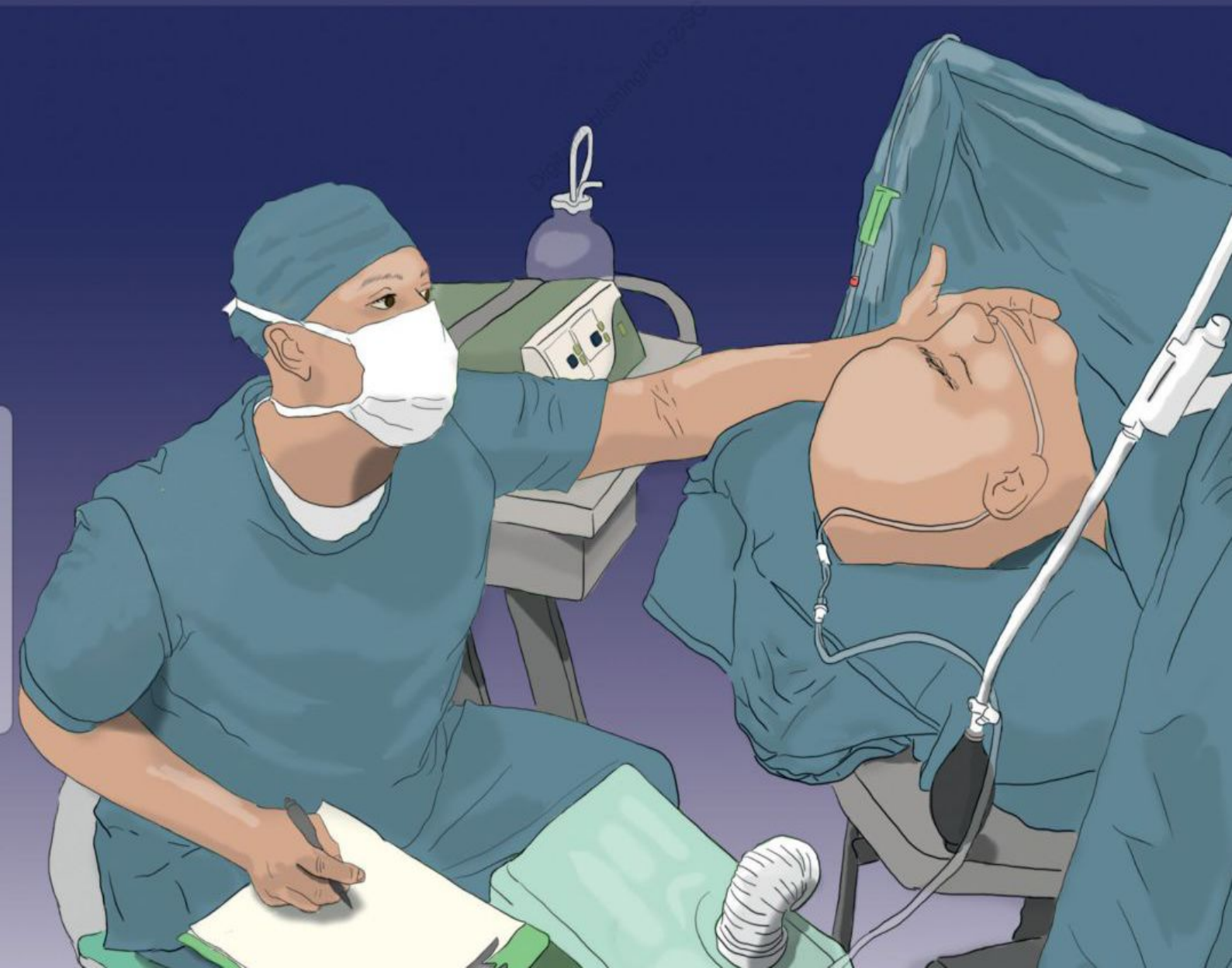


Anesthesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari



Edisi Pertama

Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014
tentang Hak Cipta**

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Edisi Pertama

Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari



Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta



Anestesiologi dan Terapi Intensif

Buku Teks KATI-PERDATIN

N. Margarita Rehatta | Elizeus Hanindito | Aida R. Tantri
Ike S. Redjeki | R. F. Soenarto | D. Yulianti Bisri
A. M. Takdir Musba | Mayang I. Lestari

GM 619206003

© Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
Gedung Gramedia Blok I, Lt. 5
Jl. Palmerah Barat 29-37, Jakarta 10270

Tim Redaksi:

Angela Christina, Annemarie Chrysantia Melati, Annisaa Yuneva, Claudia Lunaesti,
Deriyan Sukma Widjaja, Edwin Kilian Deges, Fransisca Dewi Kumala, Ignatia Novianti Tantri,
Indah Lestari, Karina Sonata Miguna, Luther Holan Parasian Napitupulu, Meliani Anggreni,
Steven Yoe, Tissyy Fabiola

Tata letak isi:

Fajarianto, Suprianto, Mulyono,
Ryan Pradana, Sukoco

Ilustrasi dan desain cover:

Media Aesculapius & Isran Febrianto

Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
Anggota IKAPI, Jakarta, 2019

www.gpu.id

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

ISBN: 978-602-06-3372-5

ISBN Digital:

Dicetak oleh Percetakan PT Gramedia, Jakarta
Isi di luar tanggung jawab Percetakan

KATA PENGANTAR KETUA PP PERDATIN

Assalaamualaikum wr. wb.,

Syukur, alhamdulillah, kita panjatkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya kita dapat menerbitkan *Anesthesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN*.

Saat ini, banyak tuntutan untuk meningkatkan dan menambah pelayanan di bidang kedokteran, termasuk bidang anestesi dan terapi intensif. Sehubungan dengan hal itu, dokter spesialis dan subspecialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif harus berperan aktif dalam menambah dan meningkatkan pelayanan tersebut, baik mengenai jenis prosedur baru, jumlah prosedur non-invasif, prosedur yang dilakukan di luar kamar bedah yang membutuhkan tenaga anestesi, pelayanan pasien kritis di ICU, pelayanan nyeri di rumah sakit, maupun pelayanan kegawatdaruratan.

Penatalaksanaan perioperatif juga sangat membutuhkan peran aktif dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif dalam mempersiapkan pelayanan bagi pasien yang mempunyai masalah kesehatan yang kompleks. Keadaan tersebut memberikan kesempatan sekaligus tantangan yang harus dijawab oleh para dokter tersebut dengan pelayanan yang bermutu yang menjamin keamanan pasien.

Dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif di Indonesia membutuhkan peningkatan kompetensi secara berkesinambungan dengan latar belakang pengetahuan dan keterampilan dan keterampilan yang mumpuni untuk memberikan pelayanan yang optimal. Pendidikan menjadi salah satu pilar penting dalam pembentukan dokter spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif yang kompeten. Sesuai visi Perhimpunan Dokter Spesialis Anesthesiologi dan Terapi Intensif (PERDATIN), yaitu mewujudkan pelayanan anestesi dan terapi intensif yang berkualitas, optimal, dan profesional, PERDATIN sangat mendukung penyusunan buku teks *Anesthesiologi dan Terapi Intensif* ini. Buku ini diharapkan dapat mendukung pendidikan dokter spesialis dan subspecialis anesthesiologi dan terapi intensif agar nantinya mereka dapat memiliki bekal keilmuan yang cukup untuk memberikan pelayanan yang prima kepada masyarakat.

Saya mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN selaku ketua tim editor dan ketua Kolegium Anesthesiologi dan Terapi Intensif (KATI) yang sudah mengawal proses penyusunan buku ajar ini sampai buku ini dapat diterbitkan. Terima kasih juga saya ucapkan kepada tim editor yang sudah menuangkan kemampuan yang luar biasa dalam mengorganisasi dan mengedit naskah buku ini sehingga menjadi buku ajar yang sinergis antara satu bagian dan bagian lainnya serta bersifat komprehensif bagi pembacanya. Tidak lupa, saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua kontributor yang sudah meluangkan waktu dan ilmunya untuk menyusun naskah buku ajar ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembacanya serta dapat meningkatkan kualitas pelayanan anestesi dan terapi intensif di Indonesia.

dr. Andi Wahyuningsih Attas, Sp.An, KIC, MARS

KATA PENGANTAR KETUA TIM EDITOR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas terbitnya *Anestesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN* ini. Buku ini disusun dengan tujuan menjadi salah satu standar referensi yang dapat diterima di seluruh pusat pendidikan anestesi di Indonesia, dan juga bagi praktik anestesi dan terapi intensif di Indonesia. Terdiri dari 17 bagian, buku ini mengulas mulai dari fisiologi dan farmakologi yang berhubungan dengan anestesi dan terapi intensif, sampai praktik manajemen anestesi, penanggulangan nyeri, kegawatdaruratan serta terapi intensif pada berbagai prosedur dan komorbid pasien.

Anestesiologi dan Terapi Intensif adalah ilmu yang berkembang dengan sangat pesat dalam dekade terakhir. Menyadari luasnya cakupan Anestesiologi dan Terapi Intensif, kami mengajak seluruh program studi pendidikan dokter spesialis anestesiologi dan terapi intensif serta keseminatan yang ada di Indonesia untuk bersama-sama menyelesaikan buku ini. Kami berharap buku ini dapat berguna tidak hanya bagi mahasiswa dan peserta didik program pendidikan dokter spesialis anestesiologi, tetapi juga bagi pengembangan keprofesian dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi di Indonesia. Kami bersyukur bahwa dalam proses yang cukup panjang ini—sejak penulisan awal hingga proses penerbitan—semua pihak dapat bekerja sama dengan sangat baik sehingga akhirnya buku ini dapat menjadi buku yang isinya cukup komprehensif.

Terima kasih saya ucapkan pada semua kontributor yang telah memberikan waktunya untuk meluapkan ilmu yang dimilikinya dalam bentuk tulisan-tulisan di buku ini. Tidak lupa saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim editor yang telah mengatur, menilik, dan mempercepat proses persiapan naskah serta proses lainnya sampai pada penerbitan buku ajar ini. Proyek pembuatan buku ini tidak akan terwujud tanpa kerja keras semua pihak yang memiliki kerinduan yang sama untuk menyusun bahan referensi anestesiologi yang baik di Indonesia.

Akhir kata, saya selaku ketua Kolegium Anestesiologi dan Terapi Intensif Indonesia (KATI) berharap buku ini dapat bermanfaat bukan hanya untuk proses pengajaran dokter anestesiologi, tetapi juga untuk semua pihak yang menggunakannya.

Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN

PARA KONTRIBUTOR

A. Husni Tanra
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
Makassar, Sulawesi Selatan

Achsanuddin Hanafie
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Adhrie Sugiarto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Agus Baratha Suyasa
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Rumah Sakit Kasih Ibu
Denpasar, Bali

Agustina Br Haloho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Aida Rosita Tantri
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo

Jakarta, DKI Jakarta
Aino Nindya Auerkari
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Akhmad Yun Jufan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Akhyar H. Nasution
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Aldy Heriwardito
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Alfan Mahdi Nugroho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Amir S. Madjid
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Anas Alatas
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Andi Ade Wijaya Ramlan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Andi M. Takdir Musba
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Andi Miarta
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Anggara Gilang Dwiputra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

April Poerwanto Basoeki
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Ardana Tri Arianto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Ardi Zulfariansyah
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ari Santri Palinrungi
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Arie Utariani
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Aries Perdana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Arif Hari Martono Marsaban
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Aswoco Andyk Asmoro
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Bambang Pujo Semedi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Bambang Suryono Suwondo
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Bastian Lubis
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Bintang Pramodana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Bondan Irtani Cahyadi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Calcarina Fitriani Retno Wisudarti
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Christopher Kapuangan
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Christopher Ryalino
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RS Udayana
Denpasar, Bali

Cindy Elfira Boom
RS Jantung dan Pembuluh Darah Nasional
Harapan Kita
Jakarta, DKI Jakarta

Cut Meliza Zainumi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Dadik Wahyu Wijaya
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Darto Satoto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Dedi Fitri Yadi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Dewi Yulianti Bisri
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Dhany Budipratama
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Diana Christine Lalenoh
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi
RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, Sulawesi
Utara

Dita Aditianingsih
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Djayanti Sari
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Djudjuk Rahmad Basuki
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Doddy Tavianto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Elizeus Hanindito

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Erwin Pradian

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ezra Oktaliansah

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Faisal Muchtar

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Fajar Perdhana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Fildza Sasri Peddyandhari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Fredi Heru Irwanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Gezy Weita Giwangkencana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Haizah Nurdin

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Hamzah

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Hari Hendriarto Satoto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Hasanul Arifin

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
Medan, Sumatra Utara

Heri Dwi Purnomo

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Hermanus Jacobus Lalenoh

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi
RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, Sulawesi
Utara

Heru Dwi Jatmiko

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Hisbullah

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif,
dan Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

I Gusti Ngurah Mahaalit Aribawa

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RS Udayana
Denpasar, Bali

I Ketut Wibawa Nada

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Made Adi Parmana

RS Jantung dan Pembuluh Darah Nasional Harapan
Kita
Jakarta, DKI Jakarta

I Made Agus Kresna Sucandra

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Putu Agus Surya Panji

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

I Putu Pramana Suarjaya

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Ibnu Umar

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Ike Sri Redjeki

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Indriasari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Indro Mulyono

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Isngadi

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Iwan Abdul Rachman

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Iwan Fuadi

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Jefferson K. Hidayat

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Juni Kurniawaty

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Lucky Andriyanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

H. M. Ruswan Dahlan

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Made Wiryana

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Marilaeta Cindryani

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Mayang Indah Lestari

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Mohammad Sofyan Harahap

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Muhammad Dwi Satriyanto

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif RS
Eka Hospital
Pekanbaru, Riau

Muhammad Ramli Ahmad

Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Mujahidin

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
RSUD Zainoel Abidin
Banda Aceh, Aceh

Nancy Margarita Rehatta

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Navy Lolong Wulung

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RS Persahabatan
Jakarta, DKI Jakarta

Nurita Dian Kestriani Saragih Sitio

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Osmond Muftilov Pison

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Philia Setiawan

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Pryambodho

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Purwoko

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

R Besthadi Sukmono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Rahendra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Ratna Farida Soenarto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Reza Widiyanto Sujud
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Ristiawan Muji Laksono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Riyadh Firdaus
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Rizal Zainal
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Rommy F. Nadeak
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Rose Mafiana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Ruddi Hartono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Rudi Kurniadi Kadarsah
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Rudy Vitraludyono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Rudyanto Sedono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Ruli Herman Sitanggang
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Satrio Adi Wicaksono
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Septian Adi Permana
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
RSUD dr. Moewardi
Surakarta, Jawa Tengah

Sidharta Kusuma Manggala
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Siti Chasnak Saleh
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
RSUD Dr. Soetomo
Surabaya, Jawa Timur

Susilo Chandra
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta, DKI Jakarta

Syafri K. Arif
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Syafuruddin Gaus
Departemen Anestesiologi, Perawatan Intensif, dan
Manajemen Nyeri Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin
RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo
Makassar, Sulawesi Selatan

Tasrif Hamdi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Tatag Istanto
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Taufik Eko Nugroho
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Taufiq Agus Siswagama
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
RSUD Dr. Saiful Anwar
Malang, Jawa Timur

Tinni Trihartini Maskoen
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran
RSUP Dr. Hasan Sadikin
Bandung, Jawa Barat

Tjokorda Gde Agung Senapathi
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
RSUP Sanglah
Denpasar, Bali

Widya Istanto Nurcahyo
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
RSUP Dr. Kariadi
Semarang, Jawa Tengah

Yunita Widyastuti
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Yusmein Uyun
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan
Keperawatan Universitas Gadjah Mada
RSUP Dr. Sardjito
Yogyakarta, DI Yogyakarta

Yusni Puspita
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

Yutu Solihat
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara
RSUP H. Adam Malik
Medan, Sumatra Utara

Zafrullah Khany Jasa
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
RSUD Zainoel Abidin
Banda Aceh, Aceh

Zulkifli
Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
RSUP Dr. Mohammad Hoesin
Palembang, Sumatra Selatan

DigitalPublishing/KG-2/SC

DAFTAR ISI

Kata Pengantar Ketua PP Perdatin	v
Kata Pengantar Ketua Tim Editor	vi
Para Kontributor	vii
BAGIAN 1: SEJARAH ANESTESIOLOGI	1
BAB 1 SEJARAH ANESTESI	2
<i>Ratna Farida Soenarto, M. Ruswan Dachlan</i>	
BAGIAN 2: ANESTESIOLOGI DASAR	7
BAB 2 ANATOMI SISTEM PERNAPASAN	8
<i>Indro Mulyono, Navy Lolong Wulung</i>	
BAB 3 FISIOLOGI SISTEM PERNAPASAN	18
<i>Indro Mulyono, Navy Lolong Wulung</i>	
BAB 4 ANATOMI JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH	27
<i>Mayang Indah Lestari, Philia Setiawan</i>	
BAB 5 FISIOLOGI JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH	36
<i>Siti Chasnak Saleh, Philia Setiawan</i>	
BAB 6 ANATOMI SISTEM SARAF	53
<i>Mayang Indah Lestari, Andi M. Takdir Musba</i>	
BAB 7 FISIOLOGI SISTEM SARAF PUSAT DAN PERIFER	77
<i>Siti Chasnak Saleh, Andi M. Takdir Musba</i>	
BAB 8 ANATOMI SISTEM METABOLISME DAN EKSKRESI	91
<i>Muhammad Ramli Ahmad, Mujahidin</i>	
BAB 9 FISIOLOGI SISTEM METABOLISME DAN EKSKRESI	101
<i>Muhammad Ramli Ahmad, Mujahidin</i>	
BAB 10 PENGELOLAAN JALAN NAPAS DEWASA	120
<i>Adhrie Sugiarto</i>	
BAB 11 PENGELOLAAN JALAN NAPAS SULIT	129
<i>Adhrie Sugiarto</i>	
BAB 12 PENGELOLAAN JALAN NAPAS NEONATUS, BAYI, DAN ANAK	140
<i>Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	
BAB 13 FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI INTRAVENA	154
<i>Hasanul Arifin, Cut Meliza Zainumi</i>	

BAB 14	FARMAKOLOGI ANALGETIK <i>Heri Dwi Purnomo, Aida Rosita Tantri</i>	165
BAB 15	FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI INHALASI <i>Doddy Tavianto, Gezy Weita Giwangkencana</i>	180
BAB 16	FARMAKOLOGI OBAT ANESTETIK LOKAL <i>Widya Istanto Nurcahyo, Raden Besthadi Sukmono</i>	188
BAB 17	FARMAKOLOGI OBAT PELUMPUH OTOT <i>Aswoko Andyk Asmoro, Rudy Vitraluldyono</i>	193
BAB 18	FARMAKOLOGI OBAT AJUVAN ANESTESI <i>Mohammad Sofyan Harahap, Tatag Istanto</i>	201
BAGIAN 3: PRINSIP KEDOKTERAN PERIOPERATIF		215
BAB 19	PUASA PRABEDAH <i>Haizah Nurdin, Syafruddin Gaus</i>	216
BAB 20	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM PERNAPASAN <i>Djudjuk Rahmad Basuki, Taufiq Agus Siswagama</i>	219
BAB 21	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM KARDIOVASKULAR <i>Widya Istanto Nurcahyo, Bondan Irtani Cahyadi</i>	229
BAB 22	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN HATI <i>Hamzah</i>	241
BAB 23	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN GINJAL <i>Rudi Kurniadi Kadarsah, Iwan Abdul Rachman</i>	247
BAB 24	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN SISTEM ENDOKRIN <i>Hisbullah Amin, Faisal Muchtar</i>	258
BAB 25	ANESTESI PADA STROKE AKUT <i>Yunita Widyastuti, Akhmad Yun Jufan</i>	271
BAB 26	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN OBESITAS <i>Hamzah</i>	279
BAB 27	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN INTOLERANSI OPIOID <i>Aida Rosita Tantri</i>	283
BAB 28	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN SINDROM MARFAN <i>Reza Widiyanto Sujud, Indriasari</i>	288
BAB 29	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN MYASTHENIA GRAVIS <i>Bambang Pujo Semedi</i>	292
BAB 30	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN HIPERTERMI MALIGNA <i>Ratna Farida Soenarto, Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	295
BAB 31	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN FEOKROMOSITOMA <i>Djayanti Sari, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti</i>	302
BAB 32	ANESTESI PADA PENYAKIT JANTUNG BAWAAN SIANOTIK <i>Cindy Elfira Boom, I Made Adi Parmana</i>	309
BAB 33	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN PENYAKIT JANTUNG BAWAAN ASIANOTIK <i>Heri Dwi Jatmiko, Tatag Istanto</i>	317
BAB 34	ANESTESI PADA PASIEN DENGAN THALASEMIA DAN GANGGUAN PEMBEKUAN LAINNYA <i>Diana Christine Lalenoh, Hermanus Jacobus Lalenoh</i>	324
BAB 35	PEMANTAUAN DALAM ANESTESI <i>Ezra Oktaliansah, Ardi Zulfariansyah</i>	329
BAB 36	POST-ANESTHESIA CARE <i>Yunita Widyastuti, Juni Kurniawaty</i>	343

BAGIAN 4: CAIRAN, ELEKTROLIT, DAN ASAM BASA	359
BAB 37 TERAPI CAIRAN	360
<i>Amir Sjarifuddin Madjid, Sidharta Kusuma Manggala</i>	
BAB 38 GANGGUAN KESEIMBANGAN ELEKTROLIT	370
<i>Zulkifli, Fredi Heru Irwanto</i>	
BAB 39 KESEIMBANGAN ASAM BASA	379
<i>Zulkifli, Agustina Haloho</i>	
BAGIAN 5: ANESTESI UMUM	389
BAB 40 ANESTESI UMUM	390
<i>I Putu Agus Surya Panji, Marilaeta Cindryani</i>	
BAB 41 ANESTESI BALANS	397
<i>Iwan Fuadi, Dedi Fitri Yadi</i>	
BAB 42 MESIN ANESTESI	405
<i>Aldy Heriwardito</i>	
BAB 43 KOMPLIKASI ANESTESI UMUM	415
<i>Ruli Herman Sitanggang, Osmond Muftilov</i>	
BAGIAN 6: ANESTESI REGIONAL	425
BAB 44 BLOK NEURAKSIAL	426
<i>Aida Rosita Tantri, Raden Besthadi Sukmono</i>	
BAB 45 BLOK PERIFER DASAR	444
<i>Darto Satoto, Aida Rosita Tantri</i>	
BAB 46 BLOK TRUNKAL	466
<i>Pryambodho, Rahendra</i>	
BAGIAN 7: ANESTESI BERDASARKAN TIPE PEMBEDAHAN	477
BAB 47 ANESTESI PADA PASIEN OSA	478
<i>Purwoko, Septian Adi Permana</i>	
BAB 48 ANESTESI PADA BEDAH TELINGA	491
<i>Purwoko, Septian Adi Permana</i>	
BAB 49 ANESTESI PADA BEDAH JALAN NAPAS ATAS	502
<i>Purwoko, Ardana Tri Nugroho</i>	
BAB 50 ANESTESI PADA BEDAH TONSIL	509
<i>Purwoko, Heri Dwi Purnomo</i>	
BAB 51 ANESTESI PADA BEDAH ORTOPEDI	517
<i>Rizal Zainal, Mayang Indah Lestari</i>	
BAB 52 ANESTESI PADA BEDAH LAPARASKOPI	525
<i>Muhammad Ramli Ahmad, Haizah Nurdin</i>	
BAB 53 ANESTESI PADA BEDAH MATA	534
<i>Susilo Chandra, Rahendra</i>	
BAB 54 ANESTESI PADA BEDAH UROLOGI	542
<i>I Putu Pramana Suarjaya, I Gusti Ngurah Mahaalit Arimbawa</i>	
BAB 55 ANESTESI PADA BEDAH RAWAT JALAN	563
<i>Arif Hari Martono Marsaban, I Gusti Ngurah Mahaalit Arimbawa</i>	
BAB 56 ANESTESI DI LUAR KAMAR BEDAH	572
<i>M. Ruswan Dahlan, Anggara G. Dwiputra</i>	
BAB 57 ANESTESI PADA BEDAH ONKOLOGI	580
<i>Zafrullah Khany Jasa</i>	

BAB 58	ANESTESI PADA BEDAH PLASTIK <i>Akhyar H. Nasution, Tasrif Hamdi</i>	588
BAGIAN 8: ANESTESI PADA BEDAH OBSTETRI		595
BAB 59	ANATOMI DAN FISILOGI PADA KEHAMILAN <i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>	596
BAB 60	ANALGESIA PADA PERSALINAN <i>Alfan Mahdi Nugroho</i>	608
BAB 61	ANESTESI BEDAH OBSTETRI <i>Achsanuddin Hanafie, Dadik Wahyu Wijaya</i>	616
BAB 61	MANAJEMEN ANESTESI PADA PASIEN OBSTETRI RISIKO TINGGI <i>Isngadi, Ruddi Hartono</i>	621
BAB 63	ANESTESI PADA KEHAMILAN UNTUK PEMBEDAHAN NON-OBSTETRI <i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>	634
BAGIAN 9: ANESTESI PADA BEDAH SARAF		641
BAB 64	FISILOGI ALIRAN DARAH OTAK DAN TEKANAN INTRAKRANIAL <i>Rose Mafiana</i>	642
BAB 65	METABOLISME SEREBRAL <i>Rose Mafiana</i>	647
BAB 66	PEMANTAUAN NEUROFISILOGI DAN NEUROFARMAKOLOGI <i>Riyadh Firdaus</i>	651
BAB 67	PENGARUH OBAT ANESTESI PADA SISTEM SARAF PUSAT (SSP) <i>Riyadh Firdaus</i>	658
BAB 68	TEKNIK PENGENDALIAN TEKANAN INTRAKRANIAL <i>Dewi Yulianti Bisri, Diana Christine Lalenoh</i>	662
BAB 69	ANESTESI PADA BEDAH SARAF <i>Dewi Yulianti Bisri, Agus Baratha Suyasa</i>	669
BAB 70	CEDERA TULANG SERVIKAL <i>Dewi Yulianti Bisri, Muhammad Dwi Satriyanto</i>	680
BAGIAN 10: ANESTESI PADA BEDAH KARDIOTORASIK		689
BAB 71	SIRKULASI SISTEMIK DAN PULMONAL <i>Aries Perdana, Fildza Sasri Peddyandhari</i>	690
BAB 72	GANGGUAN VENTILASI DAN PERFUSI SELAMA BEDAH KARDIOTORAKS <i>Hari Hendriarto Satoto, Taufik Eko Nugroho</i>	703
BAB 73	ANESTESI PADA GANGGUAN SISTEM JANTUNG, PARU, DAN MEDIASTINUM <i>Heru Dwi Jatmiko, Satrio Adi Wicaksono</i>	708
BAB 74	VENTILASI SATU PARU <i>Anas Alatas</i>	724
BAB 75	PEMANTAUAN HEMODINAMIK INVASIF PADA BEDAH KARDIOTORASIK <i>Jefferson K. Hidayat, Fildza Sasri Peddyandhari</i>	734
BAB 76	ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG DEWASA <i>I Ketut Wibawa Nada</i>	744
BAB 77	ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG ANAK <i>Philia Setiawan, Fajar Perdhana</i>	755
BAB 78	ANESTESI PADA BEDAH TORAKS <i>Yutu Solihat, Akhyar H. Nasution</i>	774

BAGIAN 11: ANESTESI PEDIATRI	781
BAB 79 ANATOMI DAN FISILOGI PASIEN PEDIATRI <i>Elizeus Hanindito</i>	782
BAB 80 FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI PADA PASIEN PEDIATRI <i>Elizeus Hanindito</i>	785
BAB 81 TERAPI CAIRAN DAN ELEKTROLIT PADA PASIEN PEDIATRI <i>Arie Utariani, Bambang Pujo Semedi</i>	789
BAB 82 MANAJEMEN DAN PEMANTAUAN INTRAOPERATIF PADA PASIEN PEDIATRI <i>Arie Utariani, Lucky Andriyanto</i>	801
BAB 83 KOMPLIKASI ANESTESI PEDIATRI <i>Djayanti Sari, Juni Kurniawaty</i>	806
BAB 84 ANESTESI REGIONAL PADA PASIEN PEDIATRI <i>Rahendra</i>	820
BAB 85 TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH PADA PASIEN PEDIATRI <i>Andi Ade Wijaya Ramlan</i>	842
BAGIAN 12: ANESTESI GERIATRI	853
BAB 86 PERUBAHAN ANATOMI DAN FISILOGI PADA GERIATRI <i>Nancy Margarita Rehatta, Djayanti Sari</i>	854
BAB 87 PERUBAHAN FARMAKOLOGI PADA PASIEN GERIATRI <i>Nancy Margarita Rehatta, Susilo Chandra</i>	865
BAB 88 TATA LAKSANA ANESTESI PADA PASIEN GERIATRI <i>Susilo Chandra, Bintang Pramodana</i>	871
BAB 89 TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH PADA PASIEN GERIATRI <i>Susilo Chandra, Bintang Pramodana</i>	878
BAGIAN 13: TERAPI INTENSIF	881
BAB 90 ILMU DASAR TERAPI INTENSIF <i>Sidharta Kusuma Manggala</i>	882
BAB 91 PENCEGAHAN KOMPLIKASI PERAWATAN INTENSIF <i>Erwin Pradian, Nurita Dian Kestriani Saragih Sitio</i>	892
BAB 92 AKSES VASKULAR <i>Haizah Nurdin, Syafri K. Arif</i>	901
BAB 93 VENTILASI MEKANIK <i>Faisal Mukhtar, Hisbullah</i>	915
BAB 94 SISTEM PENOPANG ORGAN <i>Zulkifli, Mayang Indah Lestari</i>	932
BAB 95 PEMERIKSAAN PENUNJANG PADA PASIEN SAKIT KRITIS <i>Achsanuddin Hanafie, Rommy F. Nadeak</i>	941
BAB 96 GANGGUAN RESPIRASI <i>Ike Sri Redjeki</i>	953
BAB 97 GANGGUAN HEMODINAMIK <i>Dita Aditianingsih, Sidharta Kusuma Manggala</i>	964
BAB 98 GANGGUAN SISTEM SARAF PUSAT <i>Achsanuddin Hanafie, Bastian Lubis</i>	987
BAB 99 GANGGUAN FUNGSI ORGAN LAINNYA <i>Syafri K. Arif, Ari Santri Palinrungi</i>	996
BAB 100 INFLAMASI DAN INFEKSI SISTEM ORGAN <i>Zulkifli, Andi Miarta</i>	1007

BAB 101	TERAPI NUTRISI DAN METABOLISME <i>Tinni Trihartini Maskoen, Dani Budi Pratama</i>	1022
BAB 102	ANTIBIOTIK <i>Yusni Puspita, Ibnu Umar</i>	1030
BAB 103	TERAPI PALIATIF <i>Rudyanto Sedono, Adhrie Sugiarto</i>	1038
BAB 104	END OF LIFE CARE <i>Made Wiryana, I Made Agus Kresna Sucandra</i>	1043
BAGIAN 14: TRAUMATOLOGI DAN ANESTESI BEDAH DARURAT		1051
BAB 105	PENILAIAN AWAL, RESUSITASI, DAN STABILISASI <i>Mayang Indah Lestari, Andi Miarta</i>	1052
BAB 106	CARDIOPULMONARY RESUSCITATION <i>April Poerwanto Basoeki, Aida Rosita Tantri</i>	1062
BAB 107	PERAWATAN PASCAHENTI JANTUNG <i>April Poerwanto Basoeki, Mayang Indah Lestari</i>	1069
BAB 108	SEDASI DAN ANALGESIA DI RUANG EMERGENSI <i>Yusni Puspita, Aida Rosita Tantri</i>	1084
BAB 109	ANESTESI BEDAH DARURAT <i>Riyadh Firdaus</i>	1090
BAB 110	KEDOKTERAN EMERGENSI <i>Aino Nindya Auerkari</i>	1104
BAGIAN 15: PENGELOLAAN NYERI		1113
BAB 111	DEFINISI, MEKANISME, DAN KLASIFIKASI NYERI <i>A. Husni Tanra, Andi M. Takdir Musba</i>	1114
BAB 112	TATA LAKSANA NYERI PASCABEDAH <i>Tjokorda Gde Agung Senapathi, Christopher Ryalino</i>	1124
BAB 113	TATA LAKSANA NYERI KRONIS <i>Andi M. Takdir Musba, Ristiawan M. Laksono</i>	1134
BAB 114	TATA LAKSANA NYERI PALIATIF <i>Nancy Margarita Rehatta, Syafruddin Gaus</i>	1147
BAGIAN 16: TRANSPLANTASI ORGAN		1157
BAB 115	ANESTESI PADA TRANSPLANTASI GINJAL <i>Dita Aditianingsih</i>	1158
BAB 116	ANESTESI PADA TRANSPLANTASI HATI <i>Christopher Kapuangan</i>	1171
BAGIAN 17: KOMUNIKASI DAN PROFESIONALISME		1179
BAB 117	KOMUNIKASI DAN PROFESIONALISME <i>Arif H. M. Marsaban, Tjokorda Gde Agung Senapathi, dan Christopher Ryalino</i>	1180

BAB 94

SISTEM PENOPANG ORGAN

Zulkifli, Mayang Indah Lestari

PENDAHULUAN

Pasien kritis merupakan pasien yang berpotensi atau mengalami gangguan fungsi organ, meliputi gangguan jalan napas, pernapasan, kardiovaskular, neurologis, atau kombinasinya, sehingga memerlukan perawatan intensif yang dilengkapi dengan personel terlatih dan peralatan berteknologi canggih.¹² Pada pasien kritis, gangguan fungsi organ yang terjadi dapat mengancam nyawa dan apabila tidak ditatalaksanakan segera dan dengan tepat, dapat menyebabkan kematian. Penatalaksanaan tersebut berupa topangan yang disesuaikan dengan gangguan fungsi organ yang terjadi. Bab ini akan membahas manajemen pernapasan, obat-obatan penopang sirkulasi, dan *extracorporeal blood purification*.

MANAJEMEN PERNAPASAN

Manajemen pernapasan meliputi tindakan membebaskan jalan napas, baik sederhana maupun lanjut, dan ventilasi mekanik. Subbab ini akan membahas *percutaneous dilatational tracheostomy* (PDT), karena tindakan dalam manajemen jalan napas dan ventilasi mekanik telah dijelaskan dalam bab lain di buku ini. Pembahasan PDT meliputi definisi, indikasi kontraindikasi, komplikasi, prosedur tindakan, perawatan pasca-tindakan, dan dekanulasi.

DEFINISI

Trakeostomi adalah proses membuat lubang pada dinding anterior trakea dan merupakan prosedur tertua dan yang tersering dilakukan pada pasien dengan penyakit kritis. Trakeostomi surgikal pertama kali diperkenalkan oleh Jackson pada tahun 1909 dan menjadi populer saat terjadi endemik polio. Pada tahun 1985, Ciaglia menemukan teknik melakukan trakeostomi dengan *guide wire*, yang kemudian menjadi salah satu standar pelayanan di ICU menggantikan trakeostomi surgikal. Pada beberapa keadaan, trakeostomi surgikal masih tetap digunakan.³

PDT melibatkan diseksi tumpul pada jaringan pratrakeal, diikuti dengan dilatasi trakea melalui sebuah *guide wire*, dan insersi kanul trakeal menggunakan teknik Seldinger. Pada pasien yang tidak bermasalah, PDT dilakukan oleh intensivis secara *bedside* dan cukup aman bila dibandingkan dengan trakeostomi surgikal dengan risiko infeksi yang lebih kecil. Selain itu, tindakan ini lebih *cost-saving*.³

INDIKASI

PDT bermanfaat bagi pasien kritis. Pada sebuah penelitian, trakeostomi yang dilakukan lebih dini (<10 hari) tidak lebih baik dibandingkan setelah 10 hari. Satu keuntungan trakeostomi lebih dini adalah lama

Tabel 94.1 Kontraindikasi tindakan PDT

Absolut	Relatif
Bayi	Pembesaran kelenjar tiroid
Infeksi pada lokasi insersi	Ada pulsasi pembuluh darah di daerah insersi
Operator yang tidak berpengalaman	Anatomi yang sulit
Cedera servikal yang tidak stabil	Koagulopati
Koagulopati yang tidak terkontrol	Ujung yang dekat dengan luka bakar atau luka operasi
	Membutuhkan PEEP atau FiO ₂ yang tinggi (PEEP >10 cmH ₂ O, FiO ₂ >70%)
	Riwayat cedera servikal atau trakeostomi
	Radioterapi pada daerah servikal dalam 4 minggu
	Perlengketan yang besar pada arteri inominata
	Infeksi lokal yang terkontrol

Diadaptasi dari Mehta C, et al. 2017.³

penggunaan ventilator yang memendek. Indikasi trakeostomi antara lain:³

- Memintas (*bypass*) sumbatan glotis dan supraglotis.
- Menjadi akses untuk *tracheal toilet*.
- Memberikan jalan napas yang lebih nyaman bagi yang memerlukan bantuan ventilasi yang lama.
- Memberikan proteksi jalan napas dari aspirasi.
- Memfasilitasi pasien untuk penyapihan dari ventilator.

KONTRAINDIKASI

Kontraindikasi PDT diuraikan dalam tabel Tabel 94.1.

KOMPLIKASI

Komplikasi PDT diuraikan dalam Tabel 94.2.

PROSEDUR TINDAKAN

Langkah-langkah melakukan PDT adalah sebagai berikut:

1. Posisikan pasien dengan ekstensi maksimum pada leher.
2. Pastikan pasien teroksigenasi dengan FiO₂ 100%.
3. Pastikan pasien dalam keadaan tersedasi adekuat dan paralisis (bila diperlukan).
4. Kempiskan balon pipa endotrakea (ET) dan keluarkan dengan bantuan visualisasi laringoskopi hingga *cuff* ET terlihat di bawah pita suara, kemudian kembangkan kembali balon ET.
5. Bersihkan dan tutup lapangan operasi sesuai dengan protokol.
6. Identifikasi lokasi insersi.
7. Infiltrasi anestesi lokal dengan kandungan vasokonstriktor.
8. Buat sayatan (insisi) transversal 2–2,5 cm pada daerah insersi yang dituju.
9. Buka jaringan subkutan dan lemak secara tumpul dengan *mosquito clamp*.
10. Lewatkan bronkoskop melalui pipa ET hingga lumen trakea terlihat.
11. Masukkan jarum *sheathed introducer* ukuran 14 melalui trakea dengan tangan non-dominan menstabilisasi trakea selama proses. Penempatan jarum trakea ditandai dengan aspirasi gelembung udara ke dalam siring yang telah diisi siring sebelumnya dan dikonfirmasi dengan bronkoskop.
12. Tarik jarum dari *sheath*, kemudian masukkan *guide wire* melalui *sheath*.
13. Dilatasi daerah insersi dengan bantuan dilator trakea yang kecil.

Tabel 94.2 Komplikasi PDT

Segera	Dini	Lanjut
Perdarahan	Fraktur cincin trakea	Stenosis subglotis
Tertutupnya jalan napas	Obstruksi saluran trakea	Dekanulasi tidak terencana
Hipoksia	Penempatan paratrakeal	Perdarahan arteri trakeoinnominata
Pneumotoraks	Cedera dinding belakang trakea	Pergeseran pipa trakea
<i>False tract</i>	Pneumotoraks/ pneumomediastinum	Perlambatan penyembuhan setelah dekanulasi
Pneumomediastinum	Emfisema surgikal	Fistula trakeoesofageal
Cedera dinding posterior trakea	Atelektasis	Infeksi stoma
Cedera esofagus	Peningkatan tekanan intra kranial	Skar di leher
Emfisema surgikal		Kesulitan menelan
Kerusakan oleh jarum hingga bronkoskop		Perubahan suara yang permanen
Peningkatan tekanan intra kranial		

Diadaptasi dari Mehta C, et al. 2017.³

14. *Single graduated dilator* dilembabkan dengan salin dan dimasukkan melalui *guiding catheter*.
15. Keseluruhan rangkaian dimasukkan melalui *guide wire* dan dilanjutkan ke dalam trakea dengan pola menyapu.
16. Setelah dilatasi adekuat dicapai, dilator ditarik dan pipa trakeostomi dimasukkan dengan adaptor yang sesuai ke dalam trakea dengan panduan kateter.
17. Penempatan pipa trakeostomi dikonfirmasi dengan visualisasi langsung karina melalui bronkoskop atau *end tidal CO₂*.
2. Memiliki kebutuhan FiO₂ yang rendah.
3. Kebutuhan *suction* yang rendah dan telah bebas dari ventilator mekanik setidaknya 24–36 jam.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyapah trakeostomi antara lain:

1. Secara progresif menurunkan ukuran tube trakeal.
2. Menggunakan *plug* trakeostomi (trakeostomi *button*).
3. Menyumbat pipa trakeostomi secara progresif hingga pasien mampu menoleransi sekitar 48 jam.

PERAWATAN PASCA-TINDAKAN

Perawatan pascatrakeostomi yang optimal penting. Stoma harus dijaga dalam kondisi kering dan bersih setiap saat. Tekanan pipa *cuff* berkisar 20–25 mmHg karena tekana berlebih dapat menyebabkan iskemik mukosa. Sedangkan tekanan <15 mmHg berpotensi menimbulkan aspirasi. *Suction* trakea harus dilakukan dengan hati-hati dan periodik. *Suction* yang berlebih dapat menyebabkan trauma mukosa dan *suction* yang tidak adekuat akan menyebabkan sumbatan pada pipa.

DEKANULASI

Keputusan untuk menghentikan kebutuhan trakeostomi dinilai setiap hari dan bila memungkinkan, dekanulasi hendaknya dilakukan sesegera mungkin. Pertimbangan dekanulasi antara lain:

1. Pasien memiliki refleks batuk yang adekuat, sehingga mampu menjaga patensi jalan napas.

OBAT-OBATAN PENOPANG HEMODINAMIK

Peranan sirkulasi adalah mengantarkan oksigen dan nutrisi ke jaringan, serta membawa zat sisa metabolisme ke organ ekskresi. Faktor penting yang diperlukan sehingga peranan tersebut dapat berjalan dengan baik adalah hemodinamika yang sebagian besar meliputi kinerja kardiovaskular. Dalam keadaan teranestesi atau sakit kritis, tidak jarang kita membutuhkan pendekatan farmakologis untuk menjaga hemodinamik tetap stabil. Subbab ini akan membahas farmakologi obat yang digunakan dalam mendukung sirkulasi pasien kritis.

KATEKOLAMIN

Obat katekolamin merupakan obat yang mendukung aliran darah dan tekanan darah dengan merangsang reseptor *adrenergic*. Katekolamin agonis berikatan pada reseptor *adrenergic* yang terbagi menjadi reseptor α dan β .⁴

Rasionalisasi penggunaan katekolamin sebagai inotrop pada pasien kritis bertujuan untuk (1) meningkatkan fungsi jantung pada pasien dengan aliran darah yang rendah akibat penurunan kontraktilitas miokard dan (2) usaha mencapai *curah jantung* supranormal yang bertujuan untuk mencegah atau mengurangi “utang oksig-en”.⁵

Tabel 94.3 Efek perangsangan reseptor *adrenergic*

Reseptor α	Reseptor β 1	Reseptor β 2
Vasokonstriksi	Kardioakselerasi	Vasodilatasi
Dilatasi iris	Peningkatan kontraktilitas jantung	Bronkodilatasi
<i>Piloerection</i>	Lipolisis	Meningkatkan glikolisis
		Relaksasi uterus

Diadaptasi dari Marino PL. 2014.⁴

Tabel 94.4 Mekanisme kerja obat katekolamin

Katekolamin	Tipe reseptor		
	α	β 1	β 2
Dobutamin	-	++	+
Dopamin	Dosis rendah	+++	+++
	Dosis tinggi	++	+++
Epinefrin	+++	++++	+++
Norepinefrin	+++	+	-
Fenilefrin	+++	-	-

Tabel diadaptasi dari Marino PL. 2014.¹

DOBUTAMIN

Dobutamin merupakan katekolamin sintetik yang diklasifikasikan sebagai inodilator karena memiliki sifat inotropik dan vasodilator, bekerja kuat sebagai agonis β 1 tetapi juga memiliki efek lemah terhadap β 2. Oleh karenanya, pada penggunaan dobutamin peningkatan tekanan darah tidak terlalu bermakna karena penambahan *stroke volume* disertai dengan efek vasodilatasi sistemik, sehingga resistensi vaskular sistemik menurun. Stimulasi jantung oleh dobutamin sering disertai dengan peningkatan kerja jantung dan konsumsi oksigen miokard.⁴

Dobutamin digunakan untuk meningkatkan *curah jantung* pada pasien dengan gagal jantung yang disebabkan oleh disfungsi sistolik.⁴ Pada pasien gagal jantung akut, dobutamin meningkatkan *curah jantung* dan laju nadi, serta penurunan tekanan oklusi arteri pulmonal sesuai dengan perubahan dosis.⁵ Dobutamin dimulai dengan laju infus 3–5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{menit}$ (tanpa

loading dose) dan dapat ditingkatkan hingga mencapai efek yang diinginkan dengan rentang dosis 5–20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{menit}$.¹ Dobutamin dapat menyebabkan peningkatan laju nadi pada pasien. Hal ini harus diwaspadai pada pasien dengan penyakit jantung koroner. Dobutamin dikontraindikasikan pada pasien dengan kardiomiopati hipertrofi.⁴

DOPAMIN

Dopamin adalah katekolamin endogen yang menjadi prekursor norepinefrin dan epinefrine. Efek kardiovaskular dopamin dimediasi oleh beberapa tipe reseptor yang teraktivasi pada berbagai konsentrasi dopamin.¹ Pada dosis rendah (3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{menit}$), dopamin mengaktifkan dopamin *specific receptor* di ginjal dan sirkulasi splanknik yang akan meningkatkan aliran darah ke daerah ini. Pada dosis menengah (3–10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{menit}$), dopamin merangsang sel reseptor β di jantung dan sirkulasi perifer, sehingga

terjadi peningkatan kontraksi jantung dan laju nadi sejalan dengan vasodilatasi perifer. Pada dosis tinggi (lebih dari 10 µg/kg/menit), dopamin menyebabkan vasokonstriksi sistemik dan pulmonal, yang sejalan dan berbanding lurus dengan penambahan dosis.¹

Dopamin dimulai pada dosis 3–5 µg/kg/menit (tanpa *loading dose*) dan dapat ditingkatkan untuk mencapai efek yang diinginkan. Rentang dosis 3–10 µg/kg/menit untuk meningkatkan curah jantung dan 10–20 µg/kg/menit untuk meningkatkan tekanan darah. Infus dopamin hendaknya diberikan pada vena besar karena ekstrasvasasi dapat menyebabkan nekrosis jaringan. Jika terjadi ekstrasvasasi, kecenderungan terjadinya nekrosis jaringan dapat diminimalkan dengan penyuntikan fentolamin 5–10 mg dalam 15 mL salin.⁴

EPINEFRIN

Epinefrin merupakan katekolamin yang dilepaskan oleh medula adrenal sebagai respons terhadap kondisi stres. Epinefrin merangsang reseptor β1 lebih poten daripada dopamin dan menghasilkan peningkatan curah jantung dan laju nadi lebih besar. Stimulasi reseptor β bersifat vasokonstriksi perifer tidak seragam dengan efek terbesar pada sirkulasi subkutan, renal, dan splanknik. Epinefrin juga memfasilitasi relaksasi ventrikel dan meningkatkan aliran darah koroner melalui peningkatan konsumsi kebutuhan oksigen miokard.⁴

Epinefrin memainkan peranan penting dalam resusitasi henti jantung dan merupakan obat pilihan dalam mendukung hemodinamik pada kondisi syok anafilaktik. Karena efek samping yang ditimbulkan, penggunaan epinefrin pada kasus syok septik tidak terlalu populer.⁴ Dosis penggunaan epinefrin adalah 1–2 µg/menit (atau 0,02 µg/kg/menit) tanpa *loading dose*. Dapat ditingkatkan menjadi 1–2 µg/menit dengan rentang dosis 5–15 µg/menit untuk meningkatkan curah jantung atau mengatasi hipotensi.⁴

NOREPINEFRIN

Norepinefrin merupakan mediator fisiologis yang dilepaskan oleh saraf simpatik post ganglionik. Obat ini merupakan agonis α dan β1 yang poten. Norepinefrin menginduksi konstiksi arteri dan vena yang melalui efek *adrenergic α*.⁵ Norepinefrin merupakan katekolamin yang sering digunakan pada pasien dengan syok septik karena memiliki efek samping yang lebih sedikit daripada dopamin atau epinefrin. Selain itu, angka mortalitas pada syok septik menurun serta luaran membaik.¹ Efek samping

norepinefrin dapat menyebabkan nekrosis jaringan akibat ekstrasvasasi dan vasokonstriksi sistemik dengan disfungsi organ ketika dosis yang tinggi diperlukan. Infus norepinefrin dimulai dengan laju 8–10 µg/menit dan dapat dititrasi hingga mencapai tekanan darah MAP 65 mmHg. Laju efektif bervariasi dengan rata-rata berkisar 40 µg/menit.⁴

FENILEFRIN

Fenilefrin merupakan vasokonstriktor kuat yang bekerja pada reseptor α. Vasokonstriksi ini dapat berakibat bradikardia, penurunan curah jantung, serta hipoperfusi ginjal dan saluran cerna. Fenilefrin digunakan untuk mengatasi hipotensi yang dicetuskan oleh anestesi spinal dan tidak direkomendasikan untuk mendukung hemodinamik karena syok septik.⁴ Fenilefrin diberikan dalam dosis intermiten. Dosis awal adalah 0,2 mg dan dapat diulang 0,1 mg dengan dosis maksimal 0,5 mg. Fenilefrin dapat diinfus dengan dosis awal 0,1–0,2 mg/menit yang diturunkan secara cepat bila tekanan darah telah stabil.⁴

VASOPRESOR NONKATEKOLAMIN

VASOPRESIN

Vasopresin merupakan hormon antidiuretik yang merupakan hormon osmoregulasi. Obat ini bersifat vasokonstriktor pada pembuluh darah yang dimediasi oleh reseptor vasopressin (V1) yang terletak di otot polos pembuluh darah. Vasokonstriksi prominen pada kulit, otot rangka, dan sirkulasi splanknik.⁴

Vasopresin dapat digunakan pada kondisi:⁴

1. Resusitasi henti jantung.
2. Syok septik dengan syok yang menetap walaupun norepinefrin atau dopamin telah diberikan.
3. Pada kasus perdarahan dari esofagus atau varises esofagus, infus vasopresin dapat menyebabkan vasokonstriksi dan menurunkan laju perdarahan.

Vasopresin harus diberikan dalam bentuk infus karena waktu paruh plasma yang pendek (5–20 menit). Pada syok septik, laju infus yang direkomendasikan adalah 0,01–0,04 unit/jam. Pada dosis tinggi, vasopresin dapat menyebabkan vasokonstriksi yang berlebih disertai dengan retensi air dan hiponatremia.⁴

INHIBITOR FOSFODIESTERASE

Inhibitor fosfodiesterase menyebabkan inhibisi kompetitif nonreseptor dengan isoenzim fosfodiesterase, mengakibatkan peningkatan kadar *cyclic adenosine monophosphate* (CAMP). Kadar CAMP akan memengaruhi fungsi diastolik jantung melalui regulasi fosfolamban, subunit pompa kalsium dari retikulum sarkoplasma. Hal ini akan meningkatkan resekuestrasi kalsium dan menyebabkan relaksasi diastolik.⁶

Efek pada jantung ditandai dengan inotropi positif dan meningkatkan relaksasi diastolik. Obat ini juga menyebabkan vasodilatasi dengan penurunan *preload*, *venous return*, dan *afterload*, serta juga menurunkan resistensi pulmonal. Milrinon merupakan obat yang sering digunakan dengan lebih memberikan efek inotropik daripada vasodilatasi.⁶

VASODILATOR

NITROGLISERIN

Nitrogliserin adalah nitrat organik yang menghasilkan dilatasi arteri (bergantung dosis) dan dilatasi vena. Nitrogliserin akan berikatan dengan permukaan sel endotel dan melepaskan nitrit organik (NO_2), yang kemudian diubah menjadi nitrit oksida (NO) di sel endotel. Nitrit oksida bersifat vasodilator pada pembuluh darah dengan pembentukan *cyclic guanosine monophosphate* (CGMP). Venodilatasi terjadi pada laju infus yang rendah ($<50 \mu\text{g}/\text{menit}$), sedangkan pada laju yang tinggi akan menyebabkan vasodilatasi arterial. Hal ini akan memberikan efek yang menguntungkan pada penderita dengan gagal jantung. Nitrat juga memiliki efek *antiplatelet*, yaitu menghambat agregasi trombosit dan hal ini diperkirakan melibatkan nitrit oksida. Karena kemampuan ini, nitrogliserin ditujukan sebagai antiangina yang mengurangi nyeri dada iskemik yang tidak didapati pada vasodilator lain.⁴

Dosis awal penggunaan nitrogliserin dimulai dari $5\text{--}10 \mu\text{g}/\text{menit}$ dan ditingkatkan dengan peningkatan $5\text{--}10 \mu\text{g}/\text{menit}$ setiap 5 menit, hingga efek yang diinginkan tercapai. Dosis efektif berkisar $5\text{--}100 \mu\text{g}/\text{menit}$. Dosis mencapai $200 \mu\text{g}$ jarang digunakan kecuali terjadi *nitrate tolerance*.⁴ Fenomena terjadinya toleransi efek vasodilator dan *antiplatelet* dari nitrogliserin disebut *nitrate tolerance* yang terjadi dalam 24–48 jam setelah pemberian obat secara kontinu.

Mekanisme penyebabnya diduga akibat stres oksidatif pada disfungsi endotel.⁴

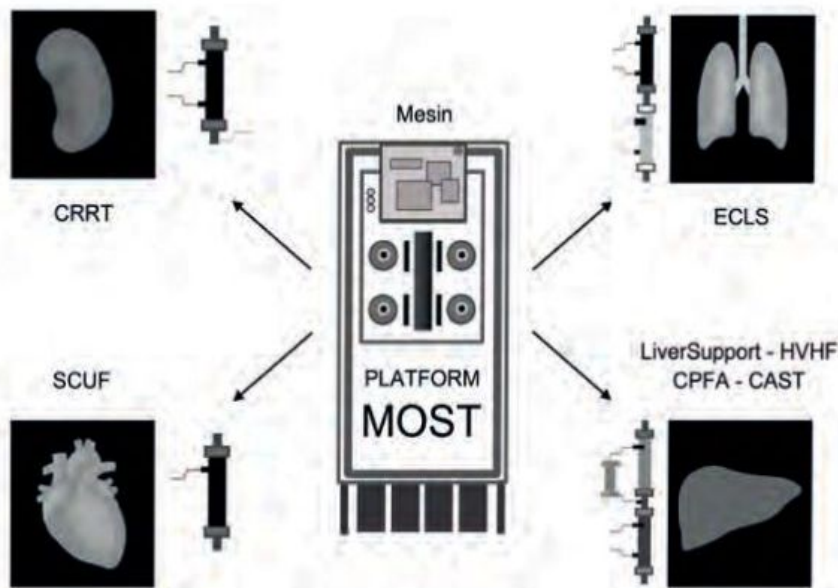
Efek samping yang disebabkan oleh efek vasodilator adalah hipotensi pada pasien hipovolemik atau gagal jantung kanan akibat infark ventrikel kanan. Nitrogliserin juga meningkatkan aliran darah otak yang dapat menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial. Peningkatan aliran darah paru dapat menyebabkan *pirau* (*shunt*) intrapulmonal dan perburukan pada pasien dengan kelainan paru. Metabolisme nitrogliserin menghasilkan nitrat inorganik yang akan mengoksidasi zat besi dan menghasilkan methemoglobin. Namun secara klinis, gangguan ini jarang terjadi, kecuali bila diberikan dalam dosis yang besar.⁴ Sediaan nitrogliserin tidak larut dalam air sehingga preparat dilarutkan dalam *ethanol* dan *propylene glycol*. Pada penggunaan jangka panjang, pelarut ini dapat berakumulasi dan menyebabkan intoksikasi.⁴

EXTRACORPOREAL BLOOD PURIFICATION

Multiple organ dysfunction syndrome (MODS) merupakan penyebab utama kematian pasien kritis dan kemungkinan terjadinya kematian tersebut berkorelasi dengan jumlah organ yang mengalami disfungsi.⁷ Darah adalah elemen vital yang meregulasi semua sistem tubuh mulai dari seluler sampai ke sistem organ.⁷ *Continuous renal replacement therapy* (CRRT) mempunyai akses langsung pada darah dan semua sistem organ.⁷ Di masa lampau, terapi satu-satunya yang tersedia dan efisien ialah terapi pengganti ginjal (*renal replacement therapy*, RRT) untuk gagal ginjal akut, namun seiring dengan berkembangnya teknologi, alat tersebut dapat digunakan sebagai alat yang menopang sistem organ lainnya.⁷ Terapi ekstrakorporeal pada kondisi MODS dianggap sebagai *multiple organ support therapies* (MOST) berdasarkan teori humoral yang melatarbelakanginya.⁷

MOST dilakukan dengan menggunakan sistem penopang ekstrakorporeal (*extracorporeal support system*) yang lebih kompleks dengan dilengkapi *multi-tasking machine platform* dan alat-alat tambahan.⁷ Mesin MOST dapat dilihat pada Gambar 94.1.

Prinsip kerjanya ialah dengan memodulasi komposisi darah sehingga mengurangi gangguan fisiologi akibat kegagalan organ multipel yang terjadi sekaligus



Gambar 94.1 MOST
 Keterangan: SCUF = *slow continuous ultrafiltration*; ECLS = *extracorporeal lung support*;
 HVHF = *high-volume haemofiltration*; CPFA = *continuous plasma filtration-adsorption*;
 CAST = *continuous attenuation of sepsis therapy*.
 Gambar diadaptasi dari Ronco C, et al. 2005.

mengembalikan *internal milieu* sehingga membantu pemulihan fungsi organ.⁷ Berdasarkan kebutuhan pasien kritis, tujuan dari terapi ini meliputi:⁷

1. *Blood purification* dan topangan ginjal.
2. Kontrol suhu.
3. Kontrol asam basa.
4. Kontrol keseimbangan cairan.
5. Topangan fungsi jantung (*cardiac support*).
6. *Protective lung support*.
7. Proteksi otak.
8. Proteksi sumsum tulang.
9. Detoksifikasi darah dan topangan fungsi hati.
10. Terapi sepsis, imunomodulasi, dan topangan endotel.

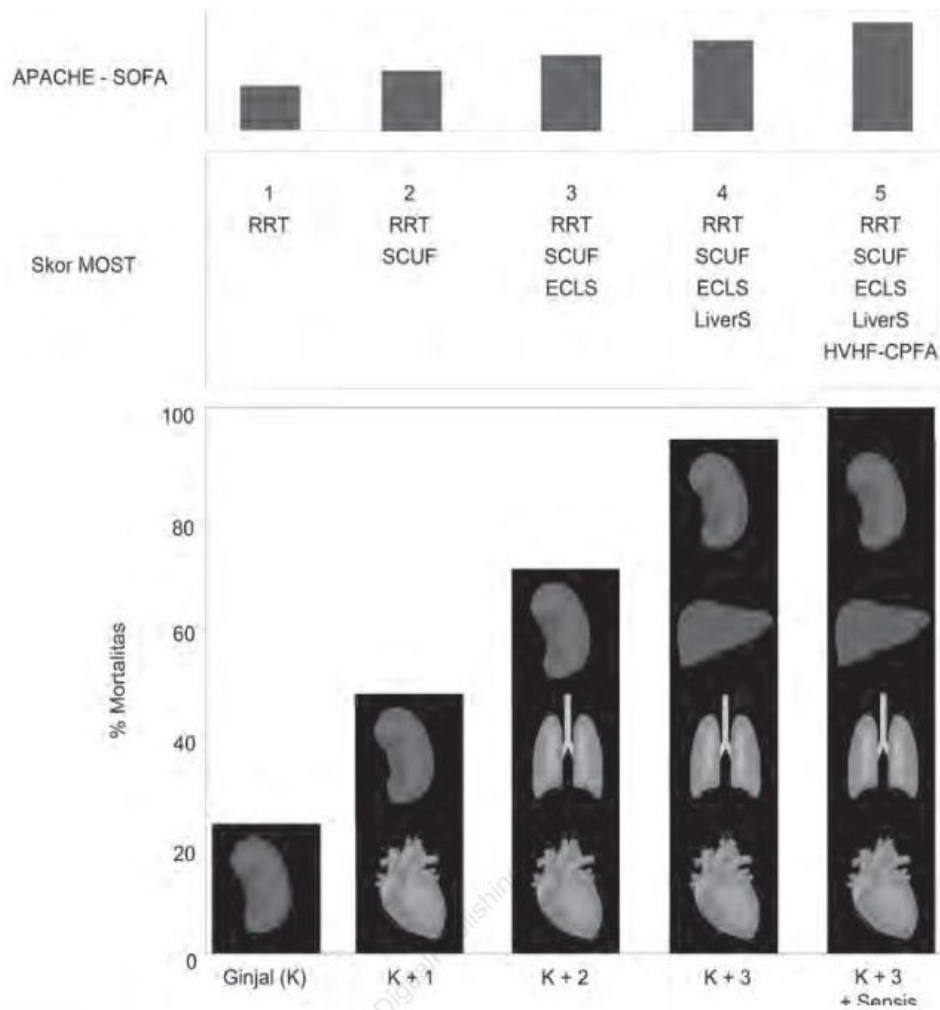
Blood purification dan topangan fungsi ginjal

Terapi pengganti ginjal merupakan teknik yang mendukung perawatan pasien di ICU, terutama yang mengalami gagal ginjal akut. Namun, tidak ada batasan yang jelas hingga kini kapan tepatnya tindakan ini harus dimulai dan diakhiri.⁸ Konsep dasar dari terapi pengganti ginjal adalah pergantian produk sisa melalui membran semipermeabel yang dilakukan melalui dua proses, yaitu difusi (hemodialisis) dan konveksi (ultrafiltrasi).⁸ Pada difusi, darah dan dialisat mengalir

melawan membran semipermeabel pada hemofilter. Gaya pendorong yang menggerakkan bahan terlarut melintasi membran semipermeabel adalah perbedaan gradien. Faktor lain yang memengaruhi pergerakan zat terlarut dari darah ke dialisat adalah koefisien difusi, ketebalan, dan permukaan area.⁹ Pada hemofiltrasi, zat terlarut dan air dipindahkan melintasi membran dengan perbedaan tekanan di kedua sisi membran. Tekanan memaksa air dan zat terlarut dari darah melewati membran, disebut *effluent*. Laju *effluent* diatur oleh pompa. Jumlah cairan dan zat terlarut yang melintasi membran ditentukan oleh koefisien permeabilitas membran dan perbedaan tekanan kedua sisi membran. Teknik ini juga disebut dengan metode konveksi.⁹

Terapi pengganti ginjal dipertimbangkan pada pasien dengan penyakit kritis, disfungsi multiorgan dan cedera ginjal akut dengan tujuan:⁸

1. Mencapai dan menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit, asam basa, serta larutan.
2. Memfasilitasi pengukuran suportif tambahan.
3. Mencegah perburukan disfungsi organ non-renal yang berkontribusi ke cedera ginjal akut.
4. Membantu menghindari cedera lebih lanjut pada ginjal.
5. Memfasilitasi pemulihan ginjal.
6. Meningkatkan kualitas luaran pasien.



Gambar 94.2 Skor keparahan yang diukur dengan Skor APACHE atau SOFA harus paralel dengan skor MOST
 Keterangan: APACHE = *Acute Physiology, Age and Chronic Health Evaluation*; SOFA = *sequential organ failure assessment*.
 Gambar diadaptasi dari Ronco C, et al. 2005.

Tabel 94.5. Indikasi dimulai terapi pengganti ginjal pada pasien dengan penyakit kritis

Indikasi absolut	Indikasi relatif
<i>Cardiac toxicity hyperkalemia</i> yang timbul segera dan refrakter ($K > 6,5$ mmol/L)	Keterbatasan kompensasi fisiologi untuk menoleransi cedera ginjal akut
Asidosis metabolik refrakter ($pH \leq 7,2$) meski $PaCO_2$ normal atau rendah	Disfungsi organ non-renal lanjut yang intoleran terhadap akumulasi cairan
Edema paru atau organ non-ginjal yang refrakter dan tidak merespons dengan pemberian diuretik	Antisipasi beban komponen terlarut
Gejala atau komplikasi akibat uremia (seperti perikarditis, ensefalopati, dan koagulopati)	Kebutuhan untuk pemberian cairan dalam jumlah banyak
Overdosis atau keracunan obat/racun yang dapat terdialisa.	Tingkat keparahan penyakit yang mendasari
	Akumulasi racun atau obat toksik yang dapat dihilangkan dengan terapi pengganti ginjal

Tabel diadaptasi dari Oudemans-van Straaten HM, et al. 2015.⁸

Terdapat beberapa teknik dan modalitas untuk melakukan terapi pengganti ginjal, antara lain:¹⁰

1. Intermittent hemodialysis
2. Sustained low efficiency extended dialysis (SLED)
3. Slow continuous ultrafiltration (SCUF)
4. Continuous veno-venous hemofiltration (CVVH)
5. Continuous veno-venous hemodialysis (CVVHD)
6. Continuous veno-venous hemodiafiltration (CVVHDF)
7. High volume hemofiltration
8. Continuous plasmapheresis (CPF) dan continuous plasma exchange (Pex)
9. Continuous plasmafiltration coupled with adsorption (CPFA)
10. Continuous hemoperfusion-hemodialysis

Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT) merupakan salah satu modalitas dalam terapi pengganti ginjal diperkenalkan pertama kali pada tahun 1977 dan dalam perkembangannya telah mengalami berbagai modifikasi. Terapi ini dilakukan dengan menggunakan *double lumen catheter* dan pompa peristaltik darah dengan kontrol laju ultrafiltrasi. Jika tidak menggunakan dialisat dan larutan diganti dengan larutan pengganti, maka teknik ini disebut sebagai CVVH. Pada teknik ini, laju filtrasi adalah 2 L/jam dan menghasilkan *clearance* urea sekitar 25 mL/kg/jam pada orang dengan berat badan 80 kg. Pada sistem ini, dialisat melawan arus aliran darah untuk mencapai *clearance* difusi atau campuran difusi dan *clearance* konveksi.¹⁰

Keunggulan CRRT adalah luaran yang dapat diprediksi, antara lain:¹⁰

- Kontrol status cairan yang kontinu.
- Stabilitas hemodinamik.
- Kontrol status asam basa.
- Kemampuan untuk memberikan nutrisi kaya protein ketika kontrol uremik tercapai.
- Mengontrol keseimbangan cairan termasuk keseimbangan fosfat dan kalsium.
- Mencegah pergerakan air yang cepat di intraserebral.
- Risiko infeksi yang minim.
- Biokompatibilitas yang tinggi.

Kerugian teknik ini adalah dibutuhkan staf khusus yang mengawasi proses selama 24 jam, permasalahan penggunaan antikoagulan yang kontinu di dalam sirkuit, dan kekhawatiran akan risiko perdarahan.¹⁰

REFERENSI

1. Ostermann M, Springings D. The critically ill patient. Dalam: Springings D, Chambers JB, penyunting. *Acute medicine a practical guide to the management of medical emergencies*. Edisi ke-5. London: Blackwell; 2017. p. 3-9.
2. Nates JL, Nunnally M, Kleinpell R, Blosser S, Goldner J, Birriel B, et al. ICU admission, discharge, and triage guidelines: a framework to enhance clinical operations, development of institutional policies, and further research. *Crit Care Med*. 2016;44(8):1553-602.
3. Mehta C, Mehta Y. Percutaneous tracheostomy. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(5):S19-25.
4. Marino P. Marino's *The ICU book*. Edisi ke-4. Philadelphia; 2014.
5. Teboul J, Monnet X, Jozwiak M. Inotropic therapy. Dalam: Vincent JL, Abraham E, Moore FA, Fink MP, Mitchell P, penyunting. *Textbook of critical care*. Edisi ke-7. Philadelphia: Elsevier.
6. Bersten AD, Soni N. *Oh's intensive care manual*. Edisi ke-7. Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier; 2014.
7. Ronco C, Ratanarat R, Bellomo R, Salvatori G, Petras D, Cal M De, et al. Multiple organ support therapy for the critically ill patient in intensive care. *J Organ Dysfunct*. 2005;1:57-68.
8. Oudemans-van Straaten H, Forni L, Groeneveld A, Bagshaw S, Joannidis M. *Acute nephrology for critical care physician*. Switzerland: Springer; 2015.
9. Hoste E. Renal replacement therapy. Dalam: Vincent JL, Abraham E, Moore FA, Kochanek P, Fink M, penyunting. *Textbook of critical care*. Edisi ke-7. Philadelphia: Elsevier; 2017. p. 146.
10. Ronco C, Bellomo R, Kellum JA. *Critical care nephrology*. Edisi ke-2. Saunders/Elsevier; 2009.

Anestesiologi dan Terapi Intensif

“Dokter spesialis Anestesiologi dan Terapi Intensif di Indonesia membutuhkan peningkatan kompetensi secara berkesinambungan dengan latar belakang pengetahuan dan keterampilan yang mumpuni untuk memenuhi pelayanan yang optimal. Pendidikan menjadi salah satu pilar penting dalam pembentukan dokter spesialis Anestesiologi dan Terapi Intensif yang kompeten. Buku ini diharapkan dapat mendukung pendidikan dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi dan terapi intensif yang nantinya diharapkan memiliki bekal keilmuan yang cukup untuk memberikan pelayanan berkualitas, optimal, dan profesional di bidang anestesi dan terapi intensif.”

—**dr. Andi Wahyuningsih Attas, Sp.An, KIC, MARS**

Ketua PP PERDATIN

“Anestesiologi dan Terapi Intensif adalah ilmu yang berkembang dengan sangat pesat dalam dekade terakhir. Menyadari luasnya cakupan bidang ilmu tersebut, kami mengajak seluruh program studi pendidikan dokter spesialis anestesiologi dan terapi intensif serta keseminatan yang ada di Indonesia untuk terlibat dalam penyusunan buku ini. Kami berharap buku teks *Anestesiologi dan Terapi Intensif* ini dapat berguna tidak hanya bagi mahasiswa dan peserta didik program pendidikan dokter spesialis anestesiologi, tetapi juga bagi pengembangan keprofesian dokter spesialis dan subspecialis anestesiologi di Indonesia.”

—**Prof. Dr. dr. Nancy Margarita Rehatta, Sp.An, KNA, KMN**

Ketua Tim Editor Anestesiologi dan Terapi Intensif: Buku Teks KATI-PERDATIN,
Ketua Kolegium Anestesiologi dan Terapi Intensif

Anestesiologi dan Terapi Intensif; Buku Teks KATI-PERDATIN:

- Terdiri dari 17 bagian dan 117 bab;
- Mengulas tentang fisiologi dan farmakologi yang berhubungan dengan anestesi dan terapi intensif, juga tentang praktik manajemen anestesi, penanggulangan nyeri, kegawatdaruratan, serta terapi intensif pada berbagai prosedur dan komorbid pasien;
- Disajikan secara holistik, komprehensif, dan sesuai dengan pedoman terkini;
- Ditulis oleh para spesialis dan subspecialis anestesiologi dari berbagai institusi pendidikan di Indonesia.

Penerbit
PT Gramedia Pustaka Utama
Kompas Gramedia Building
Blok I Lantai 5
Jl. Palmerah Barat 29–37
Jakarta 10270
www.gpu.id

