



Ikatan Alumni Fakultas Kedokteran UKI

bekerjasama dengan

Continuing Medical Education

Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia

SERTIFIKAT

diberikan kepada

DR. Dr. Robert H. Sirait, Sp.An

sebagai

Pembicara

SEMINAR NASIONAL

"KAPITA SELEKTA DALAM PRAKTIK DISIPLIN ILMU KEDOKTERAN"

Jakarta, 29 September 2018

KETUA CME FK UKI



Dr. Chyntia Monalisa Sahetapy, Sp.S

KETUA PANITIA

DR. Dr. Robert Hotman Sirait, Sp.An

SEMINAR NASIONAL **“KAPITA SELEKTA DALAM** **PRAKTIK DISIPLIN ILMU** **KEDOKTERAN”**



Sabtu, 29 September 2018
Auditorium GWS FKUKI
Jl. Mayjen Sutoyo No. 2, Cawang
Jakarta Timur

PROSIDING

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

**Tema : “KAPITA SELEKTA DALAM PRAKTIK
DISIPLIN ILMU KEDOKTERAN”**

Auditorium Graha William Soeryadjaya

Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia

29 September 2018

FK UKI

2018

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

**Tema : “KAPITA SELEKTA DALAM PRAKTIK
DISIPLIN ILMU KEDOKTERAN”**

Panitia Penyelenggara :

Penasehat : Dekan FK UKI
Direktur RSU UKI
Panitia pengarah : Ketua CME FK UKI
Ketua IKAFKED-UKI

Susunan Panitia Pelaksana

Ketua : DR. Dr. Robert H. Sirait, Sp.An
Wakil Ketua : Dr. Moskwadina Gultom, M.Pd.Ked
Sekretaris : Dr. Jurita Falorin
Bendahara : Dr. Herawani

Seksi – seksi

Ilmiah : DR. Dr. Forman Erwin Siagian, M. Biomed
DR. Muhammad Alfarabi, M.Si
Andini Siam Sawitri, A.Md
Desmemori Marpaung

Persidangan : Dr. Frisca R. Batubara, M. Biomed
Dr. Edho Yuwono
Dr. Vidi Posdo Simarmata

**Perlengkapan/
Akomodasi/ Dekorasi** : Dr. Ronaldo Y.P. Sianturi
Rizky P.W. Jacobs, AMd
S. M. Jeriswanto Gultom, S.Pd.K

**Publikasi/
Dokumentasi/AVA** : Dr. Hendrikus Sitanggang
Benny Ardie Nugroho, A.Md
Ucup Setiawan

Dana : DR. Dr. Sudung O. Pardede, Sp.A(K)
Dr. Frits R.W Suling, Sp.JP (K), FIHA, FAsCC
Dr. Esther Situmeang, Sp.A
Dr. Batara Imanuel Sirait, Sp.OG (K)

Konsumsi : Dr. Jumaini Andriana Sihombing, M. Pd. Ked
Dr. Yusias Hikmat Diani, M.Kes
Nani Rohani

Sekretariat : Dr. Rebeka H. Siagian
Refilya Ririhena, SKM
Glady Ririmasse, S. Pd
Soeprapti Sianipar

Editor :

DR. Dr. Forman Erwin Siagian, M. Biomed
DR. Muhammad Alfarabi, M. Si

Reviewer :

DR. Dr. Sudung Oloan Pardede, Sp.A (K)

Penerbit : FK UKI
Graha William Soeryadjaya
Jl. Mayjen Sutoyo No.2, Cawang,
Jakarta Timur - 13630
Telp.(021)29362033, fk@uki.ac.id

ISBN : 978-602-1651-73-5

Hak cipta dilindungi undang-undang

FK UKI

2018

KATA PENGANTAR

Salam damai sejahtera untuk kita semua, Assalammu' alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh, Om Swastiastu, Namu Buddhaya, salam kebajikan sekali lagi untuk kita semua.

Pertama-tama, marilah kita panjatkan Puji Syukur ke hadirat Tuhan, yang atas kasih dan perkenanNya telah mengijinkan tim Ilmiah dan Panitia Seminar Nasional “ Kapita Selekt dalam Praktik Disiplin Ilmu Kedokteran” menyelesaikan penyuntingan dan penyusunan buku prosiding kegiatan ilmiah yang dilaksanakan pada hari Sabtu, 29 September 2018 di Auditorium GWS FKUKI.

Buku prosiding ini memuat naskah ilmiah yang disampaikan baik dalam bentuk presentasi oral maupun poster oleh pembicara-pembicara pakar dibidangnya mengenai berbagai topik yang menarik dan *update* bidang kedokteran. Informasi terkini tersebut disampaikan dalam kaidah penulisan ilmiah yang lazim dengan tujuan untuk mengedukasi peserta dan juga pembaca; selain itu juga sebagai bentuk tanggungjawab ilmiah FKUKI, CME FKUKI dan IKAFKED.

Apresiasi setinggi-tingginya diberikan kepada para penulis/pembicara serta seluruh panitia yang telah berupaya maksimal untuk menjadikan buku ini menjadi kenyataan.

Besar harapan kami untuk masa ke depan, standar yang diterapkan dalam membuat buku semacam ini dapat terus dipertahankan dan ditingkatkan. Viva FKUKI.

Selamat membaca.

KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA

Yang kami hormati: Bapak Rektor UKI

Bapak Dekan FK UKI

Direktur RSU UKI

Ketua IKAFKED UKI

Para Narasumber/ Pembicara

Para Peserta Seminar yang berbahagia

Syalom, selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena pertolonganNya adalah seminar nasional dengan judul Kapita Selekta dalam praktik disiplin ilmu kedokteran dapat terselenggara. Seminar ini adalah salah satu wujud kerjasama *Continuing Medical Education* FK UKI dengan IKAFKED UKI. Dengan topik tersebut di atas, kami panitia mengharapkan para teman sejawat dokter, paramedis, dan seluruh peserta seminar yang kami hormati dapat meningkatkan pengetahuan dan ketrampilannya dalam menangani pasien.

Kegiatan seminar hari ini juga dilengkapi dengan buku prosiding yang memuat berbagai topik yang disampaikan. Semoga buku prosiding tersebut memberikan manfaat dalam tugas dan pelayanan kita sehari-hari.

Kami Panitia Seminar juga mengucapkan terimakasih kepada para pembicara yang telah berkenan membagikan ilmunya, para sponsor, moderator dan seluruh rekan-rekan panitia atas jerih payahnya sehingga acara seminar ini dapat terselenggara dengan baik.

Akhir kata kami panitia mengucapkan selamat mengikuti seminar ini dan kiranya bermanfaat untuk kita semua.

Jakarta, 29 September 2018

Ketua Panitia

DR. Dr. Robert Hotman Sirait, Sp.An

KATA SAMBUTAN KETUA CME FK UKI

Syalom, Selamat pagi, salah sejahtera untuk kita semua.

Dengan penuh sukacita dan syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Pengasih atas berkat-berkatNya sehingga pada hari ini kami Continuing Medical Education bekerja sama dengan Ikatan Alumni FKUKI dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Kapita Selektta Dalam Praktik Disiplin Ilmu Kedokteran

Salah satu tugas CME adalah menyelenggarakan seminar/symposium/temu ilmiah yang diadakan secara rutin setiap 3-4 bulan sekali, disamping menambah wawasan dan pengetahuan, melalui seminar ini juga dapat memenuhi salah satu Tridarma Perguruan Tinggi Dosen, antara lain jenjang jabatan akademik dosen.

Para pembicara adalah tenaga ahli yang telah eksis pada bidang ilmu masing-masing sesuai topic seminar, oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada para pembicara dan para moderator yang telah meluangkan waktu sehingga acara seminar berjalan dengan baik.

Dalam Seminar ini kami mengundang rekan-rekan sejawat dari fakultas kedokteran lain, para dokter puskesmas, para dokter rumah sakit serta para dokter rumah sakit afiliasi,

untuk itu kami mengucapkan terima kasih atas perhatian dan kehadirannya.

Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan UKI, dan FKUKI khususnya serta para panitia yang telah berpartisipasi sehingga seminar berjalan lancar.

Akhir kata tiada gading yang tak retak, kami mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan dalam penyelenggaraan seminar hari ini, kiranya Tuhan senantiasa menyertai dan turut campur tangan dalam kegiatan ini.

Terima kasih.

Jakarta, 29 September 2018

Ketua CME-FK UKI

Dr. Chyntia Monalisa Sahetapy, Sp. S

KATA SAMBUTAN DEKAN FK UKI

Syalom, Assalam'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,
Om Swastiastu.

Selamat pagi dan Salam sejahtera buat kita semua,

Yang kami hormati : Bapak Rektor UKI

Direktur RSU UKI

Ketua IKAFKED UKI

Para Narasumber/ Pembicara

Para Guru Besar dan Peserta Seminar

yang berbahagia Seluruh Panitia Seminar yang saya banggakan.

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Allah Yang Maha Esa, karena kasihNya adalah Seminar Nasional dengan judul Kapita Selekta dalam praktik disiplin ilmu kedokteran dapat terlaksana pada hari ini. Seminar nasional ini terlaksana atas kerjasama antara *Continuing Medical Education* (CME) FK UKI dengan IKAFKED UKI, kontribusi para sponsor, pembicara, dan peran serta seluruh serta panitia.

Dokter sebagai pelayan kesehatan holistik dan terintegrasi (*care provider*), juga sebagai pembelajar sepanjang hayat (*long life learning*) haruslah senantiasa mengikuti perkembangan ilmu kedokteran terkini. Seminar adalah salah

satu sarana pembelajaran untuk meningkatkan ilmu kedokteran dalam upaya memberikan pelayanan yang optimal kepada pasien.

Kami berharap seminar nasional ini akan memberikan manfaat yang besar bagi para sejawat dan tenaga medis lainnya dalam memberikan pelayanan kesehatan untuk memenuhi harapan masyarakat yang membutuhkan pertolongan dengan segera.

Akhir kata saya mengucapkan selamat mengikuti seminar, kiranya Tuhan Yang Maha Esa memberkati usaha kita semua untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan kita kepada sesama.

Jakarta, 29 September 2018

Dekan FK UKI

DR. Dr. Robert Hotman Sirait, Sp. An

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iv
Kata Sambutan Ketua Panitia	vi
Kata Sambutan Ketua IKAFKED UKI	vii
Kata Sambutan Ketua CME FK UKI	x
Kata Sambutan DEKAN FK UKI	xii
Daftar isi	xiv
Etik dan Keselamatan Pasien dalam Menangani Pasien di Instalasi Gawat Darurat	1
Siswo P. Santoso	
Benda Asing Telinga Hidung dan Tenggorok	14
Fransiskus H. Poluan	
Penatalaksanaan Sebelum ke Rumah Sakit pada Fraktur Ekstremitas Bawah	28
Andre C.P Sihombing	
Penatalaksanaan Pertama pada Perdarahan Antepartum	48
Tigor Peniel Simanjuntak, Samuel Albert Siagian, Selvin Juliva Tamba, Nicholas Dwiki	
Tatalaksana Cedera Kepala	68
Agus Yudawijaya	
Tatalaksana Farmakologi Cedera Kepala	95
Tjio le Wei	
Penanganan Pencegahan Kebutaan Glaukoma	125
Jusuf Wijaya	
Terapi Oksigen	138
Robert H. Sirait	
Penanganan Kasus Infeksi Menular Seksual	166
Syahfori Widiyani	
Nyeri Dada	193
Chandramin	
Penatalaksanaan Diare Akut pada Lini Pertama	200
Ida Bagus Eka Utama Wija, Felicia Mildy, Sitanggang Gabe Monica	
Tatalaksana Penyakit Paru Obstruktif Kronik Stabil	239
Cleopas Martin Rumende	

Laporan Kasus : Sindrom Wellens di RSUD UKI	263
Frits R.W Suling, Zega Agustian, Reinaldi Octabiano	
Laporan Kasus : Meningoensefalitis Kriptokokus pada Pasien HIV on ARV Putus Obat	264
Agus Yudawijaya, Rebeka Siagian	
Langkah-Langkah Antisipatif Pencegahan Anisakiasis: Upaya Pengendalian Transmisi Dengan Perlakuan Kepada Ikan laut Untuk Dikonsumsi Mentah	265
Forman Erwin Siagian	
Waspada Pneumokoniosis pada Pekerja di Industri Pertambangan..	266
Nur Nunu P. Sinaga, Patar Hutagalung, Jumaini Andriana Sihombing	
Implan gigi	268
Gemala Birgitta	
Sindrom Crest	270
Syahfori Widiyani, Fajar Lamhot Gultom	
Karakteristik, Pengetahuan dan Perilaku Anggota Program Pengelolaan Penyakit Kronis (Prolanis) Diabetes Mellitus di Puskesmas X Tahun 2016	272
Jessica Levina, Siska T. Gading, Wiradi Suryanegara	
Are Ketogenic Diet Benefit for Obesity and Diabetic?	275
Carmen M. Siagian	

TERAPI OKSIGEN

Robert Hotman Sirait
Departemen Anestesiologi
Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia

Abstrak

Terapi oksigen adalah salah satu metode pengobatan yang bertujuan untuk mengatasi hipoksemia yang dialami pasien. Keadaan hipoksemia seringkali merupakan manifestasi klinis yang mendasari suatu penyakit. Beberapa usaha harus dilakukan sebelum terapi oksigen diberikan, misalnya bila penderita mengalami sumbatan jalan napas harus dikoreksi terlebih dahulu sebelum terapi oksigen diberikan.

Terapi oksigen selain bertujuan untuk mengoreksi hipoksemia, terapi oksigen juga memberikan efek terhadap gas-gas inerti yang terdapat di dalam tubuh seperti gas nitrogen. Berbagai macam metode atau cara dapat dilakukan untuk memberikan terapi oksigen, hal tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pasien dan tujuan terapi yang ingin dicapai.

Pemberian terapi oksigen konsentrasi tinggi dengan durasi lama berkorelasi kuat menimbulkan intoksikasi oksigen. Salah satu organ yang paling rentan terhadap risiko intoksikasi oksigen adalah paru-paru, karena organ inilah yang paling banyak terpajan dengan oksigen.

Pendahuluan

Terapi oksigen adalah suatu intervensi medis dengan cara memberikan konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dibanding dengan oksigen yang terdapat di dalam udara bebas untuk mengoreksi atau mencegah hipoksemia yang dialami pasien.

Oksigen sangat diperlukan dalam metabolisme aerob untuk menghasilkan energi biologis yang diperlukan untuk kelangsungan hidup. Kadar oksigen udara bebas adalah sekitar 20,88 %, oksigen kurang larut dalam air, kiriman oksigen ke sel terutama melalui sistem kardiovaskuler karena difusi saja tidak cukup untuk memenuhi metabolisme. Kiriman oksigen ke sel mengikuti hukum fisika dan secara sederhana dapat dibagi menjadi enam langkah; konveksi oksigen dari lingkungan ke dalam tubuh, difusi oksigen ke dalam darah, ikatan kimia reversibel dengan hemoglobin, transport oksigen ke jaringan (*cardiac output*), difusi oksigen ke sel dan organel, serta keadaan reduksi sel.

Glukosa adalah sumber utama energi seluler makhluk hidup, dan rangkaian reaksinya adalah:

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) + $6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energi (36 ATP)}$

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) + tanpa $O_2 \rightarrow \text{asidosis laktat} + \text{Energi (2 ATP)}$

Bila kadar oksigen tidak adekuat akan terjadi metabolisme anaerob menyebabkan asidosis metabolik, asidosis laktat,

dan energi yang dihasilkan sangat kurang. Terapi oksigen diperlukan bila oksigenisasi jaringan terganggu, dan untuk mencegah komplikasi dari hipoksemia sehingga metabolisme aerob dapat tetap berlangsung.

Indikasi terapi oksigen:

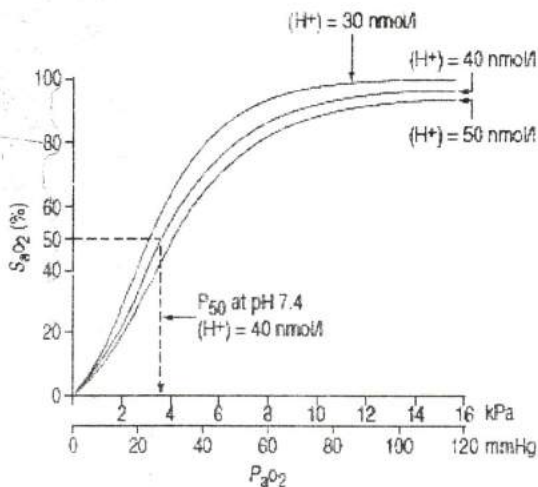
1. Henti napas dan jantung.
2. Gagal napas:
 - a. Tipe I: hipoksemia tanpa retensi CO_2 (Asthma, pneumonia, edema paru dan emboli paru).
 - b. Tipe II: hipoksemia dengan retensi CO_2 (bronkitis kronis, cedera dada, pasien yang tidak sadar karena overdosis obat, hipoksemia paska operasi, dan penyakit neuromuskuler).
3. Gagal jantung atau infark miokard.
4. Syok karena berbagai sebab.
5. Keadaan-keadaan yang menyebabkan metabolisme meningkat (luka bakar, multipel trauma, dan infeksi).
6. Pasien paska operasi.
7. Keracunan karbon dioksida.

Kadar oksigen darah arteri (PaO_2)

Oksigenisasi jaringan tergantung dari kiriman oksigen dan ekstraksi oksigen. Sulit untuk menentukan batas atas aman kadar oksigen darah arteri (PaO_2) yang tidak menimbulkan

hipoksia jaringan. Kadar PaO_2 tidak menggambarkan oksigenisasi jaringan, dan mekanisme ekstraksi oksigen pun berbeda-beda diantara organ-organ. Secara umum, oksigen tambahan diperlukan bila kadar $\text{PaO}_2 \leq 60$ mmHg (8.0 kPa), dan bila terjadi hipoksemia berat kadar $\text{PaO}_2 < 30$ mmHg (4.0 kPa) kematian datang mengancam.

Sebagian besar kiriman oksigen ke jaringan dipengaruhi oleh kurva disosiasi oksigen. Bila kurva disosiasi oksigen bergeser ke kanan maka hemoglobin mudah melepas oksigen ke jaringan, sebaliknya bila kurva disosiasi oksigen bergeser ke kiri afinitas hemoglobin-oksigen meningkat menyebabkan oksigenisasi jaringan berkurang.



Gambar 1. Kurva disosiasi oksigen. Kurva normal 40 nmol/liter

Tabel 1. Faktor yang mempengaruhi posisi kurva disosiasi oksigen

Faktor yang meningkatkan P ₅₀ (kurva bergeser ke kanan)	Faktor yang menurunkan P ₅₀ (kurva bergeser ke kiri)
Hipertermia	Hipotermia
Penurunan pH (asidemia)	Peningkatan pH (alkalemia)
Peningkatan PCO ₂ (efek Bohr)	Penurunan PCO ₂
Peningkatan 2,3-DPG	Penurunan 2,3-DPG
	Hemoglobin fetal
	Karbon monoksida
	Methaemoglobin

Kiriman oksigen (DO₂) ke sel tergantung dari kadar hemoglobin (Hb), persentasi saturasi oksigen (SaO₂), dan curah jantung (CO). Kiriman oksigen dapat dirumuskan:

$$\text{Kiriman oksigen (DO}_2\text{)} = \text{CO} \times \text{CaO}_2 \times 10$$

$$\text{CaO}_2 = [(\text{Hb} \times 1,34 \times \text{SaO}_2) + (\text{PaO}_2 \times 0,0031)]$$

1,34 adalah kapasitas daya angkut oksigen per satu ml/gram hemoglobin.

SaO₂ adalah % saturasi oksihemoglobin.

10 adalah konstanta perkalian, karena satuan CO dalam liter dan satuan CaO_2 dalam 100 ml.

Kiriman oksigen (DO_2) dewasa normal adalah sekitar 1000 ml/ menit atau 14 ml/ kilogram berat badan per menit, tetapi tidak semua jumlah kiriman oksigen ini digunakan sel. Oksigen berdifusi dari kapiler-kapiler jaringan ke mitokondria sel.

Tekanan oksigen (PO_2) diantara organ berbeda-beda, dan PO_2 yang paling tinggi terdapat di dekat kapiler. Mitokondria masih dapat bekerja pada PaO_2 rendah, 8-40 mmHg (1,0 6-5,32 kPa) melalui perbedaan difusi *capillary-tissue cell gradient*. Ekstraksi oksigen jaringan dari darah umumnya terbatas, dan fungsi mitokondria akan berbahaya bila kadar $\text{PaO}_2 < 30$ mmHg (4.0 kPa) atau bila saturasi oksihemoglobin 30 %. Oksigen yang terpakai setiap menit lebih kecil dibanding oksigen yang tersedia yaitu sekitar 250-300 ml/ menit atau sekitar 700 ml pada laki-laki dewasa normal.

Kebutuhan oksigen normal (VO_2) pada keadaan istirahat adalah sekitar 200-250 ml/ menit, sedangkan cadangan oksigen laki-laki dewasa normal pada keadaan istirahat adalah sekitar 450-500 ml/ menit. Beberapa keadaan akan meningkatkan kebutuhan oksigen seperti demam, menggigil, sepsis, kecemasan, dan hiperkatabolisme.

Pemberian terapi oksigen harus disertai dengan usaha-usaha untuk:

1. Menurunkan kebutuhan oksigen yang berlebihan, misalnya mengompres dan memberi obat antipiretik terhadap pasien yang mengalami demam, memberi sedasi pasien cemas, dan dengan memasang ventilasi mekanik.
2. Meningkatkan kiriman oksigen (DO_2) dengan cara mengoreksi anemia yang ada, curah jantung yang rendah, dan faktor-faktor yang menyebabkan kurva disosiasi oksigen bergeser ke kiri.

Aplikasi klinis terapi oksigen.

Oksigen adalah obat dan harus digunakan secara benar. Pemberian oksigen umumnya adalah tindakan sementara untuk mengatasi hipoksemia, dan bukan untuk mengganti terapi definitif dari suatu penyakit penyebab. Pemberian terapi oksigen harus dipandu dengan sarana petunjuk oksigenisasi, seperti *pulse oximetry* SpO_2 , analisis gas darah, PO_2 darah vena campuran, dan lain-lain. Nilai kadar PaO_2 yang didapat harus selalu dihubungkan dengan konsentrasi fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) dan pola ventilasi pasien. Pemberian terapi oksigen harus kontiniu, pemberian oksigen intermitenakan merugikan karena kadar PaO_2 yang rendah akan menetap ketika oksigen diberikan. Pemberian oksigen akan memperbaiki hipoksemia hipoventilasi atau ketidakseimbangan ventilasi-perfusi (*ventilation:perfusion mismatch*). Pada

hipoksemia pirau kanan ke kiri, bila fraksi pirau melebihi 20-25 % seperti pada pneumonia berat, emboli paru, dan ARDS terapi oksigen kurang memberi respon walaupun diberikan oksigen 100 %. Dianjurkan memberikan fraksi oksigen inspirasi konsentrasi rendah untuk menjaga oksigenisasi jaringan tetap memadai. Tetapi bila hipoksemia berat mengancam nyawa pemberian fraksi oksigen inspirasi konsentrasi 100 % dapat dianjurkan.

- Hipoksemia ringan.

Penggunaan oksigen kateter nasal 2-4 l/ menit atau sungkup sederhana 4liter/ menit cocok.

- Hipoksia moderat dengan PaO_2 normal/rendah (gagal napas tipe I)

Sungkup sederhana dapat digunakan dengan aliran oksigen 4-15 liter/ menit sesuai dengan kadar PaO_2 dan kebutuhan pasien. Pasien dispneu berat dengan puncak laju aliran inspirasi memerlukan kiriman oksigen setinggi mungkin.

- Hipoksemia dengan PaCO_2 tinggi (gagal napas tipe II)

Hipoventilasi akibat depresi sistim saraf pusat, disfungsi neuromuskular, cedera kepala dan dinding dada abnormal.

Pemberian fraksi oksigen inspirasi tinggi dengan sungkup muka sederhana mungkin memadai. Intubasi endotrakea dapat dilakukan untuk menjaga patensi jalan

napas, dan ventilasi mekanik diperlukan jika usaha ventilasi tidak adekuat.

- Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK)

Terapi oksigen dapat diberikan dengan menggunakan sungkupventuri, dimulai dengan memberikan konsentrasi oksigen 24 %, setelah 30-60 menit pemberian oksigen dilakukan pemeriksaan analisis gas darah. Jika peningkatan kadar $\text{PaO}_2 < 10 \text{ mmHg}$ (1,3 kPa) dan bila kadarnya masih dibawah 75 mmHg (10 kPa), FiO_2 dapat ditingkatkan sampai 28 %. Pemahaman untuk membatasi pemberian FiO_2 karena *hypoxic drive* pernapasan takut tertekan tidak berdasarkan bukti ilmiah.

- Hipoksemia berat.

Memerlukan bantuan ventilasi mekanik. *Continuous positive airway pressure* (CPAP) dengan sungkup, atau ventilasi tekanan non invasive dapat dicoba untuk pasien-pasien yang sadar untuk menghindari intubasi. *Positive end-expiratory pressure* (PEEP) dapat digunakan untuk mengurangi FiO_2 .

Persediaan oksigen supranormal.

Pada manusia sehat, konsumsi oksigen (VO_2) dipertahankan relatif konstan diatas rentang DO_2 . Autoregulasi VO_2 ini terjadi untuk merespon peningkatan

ekstraksi oksigen terhadap penurunan DO_2 . Bila DO_2 turun dibawah titik kritis 5-10 ml/ kilogram berat badan, maka VO_2 akan tergantung pada DO_2 , hal ini menunjukkan persediaan oksigen ke jaringan tidak mencukupi. Beberapa peneliti melaporkan bahwa DO_2 kritis meningkat pada sepsis dan ARDS (16-22ml/kg BB menit) sebagai akibat gangguan ekstraksi oksigen dan peningkatan VO_2 . Beberapa relawan menganjurkan menggunakan DO_2 supranormal dan parameter hemodinamik dengan meningkatkan FiO_2 hemoglobin dan curah jantung, sehingga oksigenisasi jaringan tercukupi.

Penengkapan dan peralatan terapi oksigen.

Pemberian oksigen sebagian besar dapat dilakukan dengan menggunakan kateter hidung atau sungkup muka. Penting untuk diketahui, bahwa konsentrasi fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) yang dikirim melalui peralatan terapi oksigen akan merubah ventilasi pasien. Selain sirkuit pernapasan aliran rendah seperti ventilator dan beberapa *resuscitator bag valve mask* tidak ada peralatan terapi oksigen yang dapat mengirimkan oksigen 100 %, jika persediaan oksigen tidak lebih besar dari puncak

laju aliran inspirasi, *peak inspiratory flow rate* (PIFR). Puncak laju aliran inspirasi (PIFR) dewasa sehat pada saat istirahat adalah sekitar 25-35 liter/ menit, pada keadaan dispneu akan meningkat tinggi lebih dari 60 liter/ menit.

Persyaratan yang harus diperhatikan pada penggunaan peralatan terapi oksigen:

1. Konsentrasi fraksi oksigen inspirasi (FiO_2) dapat dikendalikan.
2. Tidak menyebabkan penumpukan CO_2 berlebihan.
3. Resistensi terhadap jalan napas minimal.
4. Penggunaan oksigen efisien dan ekonomis.
5. Nyaman bagi pasien.

Tabel 2. Peralatan terapi oksigen

Alat	Aliran Oksigen (L/menit)	Konsentrasi (%)
Kateter nasal	2-6	25-40
Sungkup semirigid (MC, Edinburgh, Hudson, Harris)	4-15	35-70
Sungkup Venturi; -Sungkup konsentrasi individu		24, 28,35

- Sungkup yang dapat dipertukarkan	6-12	40, 50, 60
Sungkup halus (pneumask, polymask, oxyaire)	4-15	40-80
Ventilator	Bervariasi	21-100
Sirkuit Anestesia	Bervariasi	21-100
Sirkuit CPAP	Bervariasi	21-100
Tudung kepala plastik	4-8	30-50
Kontainer oksigen kecil	7-10	60-80
Inkubator	3-8	Lebih dari 40 %

Teknik pemberian terapi oksigen.

1. *Fixed performance systems* (faktor pasien tidak mempengaruhi FiO_2).

a. *High-flow venturi-type masks*

Prinsip Venturi mengirimkan FiO_2 adalah tetap, aliran oksigen mengikuti udara. Sungkup venturidapat memberikan konsentrasi oksigen secara terpisah, misalnya; 24%, 28%, 35%, 40%. Penggunaan lainnya, sungkup muka 'short elephant trunk hose' dengan selubung tempel

mudah digunakan untuk mengatur konsentrasi oksigen. Aliran oksigen dapat diatur antara 6-8 liter/menit tergantung dari FiO_2 yang diinginkan. Aliran udara yang tinggi dan sungkup muka yang sesuai dengan ukuran wajah dapat menghilangkan terjadinya *rebreathing*. Sungkup Venturi tidak dapat mengirimkan FiO_2 yang diinginkan bila pasien mengalami dispneu berat.

b. *Low flow breathings circuits*

Yang termasuk dalam *low flow breathings circuits* adalah sirkuit anestesi, sirkuit CPAP (*continuous positive airway pressure*) atau spontanous PEEP (*positive end-respiratory pressure*). Sirkuit ini digabung dengan kantung penampung untuk mengirimkan FiO_2 dengancampuran udara segar, melalui pipa endotrakea atau sungkup muka ketat.

2. *Variable performance systems* (faktor pasien, faktor alat, dan aliran oksigen mempengaruhi FiO_2).

a. Sistem tanpa kapasitas

Termasuk dalam sistem tanpa kapasitas adalah kateter nasal dengan laju aliran rendah (kurang dari 2 liter/menit). Penyimpanan oksigendi saluran napas tidak memadai selama jeda

ekspirasi untuk mempengaruhi inspirasi selanjutnya secara signifikan. FiO_2 tergantung pada laju aliran oksigen tambahan dan puncak laju aliran inspirasi.

b. Sistem kapasitas rendah

i. Kateter nasal aliran tinggi

Penyimpanan oksigen yang signifikan terjadi selama jeda ekspirasi dan bervariasi sesuai dengan panjang jeda. Dengan variasi breath-to-breath dari PIFR, FiO_2 dalam ventilasi juga bervariasi. Aliran yang tinggi dapat menyebabkan rasa tidak nyaman dan kering pada mukosa nasal. Bagaimanapun, kateter nasal tersedia dengan harga yang murah dan mudah digunakan, dan pasien dapat makan dan minum selama menggunakan kateter nasal.

ii. *Simple, semi-rigid plastic mask* (Edinburg, Harris, Hudson).

Terjadi CO_2 rebreathing, terutama pada aliran yang rendah, laju aliran oksigen harus diatur 4 liter/menit atau lebih. Konsentrasi maksimum oksigen hanya 60-70% yang dapat dicapai dengan masker ini. Terdapat perbedaan yang besar antara FiO_2 dikirim dan diterima pasien

(misalnya FiO_2 intratrakea), terjadi peningkatan laju dan kedalaman pernapasan.

iii. *Tracheostomy masks*

Sungkup plastik semirigid ini bekerja dengan cara yang sama seperti sungkup wajah lainnya. Namun pengiriman oksigen yangdicapai sangat tergantung pada keberadaan pipa endotrakea dan status inflasi *cuff*. Jika tidak ada atau jika *cuff* mengempis, maka udara dari nasofaring akan bercampur dengan oksigen yang dari trakeostomi, dan selanjutnya terjadi pengenceran FiO_2 .

iv. *T-piece circuit*

Sistem sederhana, yang terdiri dari cabang inspirasi dan cabang ekspirasi yang membentuk bar 'T', dapat digunakan dengan tabung endotrakeal (oral, nasal atau trakeostomi), atau dengan sungkup tipe CPAP tertutup. Laju aliran oksigen harus cukup tinggi untuk mencocokkan PIFR pasien untuk mencegah *rebreathing* gas ekspirasi dan dengan demikian potensi penahanan udara dari cabang ekspirasi tidak terjadi.

v. *Face tent*

Face tent memiliki ukuran besar dan merupakan sungkup plastik semirigid yang menutupi bagian dagu dan pipi. Campuran oksigen dialirkan dari bawah sungkup dan udara dikeluarkan melalui bagian atas yang terbuka. Alat ini digunakan untuk menyediakan kelembaban dari humidifier yang dipanaskan.

Sistim kapasitas besar (terjadi penumpukan oksigen dan CO₂ bermakna).

- vi. *Soft plastic masks (pneumask, polymask, oxyaire)*

Sungkup ini mempunyai kantung reservoir serta ruang rugi efektif yang besar. FiO₂ pada sungkup ini lebih besar daripada sungkup semirigid, dapat terjadi CO₂ rebreathing jika suplai oksigen berkurang atau gagal. Penggunaan sungkup ini tidak dianjurkan pada pasien dengan kelainan kardiopulmoner karena harus menggunakan laju aliran oksigen yang tinggi. Rebreathing dapat dihindari dan pengiriman FiO₂ dapat meningkat, apabila ditambahkan katup tidak langsung, namun asfiksia dapat terjadi pada pasien yang tidak sadar apabila katup gagal.

- vii. *Oxygen headbox, tents, cots and incubators*
(terapi oksigen pada pediatrik.)

3. Peralatan tekanan positif

Non-invasive positive-pressure ventilation (NIPPV) memberikan oksigen dengan beberapa elemen tekanan positif selama siklus pernapasan. Tidak memerlukan instrumentasi saluran udara dapat dikirim dengan baik melalui sungkup tertutup ke wajah, hidung atau sebagai helm. Sistem CPAP yang paling sederhana adalah *T-piece* dengan katup tekanan positif yang melekat pada tangkai ekspirasi, seperti sistem Mapleson E. CPAP membantu meningkatkan *compliance* dan kapasitas residu fungsional (FRC). Tidak ada penahanan udara dan mungkin pertukaran gas awalnya meningkat dengan cepat. Secara teoritis tekanan positif menghambat penutupan alveolar, juga membantu alveolar untuk membuka kembali. Masalah potensial dengan sistem *CPAP T-piece* adalah bahwa laju aliran oksigen harus disesuaikan dengan PIFR pasien sehingga mencegah penutupan katup dan meningkatkan kerja pernapasan inspirasi. Metode lain NIPPV seperti *bilevel positive airway pressure* (BPAP) mengalirkan oksigen sesuai dengan kebutuhan pasien.

4. Metode lain pengiriman oksigen

Oksigenasi intravaskuler telah digunakan, tetapi tidak secara ekstensif, terutama pada populasi pasien *self-ventilating*. *Extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO) menopang jantung dan paru-paru dapat digantikan oleh oksigenator eksternal yang relatif sederhana seperti Novolung *interventional lung assist* (ILA). Dalam hal ini, aliran darah dapat dipompa atau bergantung pada sirkulasi pasien yang mirip dengan sistem hemodiafiltrasi. Fokus saat ini adalah pada penghapusan CO₂ dan peningkatan dalam kemampuan oksigasinya.

Terapi Oksigen pada pediatrik

Puncak aliran udara inspirasi pada anak lebih kecil karena mendekati aliran udara pada mesin anestesi. Namun, FiO₂ yang dicapai dapat lebih tinggi. Pada anak kateter nasal dan sungkup sulit dipertahakan. Kateter nasal dapat dimasukkan sampai uvula direkatkan pada wajah, cara ini cukup baik dan berguna untuk bayi dan anak kecil.

Headbox oksigen atau Tudung oksigen

Oksigen dialirkan ke dalam tudung yang menutupi kepala dan leher anak. FiO_2 bergantung pada gas murni, ukuran tudung, kebocoran tudung pada area leher, posisi kepala, dan seberapa sering tudung dilepaskan. Cara ini sangat berguna bagi bayi dan anak kecil, namun aliran udara yang diberikan harus tinggi dan konsentrasi oksigen didekat wajah harus dipantau.

Inkubator

Inkubator menyediakan oksigen dan suhu lingkungan yang netral. Jika inkubator sering dibuka maka konsentrasi oksigen akan berubah. Penggunaan tudung oksigen didalam inkubator umum digunakan agar memberikan lingkungan oksigen yang stabil.

Oksigen kontainer kecil

Oksigen kontainer kecil dapat digunakan pada anak berusia lebih besar. Apabila diakses atau dibuka maka perolehan kembali konsentrasi oksigen akan lama dan sulit untuk mencapai FiO_2 diatas 0,4.

Bahaya terapi oksigen

Suplai

Pasokan oksigen medis adalah gas yang dikompresi. Pasokan pipa ke 'dinding' biasanya pada 4 bar tekanan (3040 mmHg). Pasokan tabung saat penuh adalah 137 bar (104 120 mmHg). Dengan demikian, ada risiko penting saat menggunakan oksigen, yakni ledakan. Pemberian langsung oksigen pada tekanan pengiriman membawa risiko nyata barotrauma ke saluran napas dan alveoli, jika tidak diatur dengan katup pembatas tekanan yang sesuai, misalnya *flow meter OHE*.

Oksigen bisa juga terbakar. Kemungkinan percikan api di lingkungan yang kaya oksigen harus dihindari. Pasien tidak boleh merokok saat menerima terapi oksigen, bahkan melalui kanula hidung. Contoh lain adalah memastikan pasokan aliran oksigen ditutup atau dimatikan ketika dilakukan defibrilasi, karena dapat terjadi percikan dalam situasi ini.

Intoksikasi Oksigen

Toksisitas sistem saraf pusat (*Paul Bert effect*)

Terlihat saat menyelam, oksigen yang dikirim pada tekanan tinggi (> 3 atmosfer) dapat menyebabkan tanda-tanda dan kejang sistem saraf pusat akut.

Intoksikasi paru (*Lorriane Smith effect*)

Paparan FiO_2 yang tinggi akan menyebabkan cedera paru. Telah diketahui terjadi penurunan penyesuaian progresif dan berhubungan dengan edema interstisial, yang menyebabkan

fibrosis. Mekanisme masih belum jelas diketahui, tetapi diyakini melibatkan kerusakan sel langsung jaringan paru-paru oleh radikal bebas oksigen yang sangat reaktif. Konsentrasi oksigen yang tinggi menghasilkan konsentrasi radikal bebas yang lebih tinggi yang melampaui mekanisme pembilasan normal yang melapisi saluran pernapasan. Hal ini mungkin terkait dengan hilangnya surfaktan, dan peningkatan aktivitas simpatis dan kehancuran saluran napas karena kurangnya gas non pernapasan lainnya, menyebabkan kerusakan paru-paru. Bukti untuk mekanisme ini didukung oleh memburuknya kerusakan paru-paru yang terlihat pada keracunan paraquat. Paraquat menghasilkan sejumlah besar radikal oksigen bebas, dan pemberian oksigen tambahan memperburuk efeknya. Mendeteksi masalah ini sebagai etiologi tunggal untuk patologi paru bisa sulit, terutama karena indikasi biasa untuk terapi oksigen biasanya menyiratkan beberapa bentuk patologi paru.

Risiko kejadian intoksikasi pulmonal karena induksi oksigen tergantung pada konsentrasi dan durasi paparan. Namun, konsentrasi/ durasi apa yang mungkin menyebabkan toksisitas tidak jelas. Dalam beberapa subjek, waktu paparan panjang dan konsentrasi tinggi tidak menyebabkan masalah; namun, secara umum, pasien harus tetap di bawah FiO_2 0,5 jika memungkinkan, dan periode di atas ini harus dijaga seminimal mungkin. Periode paparan

'Aman' di atas 0,5 bervariasi dari 16 hingga 30 jam. Tanda-tanda klinis toksisitas oksigen tercantum dalam tabel 2.

Tabel 3. Gejala dan tanda intoksikasi oksigen

Sistem saraf pusat	Pulmonal
Mual dan muntah	Batuk kering
Cemas	Nyeri dada substernal
Perubahan visual	Napas pendek
Halusinasi	Edema pulmonal
Tinnitus	Fibrosis pulmonal
Vertigo	
Cegukan	
Kejang	

Displasia bronkopulmonal

Pertama kali dijelaskan pada tahun 1967, ini adalah bentuk penyakit paru-paru kronis yang berhubungan dengan ventilasi neonatal. Patofisiologinya termasuk faktor yang sama dengan bentuk dewasa, tetapi dengan efek tambahan imaturitas. Munculnya surfaktan dalam pengobatan gangguan pernapasan pada bayi baru lahir dan penambahan terapi steroid ibu untuk meningkatkan perkembangan paru

telah menurunkan insiden dan mengurangi keparahan penyakit.

Retinopati prematur (ROP)

Retinopati premature sebelumnya disebut sebagai fibroplasia retrolental, pertama kali dijelaskan pada tahun 1942. Retinopati prematur adalah gangguan vasoproliferatif dari mata neonatus prematur. Mirip dengan paru-paru, penyelesaian pengembangan vaskularisasi retina terlambat dalam kehamilan (32-34 minggu). Pada tahun 1950 terjadi epidemi retinopati prematur dan dihubungkan dengan terapi oksigen yang tidak terkontrol. Pengendalian terapi oksigen mengurangi kejadian ROP, tetapi angka kematian perinatal sekunder meningkat karena kegagalan pernapasan. Meskipun pengontrolan terapi oksigensemakin baik, tetapi ROP terus terjadi hal ini kemungkinan besar disebabkan karena kelangsungan hidup bayi-bayi prematur berat badan lahir rendah meningkat, bukan hanya karena pemberian PaO_2 yang tinggi. ROP adalah penyakit bipasik, pertama lingkungan yang relatif hiperoksik setelah melahirkan akan memperlambat atau bahkan menghentikan perkembangan vaskular retina bayi prematur. Kedua adalah pembentukan neovaskularisasi yang diinduksi hipoksik (*hypoxic-induced neovascularization*), seperti yang terlihat pada retinopati

diabetik. Kejadian ini menyebabkan jaringanparut fibrosa dengan risiko pelepasan retina.

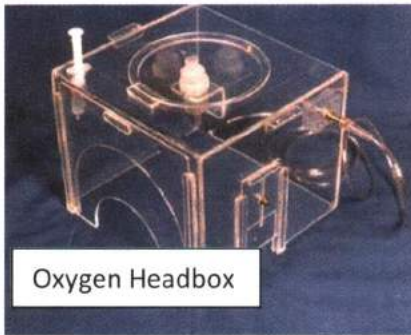
Terapi oksigen hiperbarik

Terapi oksigen hiperbarik adalah mengirimkan konsentrasi oksigen 100 % ke pasien dengan tekanan yang lebih tinggi dari atmosfer (2-3 atmosfer). Terapi oksigen hiperbarik bertujuan untuk meningkatkan jumlah oksigen yang dibawa plasma dari pada yang terikat pada hemoglobin, mengikuti hukum Henry. Pada suhu konstan, jumlah gas yang terlarut dalam suatu cairan sebanding dengan tekanan parsial gas tersebut. Bila tekanan parsial oksigen lingkungan meningkat, maka jumlah oksigen yang terlarut di plasma juga meningkat. Terapi oksigen hiperbarik digunakan untuk: keracunan karbon dioksida, emboli udara atau gas, *decompression sickness, osteoradionecrosis, clostridial myositis and myonecrosis*; juga dapat diberikan sebagai terapi tambahan pada: *radiation tissue damage, crush injuries, acute blood loss, compromised skin flaps or grafts, refractory osteomyelitis, intracranial abcess*, dan *enhancement of healing problem wounds*.

Keracunan karbon dioksida

Kekuatan afinitas karbon monoksida dengan hemoglobin 210 kali lebih kuat dibanding oksigen. Waktu paruh karboksihemoglobin di udara bebas adalah 320 menit, dengan terapi oksigen 100 % berkurang menjadi 90 menit, dan dengan pemberian terapi oksigen hiperbarik 3 atmosfer berkurang hingga menjadi 23 menit. Disosiasi kompetitif karbon monoksida dari ikatan haem dan oksigen terlarut diyakini mengurangi sekuele keracunan karbon monoksida. Beberapa faktor yang mungkin meningkatkan insiden sekuele neurologis keracunan karbon monoksida: usia > 35 tahun, waktu pajanan > 24 jam, koma, dan kadar karboksihemoglobin > 25 %. Terapi oksigen hiperbarik dapat menyebabkan komplikasi seperti barotrauma pada liang telinga tengah dan sinus, distensi saluran cerna, nyeri dan gigi tanggal; intoksikasi oksigen terutama karena pemakaian oksigen konsentrasi tinggi untuk waktu lama; kejang umum (efek Paul Bert); serta gangguan penglihatan seperti myopia akut dan katarak.

Lampiran 1. Gambar beberapa peralatan terapi oksigen



Oxygen Headbox



Sungkup
Hudson

Sungkup
Muka



Oxygen Headbox



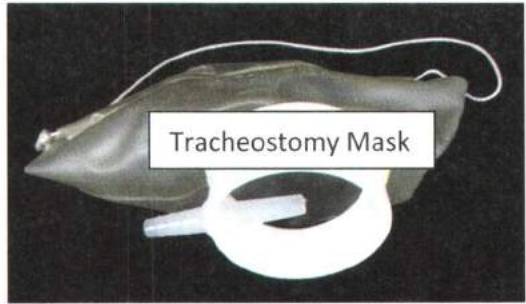
Oxygen
Tent



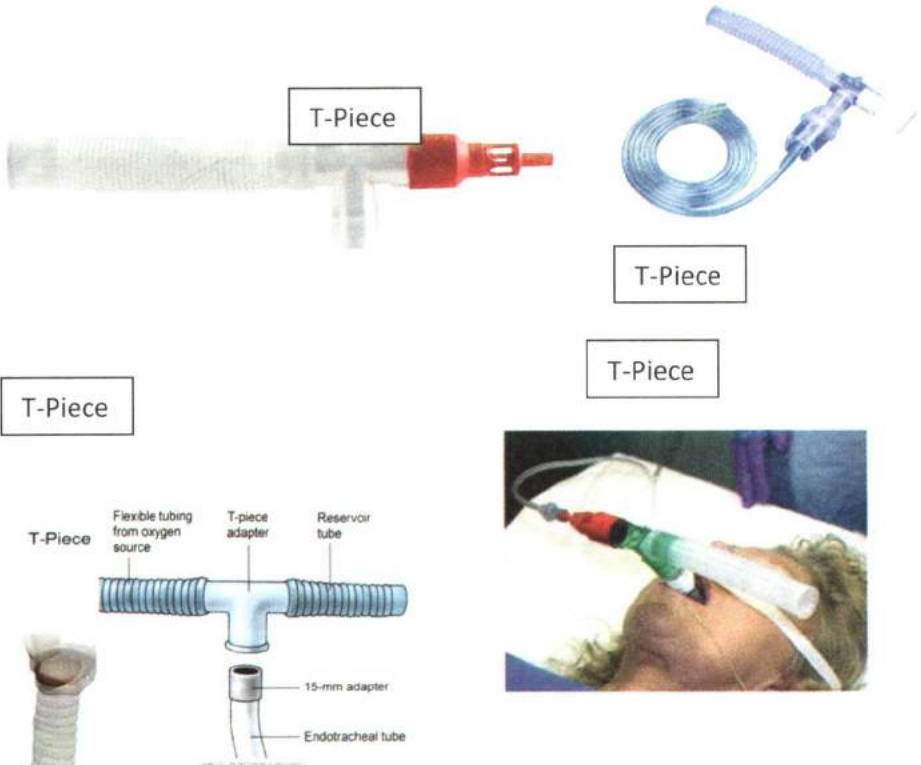
Face Tent



Face Tent



Lampiran 2. Gambar beberapa peralatan terapi oksigen



Daftar Pustaka

1. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Cardiovascular monitoring. Dalam: Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. Edisi ke-5, New York; Lange Medical Book, 2015: hal 87-07.
2. Wagstaff ATJ. Oxygen therapy. Dalam: Oh TE, ed., Intensive Care Manual. Edisi ke- 6, Oxford; Butterworth-Heinemann, 2009: hal 315-26.
3. Singh CP, Singh N, Singh J, Brar GK, Sing G. Oxygen therapy. Dalam: Indian Academy of Clinical Medicine. 2011; 2(3): 178-84.
4. Poovathumparambil V. Airway management in ED. Dalam: David SS, ed., Clinical Pathways in Emergency Medicine. Springer India, 2016: hal 3-17.
5. Fulmer JD, Snider GL. American College of Chest Physicians (ACCP), National Heart, Lung and Blood Institut (NHLBI) Conference on Oxygen Therapy. Arch Intern Med. 1984; 144: 1645-55.



FK UKI
Penerbit
Graha William Soeryadjaya
Jl. Mayjen Sutoyo No.2, Cawang
Jakarta Timur – 13630
Telp.(021)29362033, fk@uki.ac.id

ISBN 978-602-3653-73-5



9 786021 651735