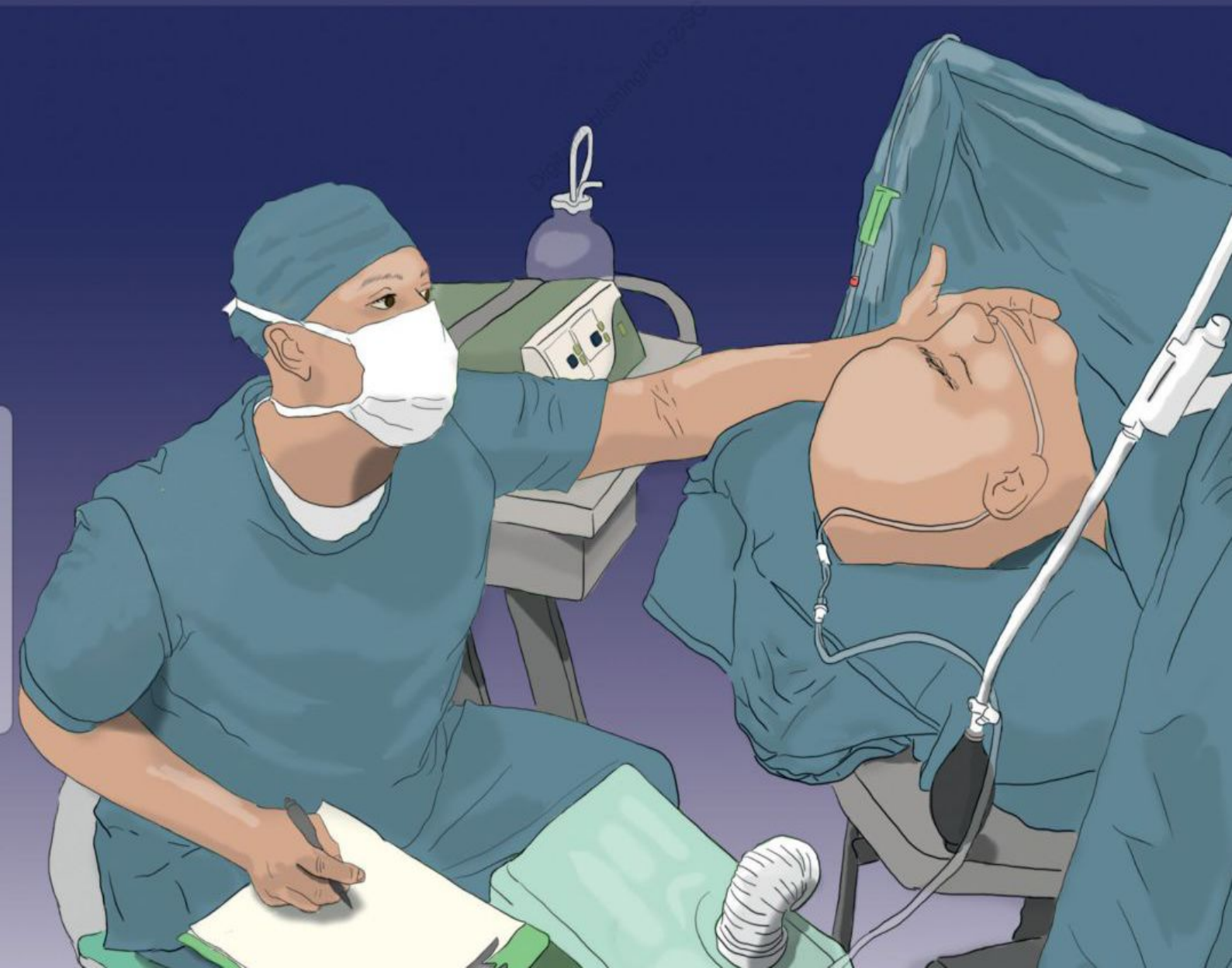


# Anestesiologi dan Terapi Intensif

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





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



KOMPAS GRAMEDIA

# 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](http://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

Syafruddin 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      |
| <b>BAGIAN 1: SEJARAH ANESTESIOLOGI</b>                  | <b>1</b> |
| BAB 1 SEJARAH ANESTESI                                  | 2        |
| <i>Ratna Farida Soenarto, M. Ruswan Dachlan</i>         |          |
| <b>BAGIAN 2: ANESTESIOLOGI DASAR</b>                    | <b>7</b> |
| 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<br><i>Heri Dwi Purnomo, Aida Rosita Tantri</i>                      | 165 |
| BAB 15 | FARMAKOLOGI OBAT ANESTESI INHALASI<br><i>Doddy Tavianto, Gezy Weita Giwangkencana</i>     | 180 |
| BAB 16 | FARMAKOLOGI OBAT ANESTETIK LOKAL<br><i>Widya Istanto Nurcahyo, Raden Besthadi Sukmono</i> | 188 |
| BAB 17 | FARMAKOLOGI OBAT PELUMPUH OTOT<br><i>Aswoko Andyk Asmoro, Rudy Vitraluldyono</i>          | 193 |
| BAB 18 | FARMAKOLOGI OBAT AJUVAN ANESTESI<br><i>Mohammad Sofyan Harahap, Tatag Istanto</i>         | 201 |

### **BAGIAN 3: PRINSIP KEDOKTERAN PERIOPERATIF** **215**

|        |                                                                                                                                   |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| BAB 19 | PUASA PRABEDAH<br><i>Haizah Nurdin, Syafruddin Gaus</i>                                                                           | 216 |
| BAB 20 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM PERNAPASAN<br><i>Djudjuk Rahmad Basuki, Taufiq Agus Siswagama</i>                     | 219 |
| BAB 21 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID SISTEM KARDIOVASKULAR<br><i>Widya Istanto Nurcahyo, Bondan Irtani Cahyadi</i>                | 229 |
| BAB 22 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN HATI<br><i>Hamzah</i>                                                               | 241 |
| BAB 23 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN GINJAL<br><i>Rudi Kurniadi Kadarsah, Iwan Abdul Rachman</i>                         | 247 |
| BAB 24 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN KOMORBID GANGGUAN SISTEM ENDOKRIN<br><i>Hisbullah Amin, Faisal Muchtar</i>                            | 258 |
| BAB 25 | ANESTESI PADA STROKE AKUT<br><i>Yunita Widyastuti, Akhmad Yun Jufan</i>                                                           | 271 |
| BAB 26 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN OBESITAS<br><i>Hamzah</i>                                                                             | 279 |
| BAB 27 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN INTOLERANSI OPIOID<br><i>Aida Rosita Tantri</i>                                                       | 283 |
| BAB 28 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN SINDROM MARFAN<br><i>Reza Widiyanto Sujud, Indriasari</i>                                             | 288 |
| BAB 29 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN MYASTHENIA GRAVIS<br><i>Bambang Pujo Semedi</i>                                                       | 292 |
| BAB 30 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN HIPERTERMI MALIGNA<br><i>Ratna Farida Soenarto, Andi Ade Wijaya Ramlan</i>                            | 295 |
| BAB 31 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN FEOKROMOSITOMA<br><i>Djayanti Sari, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti</i>                            | 302 |
| BAB 32 | ANESTESI PADA PENYAKIT JANTUNG BAWAAN SIANOTIK<br><i>Cindy Elfira Boom, I Made Adi Parmana</i>                                    | 309 |
| BAB 33 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN PENYAKIT JANTUNG BAWAAN ASIANOTIK<br><i>Heri Dwi Jatmiko, Tatag Istanto</i>                           | 317 |
| BAB 34 | ANESTESI PADA PASIEN DENGAN THALASEMIA DAN GANGGUAN PEMBEKUAN LAINNYA<br><i>Diana Christine Lalenoh, Hermanus Jacobus Lalenoh</i> | 324 |
| BAB 35 | PEMANTAUAN DALAM ANESTESI<br><i>Ezra Oktaliansah, Ardi Zulfariansyah</i>                                                          | 329 |
| BAB 36 | POST-ANESTHESIA CARE<br><i>Yunita Widyastuti, Juni Kurniawaty</i>                                                                 | 343 |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BAGIAN 4: CAIRAN, ELEKTROLIT, DAN ASAM BASA</b>                  | <b>359</b> |
| BAB 37 TERAPI CAIRAN                                                | 360        |
| <i>Amir Sjarifuddin Madjid, Sidharta Kusuma Manggala</i>            |            |
| BAB 38 GANGGUAN KESEIMBANGAN ELEKTROLIT                             | 370        |
| <i>Zulkifli, Fredi Heru Irvanto</i>                                 |            |
| BAB 39 KESEIMBANGAN ASAM BASA                                       | 379        |
| <i>Zulkifli, Agustina Haloho</i>                                    |            |
| <br>                                                                |            |
| <b>BAGIAN 5: ANESTESI UMUM</b>                                      | <b>389</b> |
| 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>                      |            |
| <br>                                                                |            |
| <b>BAGIAN 6: ANESTESI REGIONAL</b>                                  | <b>425</b> |
| 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>                                         |            |
| <br>                                                                |            |
| <b>BAGIAN 7: ANESTESI BERDASARKAN TIPE PEMBEDAHAN</b>               | <b>477</b> |
| 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<br><i>Akhyar H. Nasution, Tasrif Hamdi</i>                                            | 588        |
| <b>BAGIAN 8: ANESTESI PADA BEDAH OBSTETRI</b>       |                                                                                                                   | <b>595</b> |
| BAB 59                                              | ANATOMI DAN FISILOGI PADA KEHAMILAN<br><i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>                               | 596        |
| BAB 60                                              | ANALGESIA PADA PERSALINAN<br><i>Alfan Mahdi Nugroho</i>                                                           | 608        |
| BAB 61                                              | ANESTESI BEDAH OBSTETRI<br><i>Achsanuddin Hanafie, Dadik Wahyu Wijaya</i>                                         | 616        |
| BAB 61                                              | MANAJEMEN ANESTESI PADA PASIEN OBSTETRI RISIKO TINGGI<br><i>Isngadi, Ruddi Hartono</i>                            | 621        |
| BAB 63                                              | ANESTESI PADA KEHAMILAN UNTUK PEMBEDAHAN NON-OBSTETRI<br><i>Bambang Suryono Suwondo, Yusmein Uyun</i>             | 634        |
| <b>BAGIAN 9: ANESTESI PADA BEDAH SARAF</b>          |                                                                                                                   | <b>641</b> |
| BAB 64                                              | FISILOGI ALIRAN DARAH OTAK DAN TEKANAN INTRAKRANIAL<br><i>Rose Mafiana</i>                                        | 642        |
| BAB 65                                              | METABOLISME SEREBRAL<br><i>Rose Mafiana</i>                                                                       | 647        |
| BAB 66                                              | PEMANTAUAN NEUROFISILOGI DAN NEUROFARMAKOLOGI<br><i>Riyadh Firdaus</i>                                            | 651        |
| BAB 67                                              | PENGARUH OBAT ANESTESI PADA SISTEM SARAF PUSAT (SSP)<br><i>Riyadh Firdaus</i>                                     | 658        |
| BAB 68                                              | TEKNIK PENGENDALIAN TEKANAN INTRAKRANIAL<br><i>Dewi Yulianti Bisri, Diana Christine Lalenoh</i>                   | 662        |
| BAB 69                                              | ANESTESI PADA BEDAH SARAF<br><i>Dewi Yulianti Bisri, Agus Baratha Suyasa</i>                                      | 669        |
| BAB 70                                              | CEDERA TULANG SERVIKAL<br><i>Dewi Yulianti Bisri, Muhammad Dwi Satriyanto</i>                                     | 680        |
| <b>BAGIAN 10: ANESTESI PADA BEDAH KARDIOTORASIK</b> |                                                                                                                   | <b>689</b> |
| BAB 71                                              | SIRKULASI SISTEMIK DAN PULMONAL<br><i>Aries Perdana, Fildza Sasri Peddyandhari</i>                                | 690        |
| BAB 72                                              | GANGGUAN VENTILASI DAN PERFUSI SELAMA BEDAH KARDIOTORAKS<br><i>Hari Hendriarto Satoto, Taufik Eko Nugroho</i>     | 703        |
| BAB 73                                              | ANESTESI PADA GANGGUAN SISTEM JANTUNG, PARU, DAN MEDIASTINUM<br><i>Heru Dwi Jatmiko, Satrio Adi Wicaksono</i>     | 708        |
| BAB 74                                              | VENTILASI SATU PARU<br><i>Anas Alatas</i>                                                                         | 724        |
| BAB 75                                              | PEMANTAUAN HEMODINAMIK INVASIF PADA BEDAH KARDIOTORASIK<br><i>Jefferson K. Hidayat, Fildza Sasri Peddyandhari</i> | 734        |
| BAB 76                                              | ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG DEWASA<br><i>I Ketut Wibawa Nada</i>                                                  | 744        |
| BAB 77                                              | ANESTESI PADA BEDAH JANTUNG ANAK<br><i>Philia Setiawan, Fajar Perdhana</i>                                        | 755        |
| BAB 78                                              | ANESTESI PADA BEDAH TORAKS<br><i>Yutu Solihat, Akhyar H. Nasution</i>                                             | 774        |

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

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

BAB  
**4**

# ANATOMI JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH

Mayang Indah Lestari, Philia Setiawan

## LOKASI JANTUNG

Jantung berukuran relatif kecil dan kira-kira hanya sebesar kepalan tangan seseorang. Jantung memiliki panjang sekitar 12 cm (5 inci), dengan lebar sekitar 9 cm (3,5 inci) pada area terlebarnya, dan ketebalan sekitar 6 cm (2,5 inci).<sup>1</sup> Rerata berat jantung ialah sekitar 250 g pada perempuan dewasa dan 300 g pada laki-laki dewasa.<sup>1</sup> Jantung terletak di atas diafragma dan sekitar garis tengah rongga toraks. Jantung terdapat di dalam mediastinum (suatu area anatomi yang meluas dari sternum sampai kolumna vertebralis) dan berada di antara paru-paru bermula dari arkus kosta pertama sampai diafragma. Sebagian besar massa jantung terletak di sisi kiri dari garis tengah tubuh dan terlihat seperti kerucut tidak beraturan yang terbaring oblik pada satu sisi miringnya.<sup>1,2</sup> Bagian apeks yang mengarah ke antero-inferior sisi kiri tubuh dibentuk oleh ujung dari ventrikel kiri dan terletak pada diafragma. Berlawanan dengan apeks, yaitu pada bagian posterior terdapat basis jantung. Basis jantung dibentuk oleh atria jantung dan sebagian besarnya adalah atrium kiri.

Selain basis dan apeks, jantung memiliki bagian penting lainnya. Permukaan anterior, yang berhadapan dengan paru kanan dan meluas dari permukaan inferior sampai basis jantung, berada di belakang sternum dan kosta.<sup>1</sup> Permukaan anterior terutama dibentuk oleh ventrikel kanan.<sup>2</sup> Permukaan inferior merupakan bagian yang berada di antara apeks dan permukaan sisi kanan jantung, di mana sebagian besar

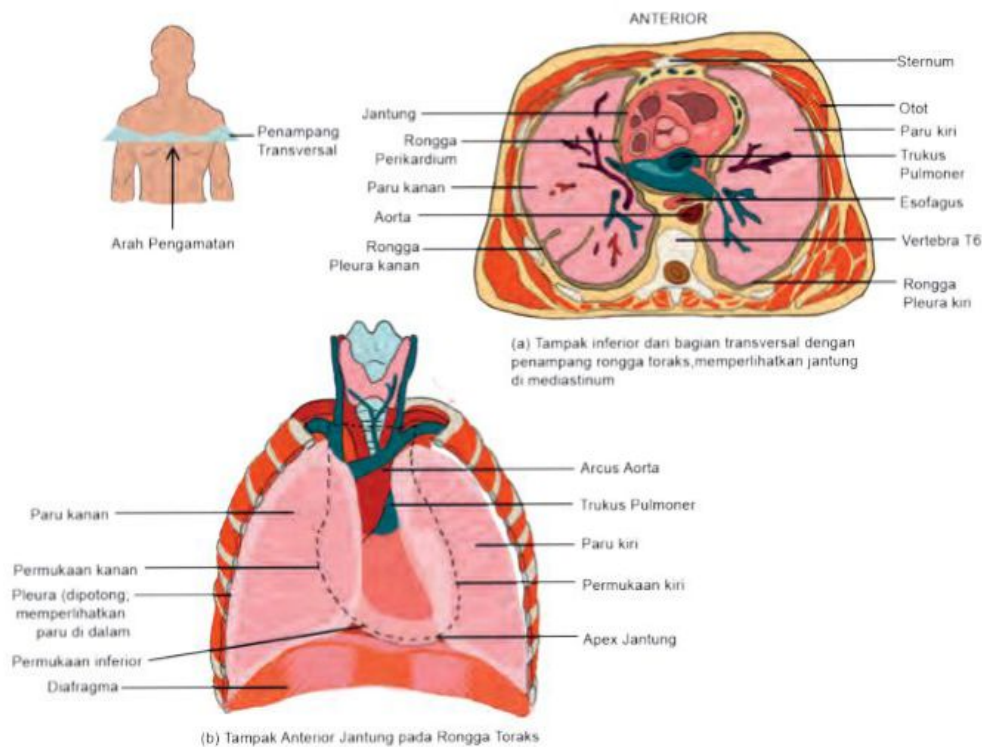
lainnya terletak pada diafragma. Permukaan inferior terutama dibentuk oleh ventrikel kanan, dan juga oleh bagian bawah atrium kanan dan apeks ventrikel kiri. Permukaan kanan jantung seluruhnya dibentuk oleh atrium kiri.<sup>2</sup> Permukaan kiri jantung yang menghadap ke paru kiri dan meluas dari basis jantung sampai apeks<sup>1</sup> sebagian dibentuk oleh aurikula atrium kiri dan sebagian lagi oleh ventrikel kiri.<sup>2</sup>

## PERIKARDIUM

Perikardium merupakan membran yang menyelimuti dan melindungi jantung.<sup>1</sup> Perikardium berperan mempertahankan jantung pada posisinya dalam mediastinum, namun tetap memungkinkan jantung bebas bergerak dan berkontraksi secara cepat dan teratur.<sup>1</sup> Selain jantung, perikardium juga menyelimuti bagian jukstakardiak pembuluh darah besar.<sup>3</sup> Bagian apeks dari perikardium yang berbentuk kantong ini menyatu dengan *adventitia* pembuluh darah besar setinggi *manubriosternal junction* atau disebut juga *angulus of Louis*.<sup>2</sup> Perikardium tersusun atas 2 bagian utama yaitu fibrosa dan serosa<sup>1,3,4</sup> dengan ketebalan antara 1-2 mm.<sup>3</sup> Permukaan anterior perikardium menempel dengan jaringan ikat longgar (*ligamentum sternoperikardium*) yang merupakan bagian posterior dari sternum.<sup>2</sup>

Bagian superfisial dan perikardium fibrosa tersusun atas jaringan ikat yang kuat, tidak elastis,





**Gambar 4.1** Posisi jantung dan struktur lainnya di mediastinum  
Gambar diadaptasi dari Tortora GJ, *et al.*<sup>1</sup>

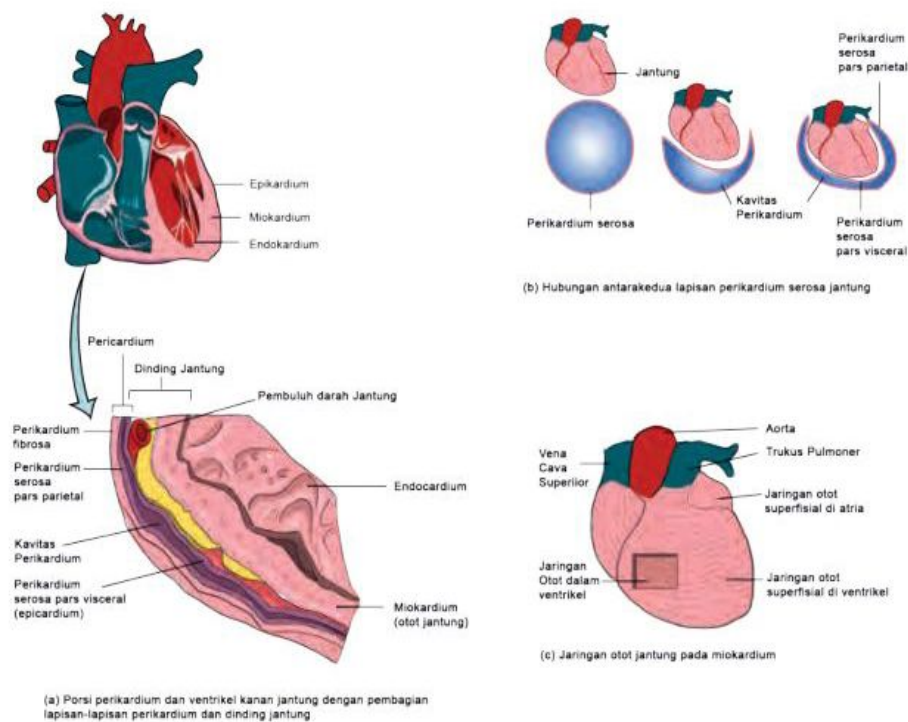
dengan kepadatan yang tidak beraturan. Bagian ini mirip kantung yang terletak dan melekat pada diafragma, di mana bagian ujungnya yang terbuka bersatu dengan jaringan ikat pembuluh darah yang masuk dan keluar dari jantung. Perikardium bagian fibrosa mencegah regangan berlebihan dari jantung, memberikan perlindungan, dan menetapkan posisi jantung dalam mediastinum. Perikardium bagian fibrosa yang terletak dekat dengan apeks jantung sebagian menyatu dengan tendon sentral diafragma sehingga pergerakan pada diafragma misalnya pernapasan memengaruhi pergerakan darah oleh jantung.<sup>1,2,4</sup>

Perikardium serosa yang lebih dalam merupakan membran yang lebih tipis dan lebih halus dan membentuk dua lapisan yang menyelubungi jantung. Bagian luar, lapisan parietal dari perikardium serosa bersatu dengan perikardium fibrosa<sup>1,4</sup> dan dipersarafi oleh nervus frenikus.<sup>4</sup> Bagian dalam, lapisan viseral perikardium serosa, disebut juga dengan epikardium, merupakan satu dari lapisan-lapisan dinding jantung dan melekat erat pada permukaan jantung.<sup>1,4</sup> Di antara lapisan parietal dan viseral perikardium serosa, terdapat lapisan tipis cairan pelumas serosa (cairan

perikardial). Cairan ini merupakan hasil sekresi yang berasal dari sel perikardial tersebut. Cairan ini berfungsi mengurangi gesekan antara lapisan-lapisan perikardium serosa saat jantung bergerak. Ruang yang menampung cairan tersebut disebut kavitas perikardium.

## LAPISAN DINDING JANTUNG

Dinding jantung dibentuk atas tiga lapisan, yaitu epikardium (lapisan luar), miokardium (lapisan tengah), dan endokardium (lapisan dalam)<sup>1</sup>. Epikardium tersusun atas 2 lapisan jaringan. Bagian terluar epikardium disebut lapisan viseral perikardium serosa, di mana bagian tipis dan transparan ini dibentuk oleh dinding yang terbuat dari mesotelium. Di bawah mesotelium terdapat lapisan jaringan fibroelastik dan adiposa. Jaringan adiposa mendominasi dan menjadi jaringan paling tebal yang membentuk



**Gambar 4.2 Perikardium dan dinding jantung**

Gambar diadaptasi dari Tortora GJ, *et al.*<sup>1</sup>

permukaan ventrikular, di mana terdapat pembuluh darah koroner dan kardiak jantung. Jumlah lemaknya sendiri tergantung pada masing-masing individu dan cenderung meningkat sejalan dengan penambahan usia. Epikardium merupakan struktur halus dengan tekstur licin yang membentuk bagian terluar jantung. Epikardium memiliki pembuluh darah, aliran limfatik, dan pembuluh lainnya yang memasok miokardium.

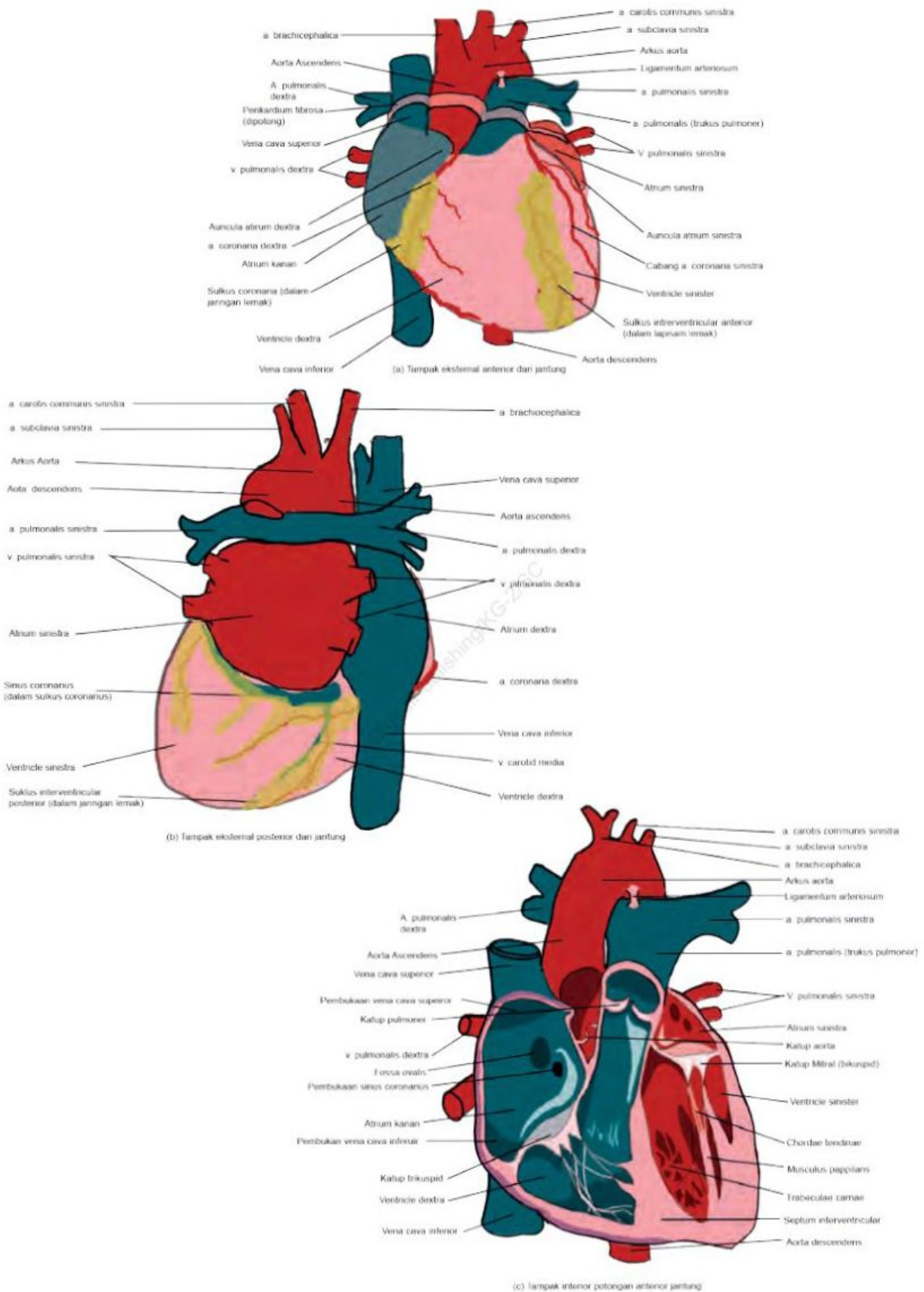
Miokardium berperan dalam mekanisme pompa dari jantung, di mana lapisan ini terbuat dari jaringan otot jantung. Lapisan ini menyusun 95% dari dinding jantung.<sup>1</sup> Lapisan serat ototnya serupa dengan jaringan otot rangka, dan diselubungi serta diikat oleh lapisan jaringan ikat yang terbentuk dari endomysium dan perimysium. Jaringan otot jantung disusun menjadi ikatan-ikatan yang berputar secara diagonal di sekeliling jantung, serta dapat menghasilkan pompaan yang kuat dari jantung itu sendiri. Meskipun tampak lurik seperti otot rangka, otot jantung bekerja secara involunter seperti otot polos.

Dinding jantung paling dalam adalah endokardium yang merupakan lapisan tipis endotelium. Lapisan tersebut melapisi ruang serta katup jantung. Lapisan endotel yang licin tersebut akan mengurangi gesekan permukaan yang terjadi saat darah mengalir dalam

jantung. Endokardium berhubungan dengan lapisan endotel pembuluh darah besar yang masuk dan keluar dari jantung.

## RUANG JANTUNG

Jantung memiliki empat ruangan: dua ruangan atrium dan ventrikel (kanan dan kiri). Atrium menerima darah dari pembuluh balik (vena) yang kembali ke jantung dan ventrikel akan memompa darah dari jantung ke pembuluh arteri. Permukaan anterior atrium tampak seperti struktur kantung yang mengkerut yang disebut juga aurikula karena mirip dengan telinga anjing. Setiap aurikula akan menambah sedikit kapasitas atrium, sehingga atria mampu menampung volume darah yang relatif lebih banyak. Pada permukaan jantung juga terdapat sulkus, tempat keberadaan pembuluh arteri koroner dan juga memiliki kandungan lemak yang bervariasi. Setiap sulkus menjadi penanda antara dua ruang jantung. Sulkus koroner terletak mengelilingi jantung dan menjadi penanda batas antara atrium dan ventrikel. Sulkus interventrikuler anterior tampak



**Gambar 4.3 Struktur jantung: gambaran superfisial dan internal**  
 Gambar diadaptasi dari Tortora GJ, et al.<sup>1</sup>

seperti parit dangkal pada bagian anterior jantung yang menjadi penanda antara ventrikel kanan dan kiri. Sulkus tersebut memanjang sampai ke permukaan posterior jantung dan menjadi sulkus interventrikuler posterior yang menjadi penanda posterior antara ruang ventrikel.

Atrium kanan membentuk sisi kanan jantung dan menerima darah dari tiga vena, yaitu vena kava superior di bagian atas dan posterior, vena kava inferior dan sinus koronarius di bagian bawah.<sup>1,2</sup> Selain itu, atrium kanan juga menerima darah dari vena kardiak anterior (sebagian besar dari bagian depan jantung) di bagian anterior.<sup>2</sup> Atrium kanan memiliki rerata ketebalan sekitar 2–3 mm (0,08–0,12 inci)<sup>1</sup>. Dinding anterior dan posterior atrium kanan sangatlah berbeda. Dinding dalam posterior tampak licin, di mana bagian anteriornya relatif lebih kasar karena adanya garis-garis otot yang disebut juga muskulus pektinatus, yang meluas sampai ke aurikula. Di antara atrium kanan dan kiri terdapat sekat tipis yang disebut septum interatrial. Pada septum tersebut terdapat lekukan berbentuk oval yang disebut *fossa ovalis*, yang merupakan sisa dari *foramen ovale*, yaitu suatu lubang pada septum *interatrial* pada jantung fetus yang kemudian menutup sesaat setelah lahir.<sup>1,2</sup> Darah yang mengalir dari atrium kanan akan masuk ke dalam ventrikel kiri melewati katup trikuspid. Katup ini disebut trikuspid karena tampak disusun oleh tiga bentukan daun (medial, anterior, dan inferior) yang berbentuk triangular.<sup>1,2</sup> Katup tersebut juga dikenal dengan nama katup atrioventrikular kanan dan terbuat dari jaringan ikat padat yang dibungkus oleh endokardium.<sup>1</sup>

Ventrikel kanan memiliki rerata ketebalan sekitar 4–5 mm (0,16–0,2 inci) dan membentuk sebagian besar dari permukaan anterior jantung.<sup>1</sup> Pada bagian dalam ventrikel kanan terdapat serat-serat otot jantung yang menonjol, disebut juga *trabekula karnae* yang beberapa di antaranya menjadi bagian sistem konduksi jantung. Katup trikuspid berhubungan dengan *chorda tendineae*, yang berhubungan dengan struktur *trabekula karnae* yang berbentuk kerucut, yaitu otot papillar. Ventrikel kanan sendiri dipisahkan dengan ventrikel kiri oleh sebuah dinding yang disebut septum interventrikular. Darah dari ventrikel kanan akan melewati katup pulmonalis dan mengalir ke arteri pulmonalis kanan maupun kiri menuju ke paru-paru.

Atrium kiri memiliki ketebalan serupa dengan atrium kanan dan membentuk sebagian besar dari basis

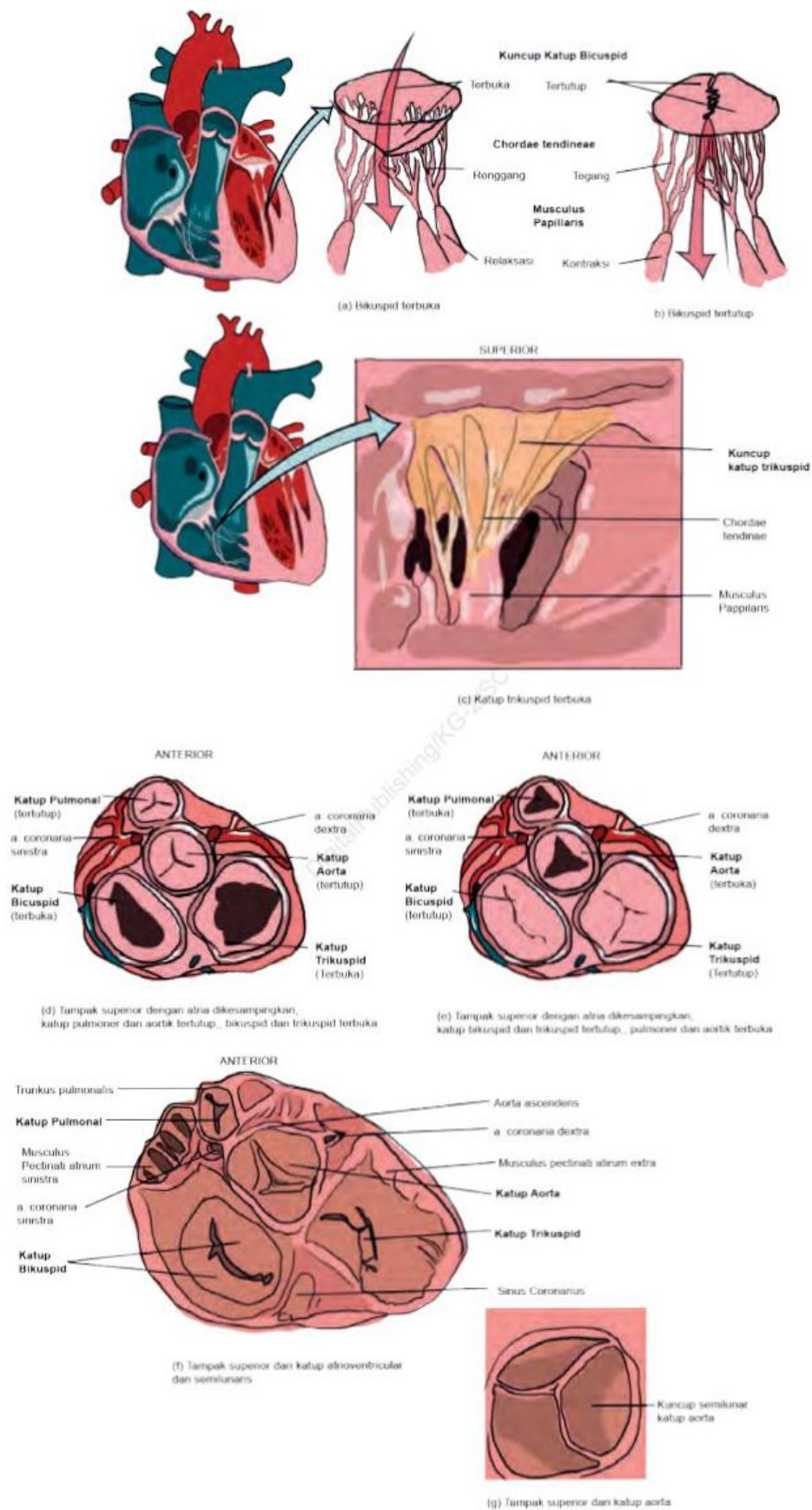
jantung. Atrium kiri menerima darah yang berasal dari paru-paru melewati vena pulmonalis. Dinding atrium kiri dibentuk oleh otot polos yang licin, sama halnya dengan atrium kanan. Oleh karena adanya otot pektinatus yang melekat pada aurikula, maka dinding anterior dari atrium kiri juga licin dan halus. Darah dari atrium kiri kemudian masuk ke ventrikel kiri setelah melewati katup bikuspid atau katup mitral, yaitu katup atrioventricular kiri.

Ventrikel kiri merupakan ruangan paling tebal yang dimiliki jantung, dengan rerata ukuran sekitar 10–15 mm (0,4–0,6 inci)<sup>1</sup>. Ventrikel kiri membentuk apeks jantung. Serupa dengan ventrikel kanan, ventrikel kiri juga memiliki *trabekula carnae* dan *chorda tendineae* yang berhubungan dengan katup bikuspid dan otot papillar. Darah yang berasal dari ventrikel kiri akan mengalir melewati katup aorta menuju aorta ascendens. Sebagian dari aliran darah tersebut akan mengalir melewati percabangan aorta ke arteri koroner untuk vaskularisasi dinding jantung dan sebagian besar lainnya akan dibawa melewati arkus aorta dan aorta descendens (aorta toraksis dan abdominalis) sampai ke aliran sistemik.

Pada fetus terdapat pembuluh darah sementara yang disebut ductus arteriosus yang menghubungkan arteri pulmonalis dan aorta sehingga sebagian kecil darah akan melewati paru-paru fetus yang belum berfungsi. Sesaat setelah lahir, duktus arteriosus akan menutup menyisakan struktur ligamentum arteriosum yang menghubungkan arteri pulmonalis dan arkus aorta.

## KATUP JANTUNG

Katup atrioventrikular (AV) dibagi atas katup trikuspid dan bikuspid. Saat katup AV terbuka, daun katup akan terbuka ke arah ventrikel. Saat ventrikel merelaksasi, terjadi relaksasi otot papillar diikuti dengan *chorda tendineae*, sehingga darah mengalir dari atrium yang bertekanan relatif tinggi daripada ventrikel, melewati katup AV yang terbuka. Saat ventrikel berkontraksi, tekanan darah akan menekan katup sampai ujung-ujungnya bersatu dan menutup bukaan tersebut. Pada waktu yang bersamaan, terjadi kontraksi otot papillar yang menarik erat *chorda tendineae*. Keadaan ini akan mencegah katup AV membuka ke arah atrium, karena tingginya tekanan dalam ventrikel. Apabila terjadi



**Gambar 4.4 Katup-katup jantung**  
 Gambar diadaptasi dari Tortora GJ, et al.<sup>1</sup>

kerusakan katup AV maupun *chorda tendineae*, maka akan terjadi regurgitasi aliran darah ke dalam atrium saat ventrikel berkontraksi.

Katup aorta maupun pulmonal dikenal juga dengan nama katup semilunar (SL) karena tersusun atas tiga struktur daun katup yang berbentuk seperti bulan sabit.<sup>1</sup> Setiap daun katup melekat dengan dinding arteri lewat ujung luarnya yang berbentuk konveks. Katup SL akan mencegah aliran balik darah ke ventrikel saat terjadi ejeksi darah dari jantung ke arteri. Ujung bebas katup akan mengarah ke lumen arteri saat di ventrikel terjadi keadaan tersebut. Saat ventrikel berkontraksi dan meningkatkan tekanan di dalam ruangnya, katup SL baru membuka apabila tekanan ventrikel menjadi lebih besar daripada arteri, yang menyebabkan aliran darah dari ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta. Sebaliknya, saat ventrikel merelaksasi, maka darah akan mengalir kembali ke jantung. Aliran balik tersebut kemudian akan menekan ujung bebas dari katup SL sehingga ujung katup akan saling bersentuhan dan menutup erat hubungan antara ventrikel dan arteri.

Tidak terdapat satu pun katup di antara vena kava dan atrium kanan, maupun pada vena pulmonalis dan atrium kiri sehingga saat atrium berkontraksi terjadi sedikit aliran balik darah dari atrium ke pembuluh-pembuluh tersebut. Namun, aliran balik tersebut diminimalisasi dengan mekanisme yang berbeda, yaitu saat terjadi kontraksi otot atrium maka tekanannya akan membuat kolaps dinding lemah pada gerbang vena-atrium.

## SIRKULASI KORONER

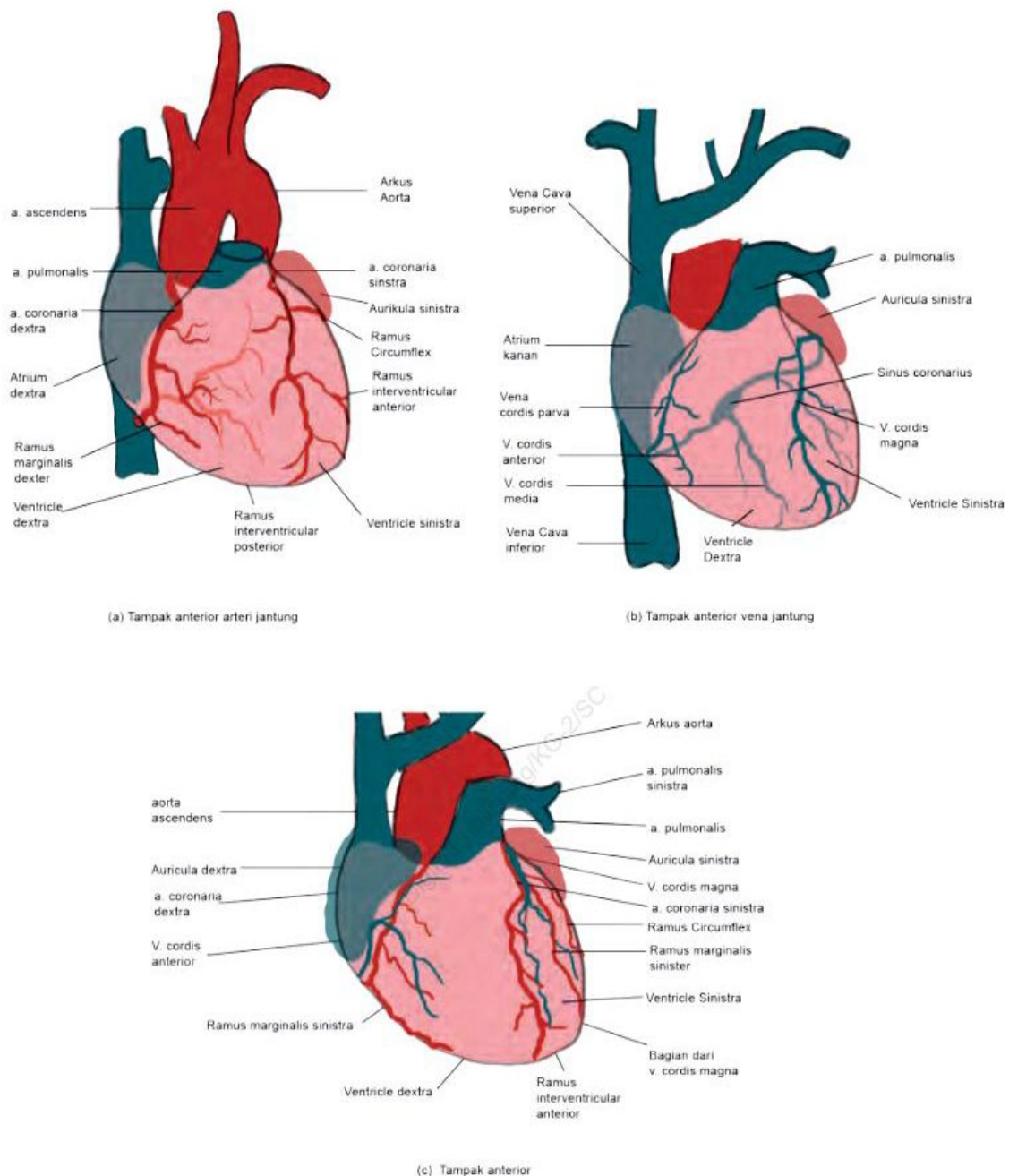
Saat darah melewati ruang-ruang jantung, nutrisi yang dibutuhkan oleh sel-sel jantung tidak mampu untuk diserap secara cepat. Miokardium memiliki pembuluh darahnya sendiri, yaitu sirkulasi koroner atau sirkulasi kardiak.<sup>1</sup> Arteri koroner merupakan percabangan dari aorta ascendens dan mengelilingi jantung, mirip seperti mahkota pada kepala seseorang.<sup>1</sup> Saat jantung berkontraksi, sebagian kecil aliran darah akan masuk dalam arteri koroner karena pembuluh tersebut tertekan oleh jantung yang mengembang.<sup>1</sup> Saat jantung merelaksasi, tekanan tinggi dalam aorta akan mengalirkan darah ke dalam arteri koroner, kapiler, dan juga vena koroner.<sup>1</sup>

Dua buah arteri koroner, kanan dan kiri, merupakan percabangan dari aorta *ascendens* dan memasok darah kaya oksigen ke miokardium.<sup>1</sup> Arteri koroner kiri akan melewati bagian bawah aurikula kiri dan bercabang menjadi cabang interventrikular anterior dan sirkumfleksa.<sup>1</sup> Cabang interventrikular anterior atau arteri *descendens* anterior kiri terdapat pada sulkus interventrikular anterior dan memasok darah kaya oksigen ke dinding ventrikel kanan dan kiri.<sup>1</sup> Cabang sirkumfleksa terdapat pada sulkus koroner dan memasok darah kaya oksigen ke dinding ventrikel kiri dan atrium kiri.<sup>1</sup>

Arteri koroner kanan, berasal dari sinus aorta anterior, memasok sebagian kecil darah ke atrium kanan<sup>1,2</sup>. Pembuluh tersebut berjalan antara trunkus pulmonalis dan antrium kanan kemudian turun ke bagian kanan sulkus interventrikular untuk selanjutnya beranastomosis dengan arteri koroner kiri pada sulkus interventrikular inferior<sup>2</sup>. Cabang posterior interventrikular terletak pada sulkus interventrikular dan memasok dinding kedua ventrikel dengan darah kaya oksigen<sup>1</sup>. Cabang marginal yang terdapat pada sulkus koroner akan membawa darah kaya oksigen ke dinding ventrikel kanan<sup>1</sup>.

Sebagian besar tubuh disuplai oleh darah lebih dari satu arteri, di mana dua atau lebih arteri pada bagian yang sama beranastomosis membentuk sirkulasi kolateral yang memungkinkan darah mencapai organ atau jaringan tertentu. Pada jantung sendiri, miokardium memiliki banyak anastomosis antara arteri-arteri koroner yang saling mendukung dengan mengalirkan darah ke area jantung tertentu saat pembuluh lainnya mengalami obstruksi. Hal ini penting karena jantung perlu mendapatkan pasokan oksigen yang cukup saat terjadi hambatan aliran darah yang disebabkan oleh blok parsial dari salah satu arteri koroner.

Setelah melewati arteri koroner, darah akan sampai ke kapiler dan memberikan oksigen serta nutrisi ke otot jantung dan membawa karbondioksida serta sisa metabolisme lainnya ke vena koroner. Sebagian besar darah yang terdeoksigenisasi dari miokardium kemudian akan masuk ke sinus vaskular pada sulkus koroner yang terletak di permukaan posterior jantung, yaitu sinus koronarius. Darah dari sinus koronarius kemudian mengalir ke atrium kanan. Pembuluh-pembuluh yang membawa darah dari sinus koronarius adalah:<sup>1</sup>



**Gambar 4.5 Sirkulasi koroner**

Gambar diadaptasi dari Tortora GJ, et al.<sup>1</sup>

1. Vena kardiak mayor pada sulkus interventrikular, yang dialiri darah dari arteri koroner kiri (atrium kiri serta ventrikel kanan dan kiri)
2. Vena kardiak media pada sulkus interventrikular, yang dialiri darah dari cabang interventrikular posterior dari arteri koroner kanan (ventrikel kanan dan kiri)
3. Vena kardiak minor pada sulkus koronarius, yang dialiri darah dari atrium dan ventrikel kanan

4. Vena kardiak anterior yang dialiri darah dari ventrikel kanan. Pembuluh ini membuka ke atrium kanan

Saat terjadi penyumbatan arteri koroner, maka akan terjadi reperfusi dari aliran darah; radikal bebas oksigen yang terbentuk akan lebih lanjut mencederai jaringan di sekitarnya. Radikal tersebut memiliki elektron tidak berpasangan yang bersifat tidak stabil dan reaktif, yang dapat menimbulkan

reaksi berantai dan berpotensi merusak sel. Untuk mengatasi radikal bebas oksigen ini, sel tubuh memproduksi enzim (superoksida dismutase dan katalase) yang mengkonversi substansi tersebut ke bentuk yang lebih tidak reaktif. Selain itu, nutrisi yang merupakan antioksidan seperti vitamin E, vitamin C, beta karoten, zink, dan selenium, dapat digunakan untuk mengatasi radikal bebas oksigen dari sirkulasi. Saat ini sedang dikembangkan obat-obatan yang dapat meminimalisasi reperfusi.

## REFERENSI

1. Tortora GJ, Derrickson B. Principles of anatomy and physiology. Edisi ke-15. United States of America: Wiley; 2017.
2. Ellis H, Lawson A, editors. The heart and great veins of the neck. Dalam: Anatomy for anaesthetists. Edisi ke-9. United Kingdom: Wiley Blackwell; 2014.
3. Loukas M. Thorax. Dalam: Standring S, penyunting. Gray's anatomy the anatomical basis of clinical practice. Edisi ke-41. London: Elsevier; 2007.
4. Georgiou A, Thompson C, Nickelis J. The thorax. Dalam: applied anatomy for anaesthesia and intensive care. United Kingdom: Cambridge; 2014.



# 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.

