase postural untuk melebarkan bronkiolus, mengurangi bronkospasme, mengurangi ketebalan lendir dan sputum, dan melawan edema dinding bronkus.

Urutan yang disarankan dimulai dengan posisi mengeringkan lobus bawah, diikuti dengan posisi mengeringkan lobus atas. Perawat membuat pasien nyaman mungkin pada setiap posisi dan menyediakan kantung muntah/sputum, dan kertas tisu. Perawat menginstruksikan pasien untuk tetap pada setiap posisi selama 10 sampai 15 menit dan bernapas perlahan melalui hidung dan keluar perlahan melalui bibir yang dirapatkan untuk membantu menjaga saluran udara tetap terbuka sehingga sekret dapat mengalir saat berada di setiap posisi. Jika suatu posisi tidak dapat ditoleransi, perawat membantu pasien mengambil posisi yang dimodifikasi. Saat pasien mengubah posisi, perawat menjelaskan cara batuk dan mengeluarkan sekret.

Jika pasien tidak dapat batuk, perawat mungkin perlu menyedot sekret secara mekanis. Mungkin juga diperlukan untuk menggunakan perkusi dan getaran dada atau rompi osilasi dinding dada frekuensi tinggi/ *high-frequency chest wall oscillation* (HFCWO) untuk mengalirkan sekret bronkial dan sumbat lendir yang melekat pada bronkiolus dan bronkus serta untuk mendorong sputum ke arah drainase gravitasi. Jika pengisapan diperlukan di rumah, perawat menginstruksikan pengasuh dalam teknik pengisapan yang aman dan merawat peralatan pengisapan.

Setelah prosedur, perawat mencatat jumlah, warna, viskositas, dan karakter sputum yang dikeluarkan. Penting untuk mengevaluasi warna kulit dan denyut nadi pasien pada beberapa kali prosedur dilakukan. Pemberian oksigen mungkin diperlukan selama drainase postural. Jika dahak berbau busuk, penting untuk

melakukan drainase postural di ruangan yang jauh dari pasien lain atau anggota keluarga. Setelah prosedur, pasien mungkin merasa segar untuk menyikat gigi dan menggunakan obat kumur sebelum istirahat.

8.2.4 Perkusi dan Vibrilasi

Sekresi kental yang sulit dibatukkan dapat dilonggarkan dengan mengetuk (perkusi) dan menggetarkan dada. Perkusi dan getaran dada membantu mengeluarkan mukus yang melekat pada program batuk bronkus terjadwal dan pembersihan sputum, bersama dengan hidrasi, mengurangi jumlah sputum pada sebagian besar pasien. Perkusi dilakukan dengan menangkupkan tangan dan memukul dinding dada secara ritmis dengan ringan pada bagian paru-paru yang akan dikeringkan. Pergelangan tangan ditekuk dan dipanjangkan secara bergantian sehingga dada ditangkupkan atau ditepuk dengan cara yang lembut (Gambar 8.1). Kain lembut atau handuk dapat diletakkan di atas bagian dada yang dibekam untuk mencegah iritasi kulit dan kemerahan akibat kontak langsung. Perkusi, bergantian dengan getaran, dilakukan selama 3 sampai 5 menit untuk setiap posisi. Pasien menggunakan pernapasan diafragma selama prosedur ini untuk meningkatkan relaksasi. Sebagai tindakan pencegahan, perkusi pada tabung drainase dada, tulang dada, tulang belakang, hati, ginjal, limpa, atau payudara (pada wanita) dihindari. Perkusi dilakukan dengan hati-hati pada orang tua karena peningkatan insiden osteoporosis dan risiko patah tulang rusuk.

Getaran adalah teknik penerapan kompresi manual dan tremor pada dinding dada selama fase ekshalasi pernapasan (Gambar 8.1). Ini membantu meningkatkan kecepatan udara dari saluran udara kecil, sehingga membebaskan lendir. Setelah tiga atau empat getaran, pasien didorong untuk batuk, mengontraksikan otot perut untuk meningkatkan efektivitas batuk.

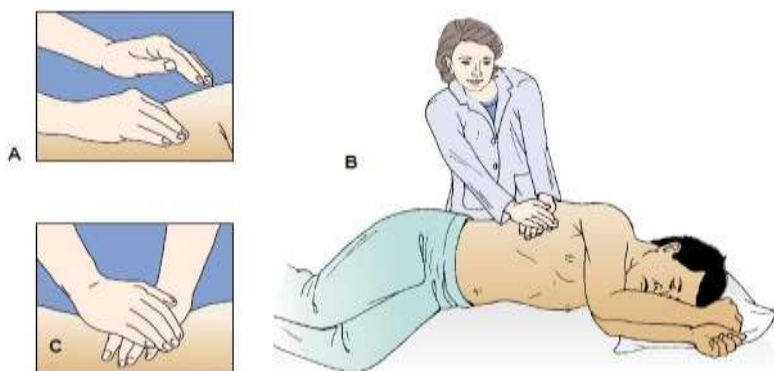


FIGURE 25-4 Percussion and vibration. (A) Proper hand position for percussion. (B) Proper technique for vibration. The wrists and elbows remain stiff; the vibrating motion is produced by the shoulder muscles. (C) Proper hand position for vibration.

Gambar 8.2. Posisi Perkusi dan Vibrilasi (Sumber : Smeltzer, 2009)

Beberapa kali siklus perkusi dan batuk diulang tergantung pada toleransi pasien dan respon klinis. Penting untuk mengevaluasi suara napas sebelum dan sesudah prosedur.

Rompi tiup atau *high-frequency chest wall oscillation* (HFCWO) (Gambar 8.2) dapat digunakan untuk memberikan terapi dada. Rompi menggunakan pulsa udara untuk menekan dinding dada 8 sampai 18 kali/detik, menyebabkan sekret terlepas dari dinding saluran napas dan memungkinkan pasien mengeluarkannya dengan batuk. Terapi rompi dianggap lebih efektif daripada perkusi manual karena lebih lembut dan bekerja pada semua lobus paru secara bersamaan. Penelitian telah menunjukkan bahwa rompi sama efektifnya dengan CPT manual, dan beberapa pasien lebih menyukainya.



Gambar 8.2. Posisi Perkusi dan Vibrilasi
(Sumber : Chang AB, Boyd J, Bell L et al, 2021)

8.2.5 Terapi Oksigen

Terapi oksigen adalah pemberian oksigen pada konsentrasi yang lebih besar daripada yang ditemukan di atmosfer lingkungan. Di permukaan laut, konsentrasi oksigen di udara ruangan adalah 21%. Tujuan dari terapi oksigen adalah untuk memberikan transportasi oksigen yang memadai dalam darah sekaligus mengurangi kerja pernapasan dan mengurangi stres pada miokardium. Pengangkutan oksigen ke jaringan bergantung pada faktor-faktor seperti kandungan oksigen arteri, konsentrasi hemoglobin, dan kebutuhan metabolik. Faktor-faktor ini harus diingat ketika terapi oksigen dipertimbangkan.

Indikasi Perubahan laju atau pola pernapasan pasien mungkin merupakan salah satu indikator paling awal dari kebutuhan terapi oksigen. Perubahan ini dapat terjadi akibat hipoksemia atau hipoksia. Hipoksemia, penurunan tekanan

oksigen arteri dalam darah, dimanifestasikan oleh perubahan status mental (berkembang melalui gangguan penilaian, agitasi, disorientasi, kebingungan, kelesuan, dan koma), dispnea, peningkatan tekanan darah, perubahan denyut jantung, disritmia, sianosis sentral (tanda lanjut), diaforesis, dan ekstremitas dingin. Hipoksemia biasanya menyebabkan hipoksia, penurunan suplai oksigen ke jaringan, yang juga bisa disebabkan oleh masalah di luar sistem pernapasan.

Dengan hipoksia yang berkembang dengan cepat, perubahan terjadi pada sistem saraf pusat karena pusat neurologis yang lebih tinggi sangat sensitif terhadap kekurangan oksigen. Gambaran klinis mungkin menyerupai keracunan alkohol, dengan pasien menunjukkan kurangnya koordinasi dan penilaian yang terganggu. Dengan hipoksia yang berlangsung lama (seperti yang terlihat pada penyakit paru obstruktif kronik [PPOK] dan gagal jantung kronis), kelelahan, kantuk, apatis, kurang perhatian, dan waktu reaksi yang tertunda dapat terjadi. Kebutuhan oksigen dinilai dengan analisis gas darah arteri, oksimetri nadi, dan evaluasi klinis.

Seperti obat lain, perawat memberikan oksigen dengan hati-hati dan dengan hati-hati menilai efeknya pada setiap pasien. Oksigen adalah obat, dan kecuali dalam situasi darurat, oksigen hanya diberikan jika diresepkan oleh dokter. Secara umum, pasien dengan kondisi pernapasan diberikan terapi oksigen hanya untuk meningkatkan tekanan oksigen arteri (PaO_2) kembali ke nilai dasar normal pasien, yang dapat bervariasi dari 60 hingga 95 mm Hg. (Ochweg, B., Granton, D., Wang, D. X., Helviz, Y., Einav, S., Frat, J. P., ... & Lemyze, M, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat Aziz & Musrifatul. Buku Ajar Ilmu Keperawatan Dasar. 2016. Penerbit Salemba Medika
- Smeltzer. Respiratory Care Modalities. 2009. Lippincott Williams & Wilkins chapter 25. Diakses pada tanggal 01/06/2023 dari: http://downloads.lww.com/wolterskluwer_vitalstream_com/samplecontent/9780781785891_smeltzer/samples/chapter025.pdf
- Pichon, A., & Borzone, G. Breathing exercises and respiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. 2016. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(12), 2269-2275
- Yılmaz, Y., Özgül, B., Aydemir, Y., Topuz, Ö., & Karadibak, D. Breathing exercises improve pulmonary function and quality of life in patients with asthma. 2015. *Experimental and therapeutic medicine*, 9(2), 425-429.
- Ochwergr, B., Granton, D., Wang, D. X., Helviz, Y., Einav, S., Frat, J. P., ... & Lemyze, M. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. 2019. *Intensive care medicine*, 45(5), 563-572.
- Chang AB, Boyd J, Bell L et al. 2021. Clinical and research priorities for children and young people with bronchiectasis: an international roadmap. *ERJ Open Res* 2021; 7: 00122-2021. DOI:10.1183/23120541.00122-2021

BAB 9

ASUHAN KEPERAWATAN PADA GANGGUAN SISTEM RESPIRASI

Oleh Yana Hendriana

9.1 Anatomi Fisiologi Sistem Pernapasan

Sistem tubuh yang berperan dalam kebutuhan oksigenasi terdiri dari dua bagian, yaitu saluran pernapasan bagian atas dan saluran napas bagian bawah. (Somantri, 2009)

9.1.1 Saluran pernapasan atas:

1. Hidung

Hidung merupakan organ tubuh yang berfungsi sebagai alat pernapasan dan indra penciuman. Dalam keadaan normal, udara masuk dalam sistem pernapasan melalui rongga hidung. Rongga hidung berisi serabut-serabut halus yang berfungsi untuk mencegah masuknya benda-benda asing yang mengganggu proses pernapasan.

1) *Struktur Hidung*

Hidung terdiri dari tulang rawan dan lamina propria, di mana keduanya saling berkaitan. Lamina propria mengandung banyak arteri vena dan kapiler yang membawa nutrisi dan air yang dikeluarkan oleh sel. Bagian-bagian dari hidung adalah:

- a) Batang hidung.
- b) Cuping hidung.
- c) Septum nasi.
- d) Dinding lateral rongga hidung (kavum nasi).

Pada dinding hidung terdapat alat-alat kecil yang berfungsi untuk menggerakkan hidung dan menghirup udara. Dinding hidung meliputi:

- a) Piramida nasi.
- b) Levator labii superior alaguenasi.
- c) Dilalator nares posterior.
- d) Dilatator nares anterior.
- e) Kompresor nasi.
- f) Kompresor natrium minor.
- g) M. kompresor alaris nasi.

2) *Fungsi Hidung*

Hidung memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- a) Menghangatkan udara yang masuk, kurang lebih sekitar 36 °C.
- b) Melembabkan udara, kurang lebih 75 SC.
- c) Menyaring kotoran yang dilakukan oleh bulu-bulu hidung.
- d) Melakukan penciuman.

Hidung kadang merespon benda dari luar tubuh dengan batuk. Batuk merupakan cara paru-paru untuk mempertahankan diri dari benda asing yang masuk ke dalam hidung. Bronkus dan Trakea sangat sensitif, sehingga setiap benda asing yang menyebabkan iritasi akan merangsang refleks batuk.

2. **Faring**

Faring (tekak) adalah saluran otot selaput yang tegak lurus antara basis kani dan vertebrate servikalis IV. Faring terdiri atas tiga bagian, yaitu:

1) *Nasofaring*

Nasofaring menerima udara yang masuk dari hidung. Terdapat saluran eusthacius yang menyamakan tekanan udara ditelinga tengah. Tonsilfaring (adenoid) terletak dibelakang nasofaring.

2) *Orofaring*

Orofaring menerima udara dari nasofaring dan makanan dari rongga mulut. Palatine dan lingualtonsil terletak di sini.

3) *Laringofaring*

Laringofaring menyalurkan makanan kekerongkongan dan udara kelaring.

Faring berhubungan dengan suara yang dihasilkan oleh manusia. Lipatan-lipatan vokal suara manusia mempunyai elastisitas tinggi dan dapat memproduksi suara dengan bantuan pita suara. Faktor yang menentukan frekuensi puncak bunyi dan produksi bergantung pada panjang dan ketegangan tegangan dari pita suara. Regangan pita suara tersebut akan memproduksi frekuensi dan getaran. Ketegangan pita suara Yikontrol oleh otot kerangka di bawah kontrol korteks. (Kirnantoro and Maryana, 2019)

9.1.2 Saluran pernapasan bawah :

1. Laring (Pangkal tenggorokan)

Merupakan saluran udara dan bertindak sebagai pem. bentukkan suara terletak di depan bagian faring sam, bai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakca dibawahnya. Pangkal tenggorokan itu dapat di, tutup Oleh sebuah empang tenggorok yang disebut Spiglotis) yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang bertungsi pada waktu kita menclan makanan menu, tupi laring.

Laring terdiri dari 5 tulang rawan antara lain:

- 1) Kartilago tiroid (1 buah) depan jakun (Adam's —aple), sangat jelas terlihat pada pria.
- 2) Kartilago ariteanoid (2 buah) yang berbentuk beker.
- 3) Kartilago krikoid (1 buah) yang berbentuk cincin.
- 4) Kartilago epiglotis (1 buah).

Laring dilapisi oleh selaput lendir, kecuali pita suara dan bagian epiglotis yang dilapisi oleh sel epitelium berlapis.

Pita suara ini berjumlah 2 buah:

- 1) Bagian atas adalah pita suara palsu dan tidak mengeluarkan suara yang disebut dengan ventrikularis.
- 2) Bagian bawah adalah pita suara yang sejati yang membentuk suara yang disebut vokalis, terdapat 2 buah otot. Oleh gerakan 2 buah otot ini maka pita suara dapat bergetar dengan demikian pita suara (rima glottidis) dapat melebar dan mengecil, sehingga disini terbentuklah suara.

Proses Pembentukan Suara. Terbentuknya suara merupakan hasil dari kerja sama antara rongga mulut, rongga hidung, laring, lidah dan bibir. "Pita suara pada bagian atas tidak dapat bergetar, hanya antara kedua pita suara tadi dimasuki oleh aliran udara maka tulang rawan gondok dan tulang rawan bentuk beker tadi diputar, akibatnya pita suara dapat menjadi kencang dan mengendor dengan demikian sela udara menjadi sempit dan menjadi luas. Pergerakan ini dibantu pula oleh otot-otot laring, udara yang dari paru-paru dihirup dan menggetarkan pita suara, getaran itu diteruskan melalui udara yang keluar masuk. Perbedaan suara seseorang tergantung pada tebal dan panjangnya pita suara. Pita suara pria jauh lebih tebal dari pada pita suara wanita.

b. Trakea (Batang tenggorokan)

Merupakan lanjutan dari laring yang dibentuk oleh 16 s/d 20 cincin yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berbentuk seperti kuku kuda (huruf C). Sebelah dalam diliputi oleh selaput lendir yang berbulu getar yang disebut sel bersilia, hanya bergerak ke arah luar. Panjang trakea

9—11 cm dan dibelakang terdiri dari jaringan ikat yang dilapisi oleh otot polos. Sel-sel bersilia gunanya untuk mengeluarkan bendabenda asing yang masuk bersama-sama dengan udara pernafasan. Adapun yang memisahkan trakea menjadi bronkus kiri dan kanan disebut karina.

c. Bronkus (Cabang tenggorokan)

Bronkus merupakan lanjutan dari trakea ada 2 buah yang terdapat pada ketinggian vertebra torakalis ke IV dan ke V. Mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan ke samping ke arah tampuk paru-paru.

Bronkus kanan lebih pendek dan lebih besar dari pada bronkus kiri, terdiri dari 8 cincin, mempunyai 3 cabang. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih ramping dari yang kanan, terdiri dari 9-12 cincin mempunyai 2 cabang. Bronkus bercabangxcabang, cabang yang lebih kecil disebut bronkiolus (bronkioli). Pada bronkioli tak terdapat cincin lagi, dan pada ujung bronkioli terdapat gelembung paru/gelembung hawa atau alveoli.

d. Paru-Paru

Paru-paru merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar terdiri dari gelembung-gelembung (gelembung hawa = alveoli). Gelembung udara atau alveoli merupakan kantong udara pada akhir bronkiolus respiratorius yang memungkinkan terjadinya pertukaran oksigen dan karbon dioksida (Hidayat, 2015). Gelembung-gelembung alveoli ini terdiri dari sel-sel epitel dan endotel. Jika dibentangkan luas permukaannya lebih kurang 90 m² pada lapisan inilah terjadi pertukaran udara, O₂ masuk ke dalam darah dan CO₂ dikeluarkan dari darah.

Banyaknya gelembung paru-paru ini kurang lebih 700.000.000 buah (Paru-paru kiri dan kanan).

1) *Pembagian paru-paru; Paru-paru dibagi 2 (dua):*

- a) Paru-paru kanan, terdiri dari 3 lobus belah paru). Lobus Pulmo dekstra superior, lobus media, dan Lobus inferior. Tiap lobus tersusun oleh lobulus.

Paru-paru kanan mempunyai 10 segment yaitu, 5 (lima) buah segmen pada lobus superior, 2 (dua) buah segmen pada lobus medialis, dan 3 (tiga) buah segmen pada lobus inferior.

- b) Paru-paru kiri, terdiri dari:

Pulmo sinister lobus superior dan Lobus inferior. Tiap-tiap lobus terdiri dari belahan-belahan yang lebih kecil bernama segment.

Paru-paru kiri mempunyai 10 segment yaitu, 5 (lima) buah segment pada lobus superior. dan 5 (lima) buah segment pada inferior.

Tiap-tiap segment ini masih terbagi lagi menjadi belahan-belahan yang bernama lobulus. Diantara lobulus satu dengan yang lainnya dibatasi oleh jaringan ikat yang berisi pembuluh-pembuluh darah getah bening dan saraf-saraf, dalam tiap-tiap lobulus terdapat sebuah bronkiolus. Di dalam lobulus, bronkiolus ini bercabang-cabang banyak sekali, cabang-cabang ini disebut duktus alveolus. Tiap-tiap duktus alveolus berakhir pada alveolus yang diameternya antara 0,2 — 0,3 mm.

2) *Letak paru-paru*

Pada rongga dada datarannya menghadap ke tengah rongga dada/kavum mediastinum. Pada bagian tengah itu terdapat tampuk paru-paru atau hilus. Pada mediastinum depan terletak jantung. Paru-paru

dibungkus oleh selaput yang bernama pleura. Pleura dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

- a) Pleura viseral (pleura bagian dalam/selaput dada pembungkus) yaitu selaput paru paru yang langsung membungkus paru paru dan menggabungkan struktur-struktur, seperti pembuluh darah, bronkus, dan saraf-saraf.
- b) Pleura parietal (pleura bagian luar) yaitu selaput yang melapisi rongga dada sebelah dalam dan menempel pada dinding rongga dada.

Antara kedua pleura ini terdapat rongga (kavum) yang disebut kavum pleura. Pada keadaan normal, kavum pleura ini vakum/hampa udara sehingga paru-paru dapat berkembang kempis dan juga terdapat sedikit cairan (eksudat) yang berguna untuk meminyaki permukaannya (pleura), meng: hindarkan gesekan antara paru-paru dan dinding dada dimana sewaktu bernafas bergerak.

3) *Pembuluh darah pada paru*

Sirkulasi pulmonar berasal dari ventrikel kanan yang tebal dinding 1/3 dari tebal ventrikel kiri. Perbedaan ini menyebabkan kekuatan kontraksi dan tekanan yang ditimbulkan jauh lebih kecil dibanding: kan dengan tekanan yang ditimbulkan oleh kontraksi ventrikel kiri. Selain aliran melalui arteri pulmonal ada darah yang langsung mengalir ke paru-paru dari aorta melalui arteri bronkialis.

Darah ini adalah darah Kaya oksigen” (Oxygenated) dibandingkan dengan darah pulmonal yang relatif kekurangan oksigen. Darah ini kembali melalui vena pulmonalis ke atrium kiri. Arteri pulmonalis membawa darah yang sudah tidak mengandung udara dari ventrikel kanan ke paru-paru. Cabang-cabangnya

menyentuh saluran-saluran bronkial, sampai ke alveoli halus.

Alveoli itu membelah dan membentuk jaringan kapiler, dan jaringan kapiler itu menyentuh dinding alveoli (gelembung udara). Jadi darah dan udara hanya dipisahkan oleh dinding kapiler. Dari epitel alveoli, akhirnya kapiler menjadi satu sampai menjadi vena pulmonalis dan sejajar dengan cabang tenggorokan yang keluar melalui tampuk paru-paru ke serambi jantung kiri (darah mengandung O_2), sisa dari vena pulmonalis ditentukan dari setiap paru-paru oleh vena bronkialis dan ada yang mencapai vena kava inferior, maka dengan demikian paru-paru mempunyai persediaan darah ganda.

4) *Kapasitas Paru-paru*

Kapasitas paru merupakan kesanggupan paru-paru dalam menampung udara didalamnya.

Kapasitas paru-paru dapat dibedakan sebagai berikut:

- a) Kapasitas total, yaitu jumlah udara yang dapat mengisi paru-paru pada inspirasi sedalam-dalamnya. Dalam hal ini angka yang kita dapat tergantung pada beberapa hal: Kondisi paru-paru, Umur, Sikap dan bentuk seseorang.
- b) Kapasitas vital, yaitu jumlah udara yang dapat dikeluarkan setelah ekspirasi maksimal. Dalam keadaan yang normal kedua paru-paru dapat menampung udara sebanyak ± 5 liter.

Waktu ekspirasi, didalam paru-paru masih tertinggal ± 3 liter udara. Pada waktu kita bernafas biasa udara yang masuk ke dalam paru-paru 2.600 cm^3 ($2\frac{1}{2}$ liter). Jumlah pernafasan. Dalam keadaan yang normal:

- Orang dewasa : 16-18 x/menit.

- Anak-anak kira-kira : 24 x/menit.
- Bayi kira-kira : 30 x/menit.

Dalam keadaan tertentu keadaan tersebut akan berubah, misalnya akibat dari suatu penyakit, pernafasan bisa bertambah cepat dan sebaliknya. Beberapa hal yang berhubungan dengan pernafasan:

- Batuk dimana seseorang menghembuskan nafas dengan tiba-tiba yang kekuatannya luar biasa, akibat dari salah satu rangsangan baik yang berasal dari luar maupun dari dalam misalnya dari luar bahan-bahan kimia yang merangsang selaput lendir di jalan pernafasan.
- Bersin dimana seseorang mengeluarkan nafas dengan tiba-tiba akibat dari terangsangnya selaput lendir hidung, dalam hal ini udara keluar dari hidung dan mulut. (Syarifuddin, 1996)

9.2 Proses Pernapasan

Bagaimanakah kita sebagai manusia bernapas ? Pada saat kita bernapas, kita menghirup udara melalui hidung → udara yang dihirup mengandung oksigen dan gas-gas lain, dari hidung udara masuk ke tenggorokan → kemudian ke dalam paru-paru → lalu udara mengalir sampai ke alveoli (gelembung udara/hawa) yang merupakan ujung dari saluran pernapasan.

Oksigen yang terkandung dalam alveoli (gelembung udara/hawa) bertukar dengan karbondioksida yang terkandung dalam darah yang ada dipembuluh darah alveoli (gelembung udara/hawa) melalui proses difusi (proses dimana terjadinya pergerakan molekul/partikel zat dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah). Oksigen berada didalam

darah yang diikat oleh hemoglobin, selanjutnya darah yang telah mengandung oksigen mengalir ke seluruh tubuh.

Oksigen diperlukan untuk proses respirasi sel-sel tubuh, dan gas karbondioksida yang dihasilkan selama proses respirasi sel tubuh akan ditukar dengan oksigen. Selanjutnya darah mengangkut karbondioksida untuk dikembalikan ke alveoli paru-paru dan akan dikeluarkan ke udara melalui hidung pada saat mengeluarkan napas.

Proses pernapasan terbagi menjadi dua proses, yaitu menarik napas (inspirasi) serta mengeluarkan napas (ekspirasi). Pada saat menarik napas otot diafragma berkontraksi dari posisi melengkung keatas menjadi lurus, bersamaan dengan itu otot-otot tulang rusukpun berkontraksi. Akibat berkontraksinya kedua jenis otot tersebut, maka rongga dada mengembang sehingga tekanan dalam rongga dada berkurang dan udara secara otomatis masuk.

Saat kita mengeluarkan napas (ekspirasi) otot diafragma dan otot-otot tulang rusuk melemas. Akibatnya rongga dada mengecil dan tekanan udara didalam paru-paru naik sehingga udara keluar. Maka dari itu udara akan mengalir dari tempat yang bertekanan besar ke tempat yang bertekanan lebih kecil. (Joko Suryo, 2010)

9.3 Jenis Pernapasan

Menurut Azwardi (2022) pada saat manusia bernapas, terdiri dari mengambil udara (inspirasi) dan mengeluarkan udara (ekspirasi). Namun jika melihat otot yang digunakan maka pernapasan manusia terbagi menjadi dua, yaitu pernapasan dada dan perut. Sedangkan berdasarkan lokasinya terbagi menjadi dua pula, yaitu pernapasan eksternal dan internal.

Jenis pernapasan berdasarkan otot menurut Syaifuddin (1996) sebagai berikut :

1. Pernapasan Dada

Pada waktu seseorang bernafas rangka dada terbesar bergerak, maka pernafasan ini dinamakan pernafasan dada. Ini terdapat pada rangka dada yang lunak ialah pada orang-orang muda dan pada perempuan.

2. Pernafasan Perut

Jika pada waktu bernafas itu diaphragma turun naik, maka corak ini dinamakan pernafasan perut. Kebanyakan pada orang tua, jika tulang rawannya tidak begitu lembek dan bingkas lagi disebabkan banyak zat kapur mengendap di dalamnya dan ini banyak kelihatan pada pria.

Begitu pula jenis pernapasan berdasarkan lokasinya sebagai berikut :

1. Pernapasan Eksternal

Pernapasan eksternal adalah proses pertukaran gas oksigen dan karbondioksida di paru-paru dan kapiler pulmonal dengan lingkungan luar. Pertukaran gas ini terjadi karena terdapat perbedaan tekanan dan konsentrasi antara udara lingkungandengan di paru-paru. Konsentrasi gas di atmosfer terdiri dari nitrogen (78,62%), oksigen (20,84%), karbondioksida (0,04%), dan air (0,5%). Adanya konsentrasi gas menimbulkan tekanan parsial dari masing-masing gas tersebut. Tekanan parsial gas adalah tekanan yang diberikan oleh gas dalam suatu gas campuran (hukum gas). Dengan begitu, perbedaan konsentrasi gas mengakibatkan perbedaan tekanan parsial gas. Sebagai contoh, konsentrasi oksigen di alveoli lebih tinggi dari konsentrasi di kapiler pulmonal, sehingga tekanan parsial gas juga lebih tinggi pula. Keadaan ini mengakibatkan pergerakan oksigen masuk ke kapiler

pulmonal. Sementara itu, tekanan parsial karbondioksida di alveoli lebih rendah dibandingkan di kapiler pulmonal sehingga karbondioksida akan bergerak keluar kapiler.

2. Pernapasan Internal

Pernapasan internal adalah proses pemanfaatan oksigen dalam sel yang terjadi di mitokondria untuk metabolisme dan produksi karbondioksida. Proses pertukaran gas pada respirasi internal hampir sama dengan respirasi eksternal. Adanya peranan tekanan parsial gas dan proses difusi untuk pertukaran gas antara kapiler sistemik dengan jaringan. Tekanan jaringan parsial oksigen di jaringan selalu lebih rendah dari darah arteri sistemik dengan perbandingan 104 mmHg. Dengan begitu, oksigen akan masuk dari kapiler sistemik ke jaringan sampai terjadi keseimbangan, sedangkan karbondioksida akan bergerak dengan cepat masuk ke aliran vena dan kembali ke jantung (Tarwoto & Wartonah, 2015).

9.4 Faktor Yang Mempengaruhi Fungsi Pernapasan

Menurut Mubarak & Chayatin, (2008) faktor yang mempengaruhi fungsi pernapasan antara lain sebagai berikut :

a. Faktor Fisiologis

Gangguan pada fungsi fisiologis akan berpengaruh terhadap kebutuhan oksigenasi seseorang. Kondisi ini lambat laun dapat mempengaruhi fungsi pernapasannya.

- 1) Penurunan kapasitas angkut O_2 secara fisiologis, daya angkut hemoglobin untuk membawa O_2 ke jaringan adalah 97%. Akan tetapi, nilai tersebut dapat berubah sewaktu-waktu apabila terdapat gangguan pada tubuh. Misalnya, pada penderita anemia atau pada saat terpapar zat beracun. Kondisi tersebut dapat

- mengakibatkan penurunan kapasitas pengikatan O_2 .
- 2) Penurunan konsentrasi O_2 inspirasi. Kondisi ini dapat terjadi akibat penggunaan alat terapi pernapasan dan penurunan kadar O_2 lingkungan.
 - 3) Hipovolemia, kondisi ini disebabkan oleh penurunan volume sirkulasi darah akibat kehilangan cairan ekstraselular yang berlebihan (misal pada penderita syok atau dehidrasi berat).
 - 4) Peningkatan laju metabolik, kondisi ini dapat terjadi pada kasus infeksi dan demam terus menerus yang mengakibatkan peningkatan laju metabolik. Akibatnya, tubuh mulai memecah persediaan protein dan menyebabkan penurunan massa otot.
 - 5) Kondisi lainnya, kondisi yang memengaruhi pergerakan dinding dada seperti kehamilan, obesitas, abnormalitas muskuloskeletal (Misal *pectus excavatum* dan kifosis), trauma, penyakit otot, penyakit susunan saraf, gangguan saraf pusat dan penyakit kronis.

b. Faktor Perkembangan

Tingkat perkembangan menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi sistem pernapasan individu.

- 1) Bunyi prematur, bayi yang lahir premature beresiko menderita penyakit membranialin yang ditandai dengan berkembangnya membrane serupahialin yang membatasi ujung saluran pernapasan. Kondisi ini disebabkan oleh produksi surfaktan yang masih sedikit karena kemampuan paru dalam menyintesis surfaktan baru berkembang pada trimester akhir.
- 2) Bayi dan anak-anak. Kelompok usia ini beresiko mengalami infeksi saluran napas atas seperti faringitis, influenza, tonsilitis, dan aspirasi benda asing (misal makanan, permen, dan lain-lain).
- 3) Anak usia sekolah dan remaja. Kelompok usia ini

beresiko mengalami infeksi saluran napas akut akibat kebiasaan buruk, seperti merokok.

- 4) Dewasa muda dan paruh baya. Kondisi stres, kebiasaan merokok, diet yang tidak sehat, kurang berolahraga merupakan faktor yang dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan paru pada kelompok usia ini.
- 5) Lansia. Proses penuaan yang terjadi pada lansia menyebabkan perubahan pada fungsi normal pernapasan, seperti penurunan elastisitas paru, pelebaran alveolus, dilatasi saluran bronkus, dan kifosis tulang belakang yang menghambat ekspansi paru sehingga berpengaruh pada penurunan kadar O₂.

c. Faktor Perilaku

Perilaku keseharian individu dapat berpengaruh terhadap fungsi pernapasannya. Status nutrisi, gaya hidup, kebiasaan berolahraga, kondisi emosional, dan penggunaan zat-zat tertentu secara tidak langsung akan berpengaruh pada pemenuhan kebutuhan oksigen tubuh.

- 1) Nutrisi. Kondisi berat badan berlebih (obesitas) dapat menghambat ekspansi paru, sedangkan mal nutrisi berat dapat mengakibatkan kelisutan otot pernapasan yang akan mengurangi kekuatan kerja pernapasan.
- 2) Olahraga. Kekuatan fisik akan meningkatkan aktivitas metabolik, denyut jantung dan kedalaman serta frekuensi pernapasan yang akan meningkatkan kebutuhan oksigen.
- 3) Ketergantungan zat adiktif. Penggunaan alkohol dan obat-obatan yang berlebihan dapat mengganggu proses oksigenasi. Hal ini terjadi karena:
 - a) Alkohol dan obat-obatan dapat menekan pusat pernapasan dan susunan saraf pusat sehingga mengakibatkan penurunan laju dan kedalaman pernapasan.

- b) Penggunaan narkotika dan analgesik, terutama morfin dan meperidin, dapat mendepresi pusat pernapasan sehingga menurunkan laju dan kedalaman pernapasan.
- 4) Emosi. Perasaan takut, cemas, dan marah yang tidak terkontrol akan merangsang aktivitas saraf simpatik. Kondisi ini menyebabkan peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan sehingga kebutuhan oksigen meningkat
- 5) Gaya hidup. Kebiasaan merokok dapat mempengaruhi pemenuhan kebutuhan oksigen seseorang. Merokok dapat menyebabkan gangguan vaskularisasi perifer dan penyakit jantung. Selain itu, nikotin yang terkandung dalam rokok bisa mengakibatkan vasokonstriksi pembuluh darah perifer dan koroner.

d. Faktor Lingkungan

Kondisi lingkungan seperti ketinggian, suhu, serta polusi udara dapat mempengaruhi proses oksigenasi.

- 1) Suhu. Faktor suhu (panas atau dingin) dapat berpengaruh terhadap kekuatan ikatan Hb dan O₂. Dengan kata lain, suhu lingkungan juga bias mempengaruhi kebutuhan oksigen seseorang.
- 2) Ketinggian. Pada dataran tinggi akan terjadi penurunan pada tekanan udara sehingga tekanan oksigen juga ikut turun. Akibatnya, orang yang tinggal di dataran yang tinggi cenderung mengalami peningkatan frekuensi pernapasan dan denyut jantung. Sebaliknya, pada dataran yang rendah akan terjadi peningkatan tekanan oksigen.
- 3) Polusi. Polusi udara seperti asap atau debu sering kali menyebabkan sakit kepala, pusing, batuk tersedak, dan berbagai gangguan pernapasan lain pada orang yang menghisapnya. Para pekerja di pabrik abses atau

bedak tabur beresiko tinggi terkena penyakit paru akibat terpapar zat-zat berbahaya.

9.5 Gangguan Pemenuhan Kebutuhan Oksigen

Ada beberapa permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan oksigen antara lain sebagai berikut :

a. Perubahan Pola Napas

Frekuensi pernapasan normal atau eupnea pada orang dewasa 12-20x/menit dengan irama regular/teratur serta inspirasi lebih panjang dari ekspirasi. Perubahan pola napas dapat berupa:

- 1) *Dispnea*, yaitu kesulitan bernapas, misalnya pada pasien dengan asma, PPOK, dan kanker paru.
- 2) *Takipnea*, yaitu pernapasan lebih dari normal dengan frekuensi diatas 24x/menit.
- 3) *Bradipnea*, yaitu pernapasan kurang dari normal dengan frekuensi dibawah dari 16x/menit.
- 4) *Kussmaul*, yaitu pernapasan ekspirasi dan inspirasi sama panjangnya atau bernapas menjadi lambat dan dalam. Misalnya pada penyakit Diabetes pada ketoasidosis diabetikum.
- 5) *Chyne-stokes*, yaitu pernapasan abnormal yang ditandai dengan peningkatan pernapasan secara bertahap dan kemudian penurunan. Pola ini diikuti dengan periode apnea di mana pernapasan berhenti sementara. Siklus ini kemudian terus berulang. Misalnya pada intoksikasi obat bius, gagal jantung kongestif dan stroke.
- 6) *Biot*, yaitu pernapasan dalam dan dangkal disertai masa apnea dengan periode yang tidak teratur. Misalnya pada asma bronkial
- 7) *Apnea*, yaitu tidak bernafas, berhenti bernapas.

b. Hipoksia

Hipoksia adalah sebuah kondisi yang terjadi karena

kurangnya oksigen dalam sel dan jaringan tubuh, sehingga mengganggu sistem pernapasan. Kondisi ini sangat berbahaya karena dapat mengganggu fungsi otak, hati, dan organ lainnya. Hipoksia dapat terjadi setelah 4-6 menit pernapasan berhenti spontan.

Penyebab terjadinya hipoksia umumnya karena serangan asma pada anak-anak dan dewasa. Ketika serangan asma terjadi, dapat membuat sulit untuk mengambil oksigen di paru-paru. Hipoksia juga terjadi karena kerusakan paru-paru yang diakibatkan oleh trauma. Penyebab lain terjadinya hipoksia, meliputi:

- 1) Penyakit paru-paru seperti penyakit paru obstruktif kronis, emfisema, bronchitis, pneumonia, dan edema pulmonari (meningkat pada paru-paru)
- 2) Konsumsi obat penahan rasa sakit yang terlalu kuat dan minuman keras yang dapat menghambat bernapas
- 3) Masalah hati
- 4) Anemia/menurunnya hemoglobin (rendahnya jumlah sel darah merah, karena kekurangan oksigen)
- 5) Kontaminasi sianida (bahan kimia yang biasanya digunakan untuk membuat plastik)

c. Hipoksemia

Hipoksemia adalah kondisi di mana kadar oksigen di dalam darah di bawah batas normal. Padahal, oksigen sangat diperlukan untuk menjaga organ dan jaringan tubuh, termasuk jantung, otak, ginjal, dan lainnya, agar tetap berfungsi dengan baik.

Pada keadaan hipoksemia, tubuh akan melakukan kompensasi dengan cara meningkatkan pernapasan, meningkatkan stroke volume, vasodilatasi pembuluh darah, dan peningkatan nadi. Tanda dan gejala hipoksemia antara lain sesak napas, nadi cepat dan dangkal, serta sianosis.

d. **Hiperkapnea**

Hiperkapnea adalah kondisi ketika jumlah karbondioksida dalam darah terlalu banyak. Kondisi ini biasanya terjadi akibat hipoventilasi atau kesulitan untuk bernapas secara benar atau memasukkan oksigen ke dalam paru-paru. Mekanisme penting yang mendasari terjadinya hiperkapnea adalah ventilasi alveolar yang inadekuat untuk jumlah CO₂ yang diproduksi atau dengan kata lain timbulnya retensi CO₂ di dalam jaringan (Tarwoto & Wartonah, 2015).

9.6 Tinjauan Asuhan Keperawatan

a. **Pengkajian**

Pengkajian keperawatan adalah pemikiran dasar dari proses keperawatan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi atau data tentang pasien. Pengkajian dilakukan guna mengidentifikasi, mengenali masalah-masalah, kebutuhan kesehatan, dan keperawatan. (Basri, B.dkk, 2020)

- 1) Identitas Pasien, meliputi umur, alamat, jenis kelamin, pekerjaan, agama, tanggal masuk rumah sakit, tanggal pengkajian, diagnosa medis, dan nomor rekam medis.
- 2) Identitas Penanggungjawab, meliputi, nama, umur, jenis kelamin, alamat, dan hubungan dengan pasien
- 3) Keluhan Utama

Menurut Muttaqin (2008), keluhan utama yang sering muncul pada system pernapasan atau gangguan oksigenasi antara lain : Batuk, batuk darah, peningkatan produksi sputum, sesak napas, dan nyeri dada.

- 4) Riwayat Penyakit Saat Ini

Mengkaji riwayat penyakit sekarang seperti menanyakan sejak kapan timbulnya keluhan sampai

meminta pertolongan. Seperti menanyakan kapan keluhan dirasakan, berapa lama dan berapa kali keluhan tersebut dirasakan, dimana keluhan pertama kali timbul, apa yang dilakukan ketika keluhan ini terjadi, keadaan apa yang memperberat atau memperingan keluhan, adakah usaha untuk mengatasi keluhan ini sebelum meminta bantuan, berhasil atau tidak usaha tersebut.

5) Riwayat Penyakit Dahulu

Riwayat penyakit dahulu dapat memberikan data tentang informasi kesehatan klien. Kaji informasi tentang sejak kapan terjadi penyakit, apakah pasien pernah dirawat sebelumnya, dengan penyakit apa, apakah pernah mengalami penyakit yang berat, apakah pernah mempunyai keluhan yang sama.

6) Riwayat Penyakit Keluarga

Pengkajian riwayat penyakit keluarga dalam gangguan sistem pernapasan/oksigenasi merupakan hal yang mendukung keluhan dari penderita. Perlu dicari riwayat keluarga yang memberikan predisposisi keluhan kepada pasien, seperti riwayat sesak, batuk dalam jangka waktu lama. Adakah diantara keluarga ada yang menderita Diabetes, atau hipertensi. (Muttaqin, 2008).

7) Pemeriksaan Fisik

a) Pemeriksaan Mata

Dapat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

(1) Sklera *ikterik* (kuning) atau *anikterik*

(2) Konjungtiva *anemis* (pucat) atau *ananemis* (tidak pucat)

(3) Pupil *isokor* atau *anisokor*, dan reflek cahayanya *positif* atau *negatif*

b) Hidung

- (1) Pernapasan dengan cuping hidung
 - (2) Membran mukosa kebiruan/*sianosis* (penurunan oksigen)
 - (3) Bernapas dengan mengerutkan mulut (dikaitkan dengan penyakit paru kronik)
- c) Kulit
- (1) Sianosis perifer atau kebiruan yang terjadi pada jari tangan/kaki (vasokonstriksi)
 - (2) Sianosis/kebiruan secara umum (hipoksemia)
 - (3) Penurunan turgor/turgor kulit lambat kembali (dehidrasi)
- d) Jari dan kuku
- (1) Sianosis perifer atau kebiruan yang terjadi pada jari tangan/kaki (kurangnya suplai O₂ ke perifer)
 - (2) Clubbing finger/ujung jari-jari tangan atau kaki membengkak (hipoksemia kronik)
- e) Dada dan Thoraks
- (1) Inspeksi

Dada diinspeksi/lihat terutama mengenai postur, bentuk, dan kesimetrisan ekspansi serta keadaan kulit. Inspeksi pada dada bisa dikerjakan pada saat bergerak atau pada saat diam. Amati juga pergerakan pernapasan klien. Sedangkan untuk mengetahui adanya kelainan tulang punggung baik skoliosis, kifosis, maupun lordosis, akan lebih mudah dilakukan pada saat bergerak dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui frekuensi (eupnea, bradipnea, dan takipnea), sifat (pernapasan dada, diafragma, kussmaul, dll).
 - (2) Palpasi

Palpasi dilakukan untuk mengetahui kesimetrisan pergerakan dada, keadaan kulit, dan mengetahui *taktil fremitus* (getaran pada dinding dada ketika berbicara). Kaji ketidaknormalan saat inspeksi seperti adanya bengkak, masa, dan lesi.

(3) Perkusi

(a) Perkusi langsung

Perkusi langsung, yakni pemeriksaan mengetuk area lokasi paru didada kanan dan kiri mulai dari interkosta 2 s.d 7 dengan bagian palmar jaritangan keempat ujung jari tangannya.

(b) Perkusi tidak langsung

Perkusi tidak langsung, yakni pemeriksa menempelkan suatu objek padat yang disebut pleksimeter pada dada klien, lalu sebuah objek lain yang disebut *pleskor* untuk memukul *pleksimeter* tadi, sehingga menimbulkan suara.

Suara perkusi pada klien tuberkulosis paru biasanya hipersonor yaitu bergaung lebih rendah dibandingkan dengan resonan dan timbul pada bagian paru yang berisi udara.

(4) Auskultasi

Auskultasi yaitu teknik mendengarkan suara napas dengan menggunakan stetoskop. Biasanya pada penderita tuberkulosis paru didapatkan bunyi napas tambahan (*ronkhi*) pada sisi yang sakit. Penting bagi perawat untuk mendemonstrasikan daerah mana didapatkan adanya ronkhi (Andarmoyo,

2012)

f) Pemeriksaan Diagnostik

- (a) Kultur sputum: Positif untuk *Mycobacterium tuberculosis* pada tahap aktif penyakit.
- (b) Foto torak : Dapat menunjukkan infiltrasi lesi awal pada area paru atas, simpanan kalsium lesi sembuh primer, atau efusi pleura cairan. Perubahan menunjukkan lebih luas TB dapat termasuk rongga, area fibrosa. cairan. Perubahan menunjukkan lebih luas TB dapat termasuk rongga, area fibrosa.
- (c) Ziehl-Neelsen (pemakajian asam cepat pada gelas kaca untuk usapan cairan darah): Positif untuk basil asam-cepat.
- (d) Tes kulit (PPD, Mantoux, potongan Vollmer): Reaksi positif (area indurasi 10 mm atau lebih besar, terjadi menunjukkan penyakit aktif. Reaksi bermakna pada pasien yang secara klinik sakit berarti bahwa TB aktif tidak dapat diturunkan setelahinjeksi intradermal antigen) menunjukkan infeksi masa lalu dan adanya antibodi tetapi tidak secara benar atau infeksi disebabkan oleh mikobakterium yang berbeda.
- (e) ELISA/Western Blot: Dapat menyatakan adanya HIV.
- (f) Histologi atau kultur jaringan (termasuk pembersihan gaster; urine dan cairan serebrospinal, biopsi kulit): Positif untuk *Mycobacterium tuberculosis*.
- (g) Biopsi jarum pada jaringan paru: Positif untuk granuloma TB; adanya sel raksasa menunjukkan nekrosie
- (h) Elektrosit: Dapat tak normal tergantung pada

lokasi dan beratnya infeksi; contoh hiponatremia disebabkan oleh taknya retensi air dapat ditemukan pada TB paru kronis luas.

(i) GDA: Dapat normal tergantung lokasi, berat dan kerusakan sisapada paru.

(j) Pemeriksaan fungsi paru: Penurunan kapasitas vital, peningkatan ruang mati, peningkatan rasio udara residu dan kapasitas paru total, dan penurunan saturasi oksigen sekunder terhadap infiltrasi parenkim/fibrosis, kehilangan jaringan paru, dan penyakit pleural (TB paru kronis luas). (Somantri, 2012) :

(a) Bersihan Jalan Napas Tidak Efektif Definisi: Ketidakmampuan membersihkan sekret atau obstruksi jalan napas untuk mempertahankan jalan napas tetap paten.

Gejala dan Tanda Mayor

Subjektif

(tidak tersedia)

Objektif

- Batuk tidak efektif, tidak mampu batuk, spuntum berlebih, mengi (*wheezing*), ronkhi kering, dan mekonium di jalan napas (pada neonatus).

Gejala dan Tanda Minor

Subjektif

- Dispnea, sulit bicara, dan ortopnea

Objektif

- Gelisah, sianosis, bunyi napas menurun, frekuensi napas menurun, frekuensi napas berubah, dan pola napas berubah

(b) Gangguan Pertukaran Gas Definisi :

Kebanyakan atau kekurangan oksigenasi dan atau eliminasi karbondioksida pada membran alveolus-kapiler.

Gejala dan Tanda Mayor

Subjektif

- Dispnea

Objektif

- PCO₂ meningkat/menurun, takikardi, pH arteri meningkat/menurun, dan bunyi napas tambahan.

Gejala dan Tanda Minor

Subjektif

- Pusing, dan penglihatan kabur

Objektif

- Sianosis, diaphoresis, gelisah, napas cuping hidung, pola napas abnormal (cepat/lambat, regular/iregular, dalam/dangkal), warna kulit abnormal (misal pucat dan kebiruan), dan kesadaran menurun.

(c) Gangguan Penyapihan Ventilator Definisi :

Ketidakmampuan beradaptasi dengan pengurangan bantuan ventilator mekanik yang dapat menghambat dan memperlama proses penyapihan.

Gejala dan Tanda Mayor

Subjektif

- (tidak tersedia)

Objektif

- Frekuensi napas meningkat, penggunaan otot bantu napas, napas

megap-megap (*gasping*), upaya napas dan bantuan ventilator tidak sinkron, napas dangkal, agitasi, dan nilai gas darah arteri abnormal

Gejala dan Tanda Minor

Subjektif

- Lelah, kuatir mesin rusak, fokus meningkat pada pernapasan, dan gelisah

Objektif

- Auskultasi suara inspirasi menurun, warna kulit abnormal (mis. Pucat, sianosis), napas paradox abdominal, diaphoresis, ekspresi wajah takut, tekanan darah meningkat, frekuensi nadi meningkat, dan kesadaran menurun

(d) Pola Napas Tidak Efektif Definisi :

Inspirasi dan/atau ekspirasi yang tidak memberikan ventilasi adekuat.

Gejala dan Tanda Mayor

Subjektif

- Dispnea

Objektif

- Penggunaan otot bantu pernapasan, fase ekspirasi memanjang, dan pola napas abnormal (misal takipnea, bradipnea, hiperventilasi, *kussmaul*, *cheyne-stokes*).

Gejala dan Tanda Minor

Subjektif

- Ortopnea

Objektif

- Pernapasan *pursed-lip*, pernapasan cuping hidung, diameter thoraks anterior-posterior meningkat, ventilasi semenit menurun, kapasitas vital menurun, tekanan ekspirasi menurun, tekanan inspirasi menurun, dan ekskursi dada berubah

(e) Gangguan Ventilasi Spontan Definisi :

Penurunan cadangan energy yang mengakibatkan individu tidak mampu bernapas secara adekuat.

Gejala dan Tanda Mayor

Subjektif

- Dispnea

Objektif

- Penggunaan otot bantu pernapasan, volume tidak menurun, PCO_2 meningkat, PO_2 menurun, dan SaO_2 menurun

Gejala dan Tanda Minor

Subjektif

- (tidak tersedia)

Objektif

- Gelisah, dan takikardia

(f) Risiko Aspirasi Definisi :

Berisiko mengalami masuknya sekresi gastrointestinal, sekresi orofaring, benda cair atau padat kedalam saluran trakeobronkhial akibat disfungsi mekanisme protektif saluran napas

Faktor Risiko

- Penurunan tingkat kesadaran,

penurunan refleks muntah dan/atau batuk, gangguan menelan, disfagia, kerusakan mobilitas fisik, peningkatan residu lambung, peningkatan tekanan intragastrik, penurunan motilitas gastrointestinal, sfingter esofagus bawah inkompeten, perlambatan pegosongan lambung, terpasang selang nasogastric, terpasang trakeostomi atau endotracheal tube, trauma/pembedahan leher, mulut, dan/atau wajah, efek agen farmakologis, dan ketidakmatangan koordinasi menghisap, menelan dan bernapas.

g) Rencana Keperawatan

Intervensi keperawatan menurut (SIKI, 2019) adalah segala threatment yang dikerjakan oleh perawat yang didasarkan pada pengetahuan dan penilaian klinis untuk mencapai luaran (*outcome*) yang diharapkan, (SLKI, 2019). Perencanaan keperawatan pada pasien dengan gangguan kebutuhan oksigenasi adalah sebagai berikut.

Tabel 9.1. Diagnosa, Luaran dan Rencana Keperawatan (SDKI, SLKI, dan SIKI, 2019)

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
Bersihkan Jalan Nafas Tidak Efektif Tujuan : Setelah dilakukan tindakan keperawatan diharapkan bersihan jalan nafas meningkat dengan kriteria hasil : - Batuk efektif meningkat - Produksi sputum menurun - Mengi menurun - Wheezing menurun - Dispnea menurun - Ortopnea menurun - Sulit bicara	Latihan Batuk Efektif Observasi: - Identifikasi kemampuan batuk - Monitor adanya retensi sputum - Monitor tanda dan gejala infeksi saluran napas - Monitor input dan output cairan (140ntram jumlah dan karakteristik) Terapeuntik: - Atur posisi semi-fowler atau fowler - Pasang pernak dan bengkok - Buang 140ntram pada tempat sputum Edukasi : - Jelaskan tujuan dan prosedur batuk efektif - Anjurkan tarik napas dalam melalui hidung selama 4 detik, dan ditahan	- Dukungan kepatuhan program pengobatan - Edukasi fisioterapi dada - Edukasi pengukuran respirasi - Fisioterapi dada - Konsultasi via telepon - Manajemen asma - Manajemen alergi - Manajemen anafilaksis - Manajemen isolasi - Manajemen ventilasi mekanik - Manajemen jalan napas buatan - Pemberian obat inhalasi - -Pemberian obat

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
menurun - Sianosis menurun - Gelisah menurun - Frekuensi napas membaik - Pola napas membaik	selama 2 detik, kemudian keluarkan dari mulut dengan bibir mencucu (dibulatkan) selama 8 detik - Anjurkan mengulangi tarik napas dalam hingga 3 kali - Anjurkan batuk dengan kuat langsung setelah tarik napas dalam yang ke-3 Kolaborasi: - Kolaborasi pemberian mukolitik atau ekspektoran, jika perlu Manajemen Jalan Napas Observasi: - Monitor pola napas (frekuensi, kedalaman, usaha napas) - Monitor bunyi napas tambahan (141ntramus, 141ntramus, mengi, wheezing,	interpleura - Pemberian obat intradermal - Pemberian obatnasal - Pencegahan aspirasi - Pengaturan posisi - Penghisapan jalannapas - Penyapihan ventilasi mekanik - Perawatan trakeostomi - Skrining 141ntramus cula - Stabilisasi jalannapas - Terapi oksigen

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	ronkhi kering) - Monitor sputum (jumlah, warna, aroma) Terapeutik: - Pertahankan kepatenan jalan napas dengan <i>head-tilt</i> dan <i>chin lift</i> (<i>jaw-thrust</i> jika curiga trauma servikal) - Atur posisi semi fowler atau fowler - Berikan minum hangat - Lakukan fisioterapi dada, jika perlu - Lakukan penghisapan 142ntram kurang dari 15 detik - Lakukan hiperoksigenasi sebelum penghisapan endotrakeal - Keluarkan sumbatan benda padat dengan forseps McGill - Berikan oksigen, jika perlu	

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	Edukasi: - Anjurkan asupan cairan 2000 ml/hari, jika tidak kontraindikasi - Ajarkan teknik batuk efektif Kolaborasi: - kolaborasi pemberian bronkodilator, ekspektoran, mukolitik, jika perlu	
Gangguan Pertukaran Gas Tujuan : Setelah dilakukan tindakan keperawatan diharapkan peetukaran gas meningkat dengan kriteria hasil : - Tingkat kesadaran meningkat	Pemantauan Respirasi Observasi: - Monitor frekuensi, irama, kedalaman, dan upaya napas - Monitor pola napas (seperti bradipnea, takipnea, hiperventilasi, kussmaul, <i>chyne-stokes</i> , biot, ataksik) - Monitor kemampuan batuk efektif - Monitor adanya produksisputum - Monitor adanya	- Dukungan berhenti merokok - Dukungan ventilasi - Edukasi berhenti merokok - Edukasi pengukuran respirasi - Edukasi fisioterapi dada - Fisioterapi dada - Observasi jalan napas buatan - Konsultasi

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
- Dispnea menurun - Bunyi napas tambahan menurun - Pusing menurun - Penglihatan kabur menurun - Diaforesis menurun - Gelisah menurun - Nafas cuping hidung menurun - PCO2 membaik - PO2 membaik - pH arteri membaik - sianosis membaik - Pola napas membaik - Warna kulit membaik	sumbatan jalan napas - Palpasi kesimetrisan ekspansiparu - Auskultasi bunyi napas - Monitor saturasi oksigen - Monitor nilai AGD Terapeutik: - Atur interval pemantauan respirasi sesuai kondisi pasien - Dokumentasikan hasil pemantauan Edukasi: - Jelaskan tujuan dan prosedur pemantauan - Informasikan hasil pemantauan, jika perlu Terapi Oksigen Observasi: - Monitor kecepatan aliran oksigen - Monitor posisi alat terapi oksigen - Monitor aliran oksigen secara 144ntramus dan pastikan fraksi	viatelepon - Manajemen ventilasi mekanik - Pemberian obat - Pemberian obat inhalasi - Pemberian obat intrapleura - Pemberian obat intradermal - Pemberian obat intramuskular - Pemberian obat intravena

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	yang diberikan cukup - Monitor efektifitas terapi oksigen (145ntram oksimetri, analisa gas darah), jika perlu - Monitor kemampuan melepaskan oksigen saat makan - Monitor tanda tandahipoventilasi - Monitor tanda dan gejala toksikasi oksigen dan 145ntramuscul - Monitor tingkat kecemasan akibat terapi oksigen - Monitor integritas mukosa hidung akibat pemasangan oksigen Terapeutik: - Bersihkan 145ntram pada mulut, hidung dan trakea, jika perlu - Pertahankan	

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	kepatenan jalan napas - Siapkan dan atur peralatan pemberian oksigen - Berikan oksigen tambahan, jika perlu - Tetap berikan oksigen saat pasien di transportasi - Gunakan perangkat oksigen yang sesuai dengan tingkat mobilitas pasien Edukasi: - Ajarkan pasien dan keluarga cara menggunakan oksigen - Dirumah Kolaborasi: - Kolaborasi penentuan dosis oksigen - Kolaborasi penggunaan oksigen saat aktivitas dan/atau tidur	
Gangguan Penyapihan	Penyapihan ventilator mekanik	Intervensi Utama

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
Ventilator Tujuan : Setelah dilakukan intervensi keperawatan selama 3 x 24 jam, maka penyapihan ventilator meningkat, dengan kriteria hasil: - Frekuensi napas membaik - Penggunaan otot bantu napas menurun - Napas megap-megap menurun - Kesingkrongan bantuan ventilator meningkat - Napas dangkal menurun - Agitasi menurun	<i>Observasi</i> - Periksa kemampuan untuk disapih (meliputi: hemodinamik stabil, kondisi optimal, bebas infeksi) - Monitor predictor kemampuan untuk mentolerir penyapihan (mis. Tingkat kemampuan bernapas, kapasitas vital, Vd/Vt, MVV, kekuatan inspirasi, FEV1, tekanan inspirasi negatif) - Monitor tanda-tanda kelelahan otot pernapasan (misal: kenaikan PaCO2 mendadak, napas cepat dan dangkal, Gerakan dinding abdomen paradoks), hipoksemia, dan hipoksia jaringan saat penyapihan) - Monitor status cairan dan elektrolit <i>Terapeutik</i> - Posisikan semi-fowler (30 – 45 derajat)	- Penyapihan ventilasi mekanik - Pemantauan respirasi Intervensi Pendukung - Dukungan Emosional - Dukungan Ventilasi - Edukasi Pengukuran Respirasi - Ekstubasi Selang Endotrakhea - Manajemen Asam-Basa - Manajemen Energi - Manajemen Jalan Napas - Manajemen Jalan Napas Buatan - Manajemen Ventilasi Mekanik - Manajemen medikasi - Pemantauan Asam-Basa

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
- Nilai gas darah arteri membaik	- Lakukan pengisapan jalan napas, jika perlu - Berikan fisioterapi dada, jika perlu - Lakukan ujicoba penyapihan (30 – 120 menit dengan napas spontan yang dibantu ventilator) - Gunakan Teknik relaksasi, jika perlu - Hindari pemberian sedasi farmakologis selama percobaan penyapihan - Berikan dukungan psikologis <i>Edukasi</i> - Ajarkan cara pengontrolan napas saat penyapihan <i>Kolaborasi</i> - Kolaborasi pemberian obat yang meningkatkan kepatenan jalan napas dan pertukaran gas	- Pemantauan Tanda Vital - Pemberian Obat - Pemberian Obat Inhalasi - Pemberian Obat Interpleura - Pemberian Obat Intradermal - Pemberian Obat Intramuskular - Pemberian Obat Intravena - Pemberian Obat Oral - Pencegahan Aspirasi - Pencegahan Infeksi - Pengambilan Sampel Darah Arteri - Pengaturan Posisi - Penghisapan Jalan Napas - Promosi

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
		Komunikasi: Defisit Bicara - Promosi Koping - Reduksi Ansietas - Terapi Relaksasi
Pola Nafas Tidak Efektif Tujuan : Setelah dilakukan tindakan keperawatan diharapkan pola napas membaik dengan kriteria hasil : - ventilasi semenit meningkat - Kapasitas vital meningkat - Tekanan ekspirasi meningkat	Manajemen Jalan Napas Observasi: - Monitor pola napas (frekuensi, kedalaman, usaha napas) - Monitor bunyi napas tambahan (misal <i>gurgling</i> , mengi, <i>wheezing</i> , ronkhi kering) - Monitor sputum (jumlah, warna, aroma) Terapeutik: - Pertahankan kepatenan jalan napas dengan <i>head-tilt</i> dan <i>chin-lift</i> (<i>jaw-thrust</i> jika curiga trauma servikal) - Atur posisi semi-fowler atau fowler	- Dukungan emosional - Dukungan kepatuhan program pengobatan - Dukungan ventilasi - Edukasi pengukuran respirasi - Manajemen energi - Manajemen jalan napas buatan - Manajemen medikasi - Pemberian obat inhalasi - Pemberian obat interpleura - Pemberian obat

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
- Tekanan inspirasi meningkat - Dispnea menurun - Penggunaan otot bantu nafas menurun - Pemanjangan fase ekspirasi menurun - Ortopnea menurun - Pernafasan cuping hidung menurun - Frekuensi nafas membaik - Kedalaman nafas membaik - Ekskursi dada membaik	- Berikan minum hangat - Lakukan fisioterapi dada, jika perlu - Lakukan penghisapan lendir kurang dari 15 detik - Lakukan hiperoksigenasi seelum penghisapan endotrakeal - Keluarkan sumbatan benda padat dengan forsep McGill - Berikan oksigen jika perlu Edukasi - Anjurkan cairan 2000 ml/hari, jika tidak - Kontraindikasi - Ajarkan teknik batuk efektif Kolaborasi - Kolaborasi pemberian bronkodilator, ekspektoran, mukolitik, jika perlu	- intradermal - Pemberian obat intravena - Pemberian obatoral - Pencegahan aspirasi - Pengaturan posisi - Perawatan selangdada

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	Pemantauan Respirasi Observasi - Monitor frekuensi, irama, kedalaman, dan upaya napas - Monitor pola napas (seperti bradipnea, takipnea, hiperventilasi, kussmaul, <i>chyne-stokes</i>, biot, ataksik) - Monitor kemampuan batuk efektif - Monitor adanya produksisputum - Monitor adanya sumbatan jalan napas	
Gangguan Ventilasi Spontan Setelah dilakukan intervensi keperawatan selama 3 x 24 jam, maka ventilasi	<i>Observasi</i> - Identifikasi adanya kelelahan otot bantu napas - Identifikasi efek perubahan posisi terhadap status pernapasan - Monitor status respirasi dan oksigenasi (misal:	Intervensi Utama : - Dukungan ventilasi - Pemantauan respirasi Intervensi Pendukung - Dukungan Emosional

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
spontan meningkat, dengan kriteria hasil: - Dispnea menurun - Penggunaan otot bantu napas menurun - Volume tidak membaik - PCO2 membaik - PO2 membaik - SaO2 membaik	frekuensi dan kedalaman napas, penggunaan otot bantu napas, bunyi napas tambahan, saturasi oksigen) <i>Terapeutik</i> - Pertahankan kepatenan jalan napas - Berikan posisi semi-fowler dan fowler - Fasilitasi mengubah posisi senyaman mungkin - Berikan oksigenasi sesuai kebutuhan (misal: nasal kanul, masker wajah, masker rebreathing atau non-rebreathing) - Gunakan bag-valve mask, jika perlu <i>Edukasi</i> - Ajarkan melakukan Teknik relaksasi napas dalam - Ajarkan mengubah posisi secara mandiri - Ajarkan Teknik batuk efektif <i>Kolaborasi</i>	- Dukungan Perawatan Diri - Edukasi Keluarga: Pemantauan Respirasi - Edukasi Pengukuran Respirasi - Fisioterapi Dada - Konsultasi - Manajemen Asam-Basa - Manajemen Asam-Basa: Alkalosis Respiratorik - Manajemen Asam-Basa: Asidosis Respiratorik - Manajemen Energi - Manajemen Jalan Napas - Manajemen Jalan Napas Buatan - Manajemen Ventilasi

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	- Kolaborasi pemberian bronkodilator, jika perlu	Mekanik - Pemantauan : Asam-Basa - Pemberian obat - Pemberian obat inhalasi - Pemberian obat interpleura - Pemberian Obat Intradermal - Pemberian Obat Intramuskular - Pemberian Obat Intraoseous - Pemberian Obat Intravena - Pemeriksaan Kelengkapan Set Emergensi - Pencegahan Aspirasi - Pencegahan Infeksi

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
		- Pencegahan Luka Tekan - Pengambilan Sampel Darah Arteri . - Pengaturan Posisi - Penghisapan Jalan Napas - Pengontrolan Infeksi - Perawatan Jenazah - Perawatan Mulut - Perawatan Tirah Baring - Perawatan Trakheostomi - Reduksi Ansietas - Stabilisasi Jalan Napas
Resiko Aspirasi Setelah dilakukan intervensi keperawatan	Observasi - Monitor pola napas (frekuensi, kedalaman, usaha napas) - Monitor bunyi napas tambahan	Intervensi Utama - Manajemen Jalan Napas - Pencegahan aspirasi Intervensi

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
selama 3 x 24 jam, maka tingkat aspirasi menurun, dengan kriteria hasil: - Tingkat kesadaran meningkat - Kemampuan menelan meningkat - Dispnea menurun - Kelemahan otot menurun - Akumulasi sekret menurun	(misalnya: gurgling, mengi, wheezing, ronchi kering) - Monitor sputum (jumlah, warna, aroma) Terapeutik - Pertahankan kepatenan jalan napas dengan head-tilt dan chin-lift (jaw thrust jika curiga trauma fraktur servikal) - Posisikan semi-fowler atau fowler - Berikan minum hangat - Lakukan fisioterapi dada, jika perlu - Lakukan penghisapan lender kurang dari 15 detik - Lakukan hiperoksigenasi sebelum penghisapan endotrakeal - Keluarkan sumbatan benda padat dengan	Pendukung - Dukungan perawatan diri : makan/minum - Inseri selang nasogastric - Manajemen jalan napas buatan - Manajemen kejang - Manajemen muntah - Manajemen Sedasi - Manajemen Ventilasi mekanik - Pemantauan respirasi - Pemberian makanan - Pemberian makanan enteral

Diagnosa	Intervensi Utama	Intervensi Pendukung
	forsep McGill - Berikan oksigen, jika perlu Edukasi - Anjurkan asupan cairan 2000 ml/hari, jika tidak ada kontraindikasi - Ajarkan Teknik batuk efektif Kolaborasi - Kolaborasi pemberian bronkodilator, ekspektoran, mukolitik, jika perlu	

h) Implementasi

Implementasi merupakan tindakan yang sudah direncanakan dalam rencana keperawatan. Tindakan keperawatan mencakup tindakan mandiri perawat dan tindakan kolaborasi. Tindakan mandiri perawat adalah aktivitas perawat yang didasarkan pada kesimpulan/keputusan sendiri dan bukan merupakan petunjuk/perintah dari petugas kesehatan lain. Adapun tindakan kolaborasi adalah tindakan yang didasarkan hasil keputusan bersama, seperti dokter atau petugas kesehatan lain.

i) Evaluasi

Evaluasi merupakan rangkaian tahap akhir dalam proses penerapan asuhan keperawatan untuk dapat menentukan keberhasilan dari tindakan yang kita lakukan. Evaluasi pada dasarnya adalah membandingkan status keadaan kesehatan pasien dengan tujuan atau kriteria hasil yang telah ditetapkan (Tarwoto & Wartonah, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Andarmoyo and Sulistyو. 2012. *Kebutuhan Dasar Manusia (Oksigenasi)*. Tangerang: Graha Ilmu.
- Azwaldi and Per.Pen, A. 2022. *Konsep Kebutuhan Dasar Manusia, Kebutuhan Oksigenasi, Eliminasi Dan Rasa Aman Dan Nyaman (Terintegrasi SDKI, SLKI, SIKI dan SPO PPNI)*. Kediri: Lembaga Chakra Brahmanda Lentera.
- Basri, Utari, B. and Mulyadi, T. 2020. *Konsep Dasar Dokumentasi Keperawatan*. Bandung: CV Media Sains Indonesia.
- Joko and Suryo. 2010. *Herbal Penyembuhan Gangguan Sistem Pernapasan*. Yogyakarta: Ariesta.
- Kirnantoro and Maryana. 2019. *Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Mubarak, W.I. and Chayatin, N. 2008. *Buku Ajar Kebutuhan Dasar Manusia Teori & Aplikasi Dalam Praktik*. Jakarta: EGC.
- Muttaqin and Arif. 2008. *Buku Ajar, Asuhan Keperawatan Klien Dengan Gangguan Pernafasan*. Jakarta: Salemba Medika.
- PPNI, TIM pokja SDKI DPP. 2019. *Standar Diagnosis Keperawatan Indonesia*. 1st edn. Jakarta Selatan.
- PPNI, TIM pokja SIKI DPP. 2019. *Standar Intervensi Keperawatan Indonesia*. 1st edn. Jakarta Selatan.
- PPNI, TIM pokja SLKI DPP. 2019. *Standar Luaran Keperawatan Indonesia*. 1st edn. Jakarta Selatan.
- Somantri, I. 2009. *Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Somantri, I. 2012. *Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Syaifuddin, B.A. 1996. *Anatomi dan Fisiologi untuk Siswa Perawat*. Jakarta: Buku Kedokteran, EGC.
- Tarwoto and Wartonah. 2015. *Kebutuhan Dasar Manusia dan Proses Keperawatan*. 5th edn. Jakarta: Salemba Medika.

BAB 10

TERAPI PEMENUHAN KEBUTUHAN OKSIGEN

Oleh Puji Astuti Wiratmo

10.1 Pendahuluan

Udara yang kita hirup mengandung 21% oksigen dan sangat penting untuk kehidupan. Beberapa sistem tubuh harus bekerja secara kolaboratif selama proses oksigenasi untuk mengambil oksigen dari udara, membawanya melalui aliran darah, dan mengoksigenasi jaringan secara memadai (Hassanzad *et al.*, 2022). Beberapa kondisi medis, seperti asma, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), pneumonia, penyakit jantung, dan anemia dapat mengganggu kemampuan seseorang untuk melakukan proses oksigenasi ini secara memadai, sehingga membutuhkan pemberian terapi oksigen.

Terapi oksigen adalah pemberian tambahan oksigen pada pasien untuk mencegah atau memperbaiki hipoksia (Porter *et al.*, 2013). Hipoksia merupakan sebuah kondisi dimana terjadi ketidakcukupan oksigen untuk memenuhi kebutuhan metabolisme jaringan dan sel tubuh (Lewis *et al.*, 2014). Sianosis yaitu perubahan warna kebiruan pada kulit dan membran mukosa yang merupakan tanda lanjutan dari hipoksia akibat vasokonstriksi pembuluh darah (Chen *et al.*, 2020). Kondisi tersebut memerlukan terapi oksigen.

Tindakan pemberian terapi oksigen merupakan tindakan kolaboratif karena oksigen dianggap sebagai obat yang memerlukan resep dan harus mengikuti prinsip 6 benar pemberian obat (Hassanzad *et al.*, 2022). Pemberian terapi oksigen

memerlukan pemantauan berkelanjutan oleh perawat untuk memastikan penggunaan yang aman dan efektif. Pemilihan jenis alat terapi oksigen berdasarkan pada tingkat suplai oksigen sesuai kebutuhan pasien, tingkat keparahan hipoksia dan proses penyakit.

Oksigen dikemas dalam tabung dengan tekanan tinggi berupa gas yang tidak berwarna, tidak berbau namun mudah terbakar (DeLaune, & Lardner, 2010). Oleh karena itu, pasien, keluarga dan pengunjung perlu diberikan edukasi tentang peningkatan risiko kebakaran dan tindakan pencegahan yang diperlukan untuk mengurangi risiko terbakar.

Oksigen hanya boleh diberikan pada tingkat dan persentase yang ditentukan, karena oksigenasi berlebihan dapat berbahaya bagi beberapa individu, terutama mereka yang memiliki penyakit paru-paru kronis yang terdapat tahanan karbon dioksida, bayi, dan yang juga memiliki risiko retinopati (Hassanzad *et al.*, 2022). Oleh karena itu penting bagi perawat untuk memahami pengetahuan mendasar terkait pemberian terapi oksigen pada pasien meliputi indikasi pemberian oksigen, jenis-jenis alat pemberian terapi oksigen, dan langkah-langkah pemberian terapi oksigen.

10.2 Fisiologi Pernafasan

Oksigen sangat penting untuk mempertahankan kehidupan. Sistem kardiovaskular dan pernapasan bertanggung jawab untuk memasok kebutuhan oksigen tubuh. Darah teroksigenasi melalui mekanisme ventilasi, perfusi, dan pengangkutan gas pernapasan (Porter *et al.*, 2013). Pertama, jalan napas harus terbuka dan bersih. Dada dan paru-paru harus secara mekanis menggerakkan udara masuk dan keluar dari paru-paru. Saluran udara bronkial harus terbuka dan bersih sehingga udara dapat mencapai alveoli dimana oksigen diserap ke dalam aliran darah dan karbon dioksida dilepaskan selama pernafasan. Jantung harus secara efektif memompa darah yang kaya akan oksigen ini ke dan dari paru-paru

dan melalui arteri sistemik. Hemoglobin dalam darah harus dalam jumlah yang cukup untuk membawa oksigen ke jaringan, di mana ia dilepaskan dan karbon dioksida diserap dan dibawa kembali ke paru-paru (Chen *et al.*, 2020).

Hipoksia adalah suatu kondisi terjadinya kekurangan pasokan oksigen yang berlebihan dapat mengakibatkan tingkat oksigen yang tidak mencukupi untuk mempertahankan fungsi seluler yang normal. Hipoksia dapat terjadi untuk jangka pendek (hipoksia akut, misalnya, iskemia) atau jangka panjang (hipoksia kronis, misalnya, penyakit ginjal kronis, kanker) (Chen *et al.*, 2020). Secara fisiologis pada kondisi hipoksia kemoreseptor sentral dan perifer merasakan pengurangan tekanan oksigen dan mengirim sinyal ke pusat pernapasan di medula dan pons. Selanjutnya serangkaian proses dimulai untuk meningkatkan ventilasi paru dan curah jantung untuk mempertahankan fungsi normal tubuh manusia. Pertukaran oksigen terjadi di alveoli paru-paru dengan lebih dari 95% oksigen berdifusi ke dalam pembuluh kapiler melalui sistem pertukaran alveolar-kapiler kemudian berikatan dengan hemoglobin. Darah yang teroksigenasi kembali ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Kemudian jantung memompa keluar darah beroksigen dari ventrikel kiri ke perifer untuk mempertahankan fungsi yang tepat dari setiap sel tunggal (Chen *et al.*, 2020).

Ketika pengiriman oksigen terganggu atau berkurang, tubuh akan mengembangkan banyak mekanisme adaptif untuk memfasilitasi sel bertahan hidup dikondisi hipoksia. Biasanya, respons hipoksia seperti itu akan berhenti ketika kadar oksigen pulih. Namun, situasi menjadi rumit jika stres hipoksia berlanjut (hipoksia kronis) atau fenomena normoksia-hipoksia siklik terjadi (hipoksia intermiten). Serangkaian kaskade ekspresi gen seperti reaksi berantai, disebut hipoksia-dimediasi jaringan pengatur gen, akan dimulai dalam kondisi hipoksia yang berkepanjangan atau terputus-putus dan kemudian menyebabkan perubahan fungsi

seluler dan/atau perilaku. Akibatnya, proses ireversibel terjadi dapat menyebabkan gangguan fisiologis atau bahkan konsekuensi patologis (Chen *et al.*, 2020).

10.3 Indikasi Pemberian Terapi Oksigen

Secara umum terapi oksigen diperlukan pada kondisi dimana tekanan parsial oksigen dalam darah kurang dari 60 mmHg atau nilai saturasi kurang dari 90% (Porter *et al.*, 2013). Kebutuhan terapi oksigen dapat ditentukan dengan penilaian klinis pasien, oksimetri nadi, dan gas darah arteri atau analisis gas darah vena (Hardinge *et al.*, 2015). Terapi ini diberikan dengan orang yang mempunyai gejala hipoksia dengan memperhatikan riwayat medis dan pemeriksaan fisik. Hipoksemia atau hipoksia adalah keadaan darurat medis dan harus segera ditangani. Kegagalan untuk memulai terapi oksigen dapat mengakibatkan bahaya serius bagi pasien. Inti dari terapi oksigen adalah menyediakan oksigen sesuai dengan tingkat saturasi target dan memantau tingkat saturasi agar tetap dalam kisaran target. Kisaran target (SaO₂) untuk orang dewasa normal adalah 92 – 98%. Untuk pasien PPOK, kisaran target SaO₂ adalah 88 – 92% (Hardinge *et al.*, 2015).

Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan terjadi hipoksia antara lain (Dewi *et al.*, 2014) :

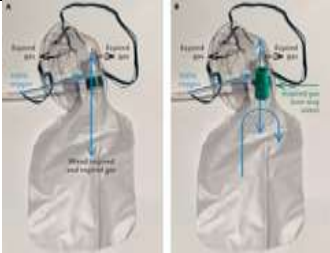
1. Sianosis
2. Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)
3. Asidosis Perdarahan
4. Edema paru
5. Infark miokard
6. Keracunan sianida
7. Inhalasi monoksida (CO)
8. Hipovolemi
9. Selama dan sesudah pembedahan
10. Anemia berat
11. Pasien dengan keadaan tidak sadar

10.4 Jenis-Jenis Alat Pemberian Terapi Oksigen

Pemberian terapi oksigen terbagi menjadi dua kategori yaitu sistem aliran rendah (*low flow*) dan sistem aliran tinggi (*high flow*)(Hardinge *et al.*, 2015). Perangkat aliran rendah meliputi *nasal cannula*, *simple mask*, *nonrebreather mask*, and *partial rebreather masks*. Perangkat aliran tinggi meliputi *venturi-mask* dan *large-volume nebulizer*. Secara detil jenis alat dan karakteristik masing-masing alat dapat dilihat pada Tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jenis-Jenis Alat Pemberian Terapi Oksigen

Alat	Laju Aliran (L/Menit)	Perkiraan Konsentrasi	Gambar
Sistem Aliran Rendah			
Kanul nasal	Kanul nasal terdiri dari selang bor kecil yang terhubung ke dua cabang pendek yang dimasukkan ke dalam lubang hidung untuk memasok oksigen langsung dari <i>flow meter</i> atau melalui udara yang dilembabkan ke pasien. Ini digunakan untuk terapi jangka pendek atau jangka panjang (yaitu pasien PPOK), dan paling baik digunakan dengan pasien stabil yang membutuhkan oksigen dalam jumlah rendah.		
	1 2 3 4 5 - 6	22 - 24% 26 - 28% 28 - 30% 32 - 36% 36- 40% 40 - 44%	

Alat	Laju Aliran (L/Menit)	Perkiraan Konsentrasi	Gambar
			Sumber : Hardavella <i>et al</i> , (2019)
<i>Simple Mask</i>	<i>Simple mask</i> dipasang di mulut dan hidung pasien dan terdiri dari lubang pernafasan (lubang di sisi masker) tempat pasien menghembuskan CO ₂ (karbon dioksida). Lubang ini harus selalu terbuka. Masker ditahan dengan tali elastis di sekitar bagian belakang kepala, dan memiliki potongan logam untuk dibentuk di atas hidung agar masker lebih pas untuk pasien.		
	5-6 6-7 7-8	40 % 50% 60%	 Sumber : American Lung Association (2023)
<i>Rebreather Mask</i>	Kantong harus selalu digelembungkan sebagian. Laju aliran harus cukup tinggi agar kantong tetap mengembang sebagian.		
	8-12 L /menit	60-80% Pada tekanan CO ₂ rendah	 Sumber : www.empendium.com
<i>Non-</i>	Terdiri dari masker sederhana dan kantong reservoir		

Alat	Laju Aliran (L/Menit)	Perkiraan Konsentrasi	Gambar
<i>rebreather Mask</i>	kecil yang dipasang pada tabung oksigen yang terhubung ke flow meter. Dengan non-rebreather mask, tidak ada re-breathing dari udara yang dihembuskan. Alat ini memiliki serangkaian katup satu arah antara masker dan tas dan penutup pada port pernafasan. Saat inspirasi, pasien hanya bernapas dari kantong reservoir; pada pernafasan, gas dicegah mengalir ke kantong reservoir dan diarahkan keluar melalui port pernafasan.		
	15 L/min	60-90% Pada tekanan CO2 tinggi	 Sumber : Hardavella et al, (2019)
Sistem Aliran Tinggi			
Venturi Mask	Sistem aliran tinggi yang terdiri dari sebotol air steril, tabung bergelombang, kantong drainase, sistem nebulizer rasio udara/oksigen, dan masker yang bekerja dengan tabung bergelombang. Masker dapat berupa masker wajah aerosol, masker trakeostomi, T-piece, atau tenda wajah. Kuncinya adalah aliran oksigen melebihi laju aliran inspirasi puncak pasien, dan kecil kemungkinan pasien menghirup udara dari ruangan.		

Alat	Laju Aliran (L/Menit)	Perkiraan Konsentrasi	Gambar
	3	24-28%	 Sumber : Hardavella et al, (2019)
	6	30-35%	
	8	40-50%	

Sumber: (Lewis et al., 2014)

10.5 Prosedur Pemberian Terapi Oksigen

10.5.1 Alat dan Bahan

- Tabung oksigen (O₂) lengkap dengan manometer
- Pengukur aliran flow meter dan humidifier
- Kanul nasal (jenis alat sesuai kebutuhan)
- Selang oksigen
- Plester

10.5.2 Langkah-Langkah Tindakan

Langkah-langkah tindakan pemberian terapi oksigen perlu dilakukan dengan sistematis dan benar sebagaimana di jabarkan pada Tabel 10.2. Adapun sebelum melakukan tindakan diperlukan tindakan pertimbangan keselamatan antara lain :

- Cuci tangan.
- Perkenalkan diri Anda kepada pasien.
- Periksa gelang nama pasien untuk mengkonfirmasi identifikasi.
- Jelaskan prosedur kepada pasien
- Dengarkan dan perhatikan isyarat pasien.
- Pastikan privasi dan martabat pasien.

7. Menerapkan prinsip aseptis dan keselamatan pasien.

Tabel 10.2. Langkah-langkah Tindakan

No	Tindakan	Keterangan
1	Kaji status pernafasan pasien terhadap adanya hipoksia.	Kaji kebutuhan O ₂ : periksa kadar SaO ₂ dengan alat oksimetri nadi. Kaji kondisi medis yang mendasari atau penyebab alternatif hipoksia (kardiovaskular).
2	Siapkan peralatan oksigen dan humidifier sesuai kebutuhan pasien.	Pemilihan alat oksigen berdasarkan tingkat kebutuhan oksigen (terkontrol atau tidak terkontrol), tingkat keparahan hipoksia, dan proses penyakit. Penurunan signifikan saturasi O ₂ harus segera dilaporkan dokter untuk mendapatkan penanganan lebih lanjut.
3	Bantu pasien memperoleh posisi semi fowler jika memungkinkan.	Posisi ini memudahkan ekspansi dada sehingga pasien lebih mudah bernapas.
4	Hubungkan humidifier serta flowmeter pada tabung oksigen. Sambungkan selang kanul/masker ke selang sumber oksigen/humidifier	

No	Tindakan	Keterangan
5	Pasang kanul nasal pada wajah klien dengan lubang kanul masuk kedalam hidung dan karet pengikat melingkari kepala pasien. Beberapa model memiliki karet pengikat yang ditarik kebawah dagu	
5	Fiksasi kanul nasal menggunakan plester. Gunakan kassa sebagai alas karet pengikat pada area telinga dan tulang pipi jika perlu.	
6	Bantu klien untuk memposisikan sungkup (jika bernafas melalui mulut) atau kanula hidung dengan benar, pastikan nyaman tetapi tidak terlalu ketat	Untuk memfasilitasi pemberian yang optimal, tingkatkan kenyamanan pasien dan kurangi potensi luka tekan.
7	Lakukan evaluasi pada klien dalam 5-15 menit pertama.	Untuk memastikan bahwa hipoksia sudah tertangani, tingkat O ₂ harus antara 92% dan 98%.

No	Tindakan	Keterangan
8	Selanjutnya lakukan evaluasi umum secara teratur yang meliputi pengkajian tingkat kecemasan; kemudahan bernapas ketika alat dipasang; TTV; pola napas; pergerakan dada; warna kulit; kuku; bibir; telinga membrane mukosa hidung; tanda hipoksia.	Setelah tingkat saturasi oksigen berada dalam kisaran normal, lakukan penilaian pernapasan setiap dua hingga empat jam untuk memantau kebutuhan oksigen tambahan.
9	Inspeksi peralatan secara teratur. Periksa volume kecepatan aliran oksigen pada humidifier dan pastikan petunjuk keamanan dipatuhi	
10	Dokumentasikan hasil pengkajian, terapi yang diberikan dan data yang relevan dalam dokumentasi keperawatan.	

Sumber: (Lewis *et al.*, 2014)

10.6 Evaluasi

Saat menggunakan terapi oksigen, periksa kulit pasien pada bagian alat oksigen yang bersentuhan dengan pasien seperti hidung, dagu, dan telinga yang mungkin mengalami kerusakan kulit akibat iritasi selang pada kulit. Terapi oksigen cenderung menyebabkan efek kering pada rongga hidung dan mulut, untuk mencegah efek pengeringan, pertimbangkan untuk meningkatkan asupan cairan (jika tidak dikontraindikasikan). Lakukan perawatan mulut yang sering dan lakukan pelembapan jika pasien menerima lebih dari 4 L/menit (Porter *et al.*, 2013).

Kriteria hasil yang diharapkan antara lain : peningkatan oksigenasi dengan oksigen yang ditentukan atau diindikasikan secara medis, tanda-tanda hipoksia tidak ada, tanda-tanda vital stabil, nilai analisa gas darah atau SpO₂ membaik, penurunan kerja pernapasan dan tingkat kesadaran pasien membaik.

DAFTAR PUSTAKA

- American Lung Association. 2023. *Oxygen Therapy*. Available at: <https://www.lung.org/lung-health-diseases/lung-procedures-and-tests/oxygen-therapy>.
- Chen, P.S. *et al.* 2020. 'Pathophysiological implications of hypoxia in human diseases', *Journal of Biomedical Science*, 27(1), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12929-020-00658-7>.
- DeLaune, S.C. & Lardner, P.. 2010. *Fundamentals of Nursing: Standard and Practice*. 4th edn. Clifton Park: Delmar.
- Dewi, A. 2014. 'Pemberian Terapi Oksigen', in *Keperawatan Intensif Dasar*. Bogor: In Media.
- Hardinge, M. *et al.* 2015. 'British Thoracic Society guidelines for Home Oxygen use in adults', *Thorax*, 70, pp. i1–i43. Available at: <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-206865>.
- Hassanzad, M. *et al.* 2022. 'Nurses' Knowledge Regarding Oxygen Therapy; a Cross-Sectional Study', *Archives of Academic Emergency Medicine*, 10(1), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.22037/aaem.v10i1.1553>.
- Lewis, S.I.L, Driksen, S.R., Heitkemper, M.M, Bucher, L., & H.M.. 2014. *Medical Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems*. Canada: Elsevier.
- Porter, P.A., Perry, A.G.Stockert, P.A., & H.. 2013. *Fundamentals of Nursing*. 8th edn. Canada: Elsevier.

BIODATA PENULIS



Ns. Agung Setiyadi, S.Kep., M.S.N., M.M.

Dosen Program Studi Keperawatan
Fakultas Keperawatan & Kebidanan Universitas Binawan

Penulis lahir di Pasuruan tanggal 17 Maret 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Keperawatan Fakultas Keperawatan & Kebidanan Universitas Binawan. Dalam kesehariannya beliau mengajar mata kuliah Keperawatan Dewasa serta Kepemimpinan & Manajemen dalam Keperawatan. Sebelum menjadi dosen penulis bekerja sebagai perawat selama 10 tahun di ruang rawat bedah umum dan urologi di Rumah Sakit Sabah Kuwait. Beliau menyelesaikan Pendidikan D3 Keperawatan di Politeknik Kesehatan Malang. Setelah itu melanjutkan S1 Keperawatan dan Profesi Ners di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan. Saat bekerja sebagai perawat di luar negeri penulis melanjutkan S2 Keperawatan (Master of Science in Nursing) dan beliau juga melanjutkan S2 Manajemen Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan di Universitas Sahid Jakarta.

BIODATA PENULIS



Ferly Yacoline Pailungan S.Kep.,Ns.,M.Kep

Dosen Program Studi Sarjana Keperawatan
Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Borneo Tarakan

Penulis lahir di Sabbang, 06 Mei 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Borneo Tarakan. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Keperawatan di STIK Stella Maris Makassar Tahun 2011 dan program profesi Ners tahun 2012 dikampus yang sama. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan S2 pada Jurusan ilmu keperawatan konsentrasi Keperawatan Medikal Bedah di Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2015 dan selesai pada tahun 2017.

BIODATA PENULIS



Dwi Purnama

Pranata Laboratorium Pendidik (PLP) pada Program Studi DIII Keperawatan Poltekkes Kemenkes Kendari

Penulis Lahir di Kendari pada tanggal 13 April 1979. Penulis adalah Pranata Laboratorium Pendidik (PLP) pada Program Studi DIII Keperawatan Poltekkes Kemenkes Kendari. Menyelesaikan pendidikan S1 Keperawatan Di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar dan melanjutkan studi S2 Keperawatan Pada Fakultas FKMK Universitas Gadjah Mada. Saat ini penulis sebagai pengelola laboratorium di Jurusan Keperawatan Poltekkes Kemenkes Kendari, penulis juga sebagai tim pengajar keperawatan maternitas pada Jurusan Keperawatan, penulis juga melakukan penelitian bersama tim Dosen Jurusan keperawatan.

BIODATA PENULIS



Viyan Septiyana Achmad

Dosen di Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten

Viyan Septiyana Achmad lahir di Bandung, 12 September 1981 merupakan Dosen di Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten. Penulis menyelesaikan pendidikan di Akademi Keperawatan PPNI Jawa Barat pada tahun 2003. Pendidikan Sarjana Keperawatan di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Padjadjaran pada tahun 2006. Pendidikan Program Profesi Ners di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Padjadjaran pada tahun 2007 dan Pendidikan Magister Keperawatan peminatan keperawatan kritis di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Padjadjaran pada tahun 2013. Penulis tergabung dalam Organisasi Persatuan Perawat Nasional Indonesia (PPNI) dan Anggota Himpunan Perawat Gawat Darurat (HIPGABI) provinsi Banten.

BIODATA PENULIS



Siskawati Amri, S.Kep.,Ns.,M.KM
Dosen Program Studi Profesi Ners Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Putra Abadi Langkat

Penulis lahir di Binjai, 13 Nopember 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Profesi Ners Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Putra Abadi Langkat. Menyelesaikan Pendidikan D-III Keperawatan di Akper Putra Abadi Langkat dan melanjutkan pendidikan S1 pada jurusan Ilmu Keperawatan dan Profesi Ners di STIKes Putra Abadi Langkat kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada jurusan Kesehatan Reproduksi di Universitas Sari Mutiara Indonesia Medan. Penulis menekuni bidang keperawatan. Beberapa mata kuliah yang diampu diantaranya keperawatan anak, keperawatan sistem respirasi, keperawatan sistem reproduksi, keperawatan paliatif & menjelang ajal, dan konsep dasar keperawatan. Penulis juga menghasilkan sebanyak 8 publikasi karya ilmiah pada jurnal terakreditasi sinta. Karya ilmiah yang dibuat penulis dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2022 telah diterbitkan di jurnal ilmiah terakreditasi nasional sinta 3 sebanyak 4, terbit di jurnal ilmiah terakreditasi nasional sinta 5 sebanyak 2 dan terbit di jurnal tidak terakreditasi sebanyak 2. Penulis juga aktif di beberapa organisasi seperti AIPNI dan IPEMI.

BIODATA PENULIS



Dr. Wira Daramatasia, M.Biomed

Dosen Program Studi Pendidikan Ners
STIKES Widyagama Husada Malang

Penulis lahir pada tanggal 23 Oktober 1975 di Pasuruan. Penulis adalah seorang dokter yang lulus pada tahun 2003 di Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma. Saat mahasiswa, penulis aktif sebagai asisten dosen anatomi selama dua tahun, dan sejak tahun 2003 menjadi dosen tetap di Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran UWK. Pada tahun 2012, penulis menyelesaikan studi magister ilmu biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Penulis saat ini beraktifitas sebagai dosen profesional di STIKES Widyagama Husada Malang dan Praktisi di Klinik Widya Husada. Beberapa kegiatan penelitian yang dilaksanakan didanai oleh Kemendikbudristek, Internal perguruan tinggi serta mandiri. Pada tahun 2016, penulis memperoleh penghargaan sebagai *Best Poster Presentation 12th International Seminar on Disaster "Medical Issues for Sustainable Development Goals (SDGs)"* yang diadakan di Universitas Gajah Mada bekerja sama dengan Kobe University.

BIODATA PENULIS



Ns. Anggi Pratiwi, S.Kep, M.Kep

Dosen Program Studi D3 Keperawatan
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Fatmawati

Penulis lahir di Tanjung Enim tanggal 24 Oktober 1986. Penulis saat ini adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Keperawatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Fatmawati. Sebelumnya penulis adalah dosen tetap di PSIK Ners STIK Bina Husada Palembang dan STIKes Kesetiakawanan Sosial Indonesia Jakarta. Menyelesaikan pendidikan Profesi Ners di STIK Bina Husada Palembang dan melanjutkan S2 Keperawatan peminatan Keperawatan Medikal Bedah di Fakultas Keperawatan Universitas Padjadjaran Bandung.

BIODATA PENULIS



Maria Kurnyata Rante Kada, S.Kep., Ns., M.Kep.

Dosen Program Studi Profesi Ners
STIKES Gema Insan Akademik Makassar

Penulis lahir di Sudu, 08 February 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Profesi Ners di STIKES Gema Insan Akademik Makassar. Menyelesaikan Pendidikan S1 dan Ners pada tahun 2013 di STIKES Sint Carolus Jakarta, dan melanjutkan S2 Keperawatan KMB di Universitas Indonesia lulus tahun 2018. Penulis aktif sebagai dosen pengajar pada program studi Sarjana Keperawatan, dan dosen pembimbing pada program studi Profesi Ners, serta aktif dalam kegiatan penelitian. Penulis saat ini menjabat sebagai sekretaris prodi di Program Studi Profesi Ners. Penulis juga terdaftar sebagai anggota HIPMEBI Provinsi Sul-Sel dan aktif dalam kegiatan organisasi.

BIODATA PENULIS



Ns. Yana Hendriana, S.Kep., M.Kep.,

Dosen pada Program Studi S1 Keperawatan dan Profesi Ners di
STIKes Kuningan Jawa Barat

Ns. Yana Hendriana, S.Kep., M.Kep., lahir di Kabupaten Kuningan 18 April 1985. Penulis merupakan dosen pada Program Studi S1 Keperawatan dan Profesi Ners di STIKes Kuningan Jawa Barat. Jenjang akademik keperawatan penulis diawali dengan menempuh program S1 Keperawatan dan Profesi Ners di STIKes Mahardika Cirebon dan lulus pada 2008. Setelah itu penulis melanjutkan studinya pada program Pasca Sarjana di Universitas Muhammadiyah Jakarta pada 2014.

Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan s3 Program Doktorat di Lincoln University College Malaysia terhitung mulai tahun 2022. Mata kuliah yang diampu penulis adalah Keperawatan Gawat Darurat, Keperawatan Kritis, dan Keperawatan Medikal Bedah. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan Organisasi PPNI, dan tercatat sebagai ketua divisi pendidikan dan pelatihan DPD PPNI Kab. Kuningan periode 2022-2027.

BIODATA PENULIS

Ns.Puji Astuti Wiratmo.Skep.MN

Dosen Program Studi Ners

Fakultas Keperawatan & Kebidanan Universitas Binawan

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Ners Fakultas Keperawatan dan Kebidanan Universitas Binawan. Penulis mengajar pada keilmuan Keperawatan Medikal Bedah dan Riset Keperawatan. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana keperawatan di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia dan melanjutkan studi S2 pada keilmuan Profesional Studies di Faculty of Nursing Midwifery and Health dan Faculty of Education University of Technology Sydney, Australia. Saat ini penulis aktif melakukan penelitian dan bimbingan penelitian teoritis maupun penelitian lapangan pada mahasiswa keperawatan.