

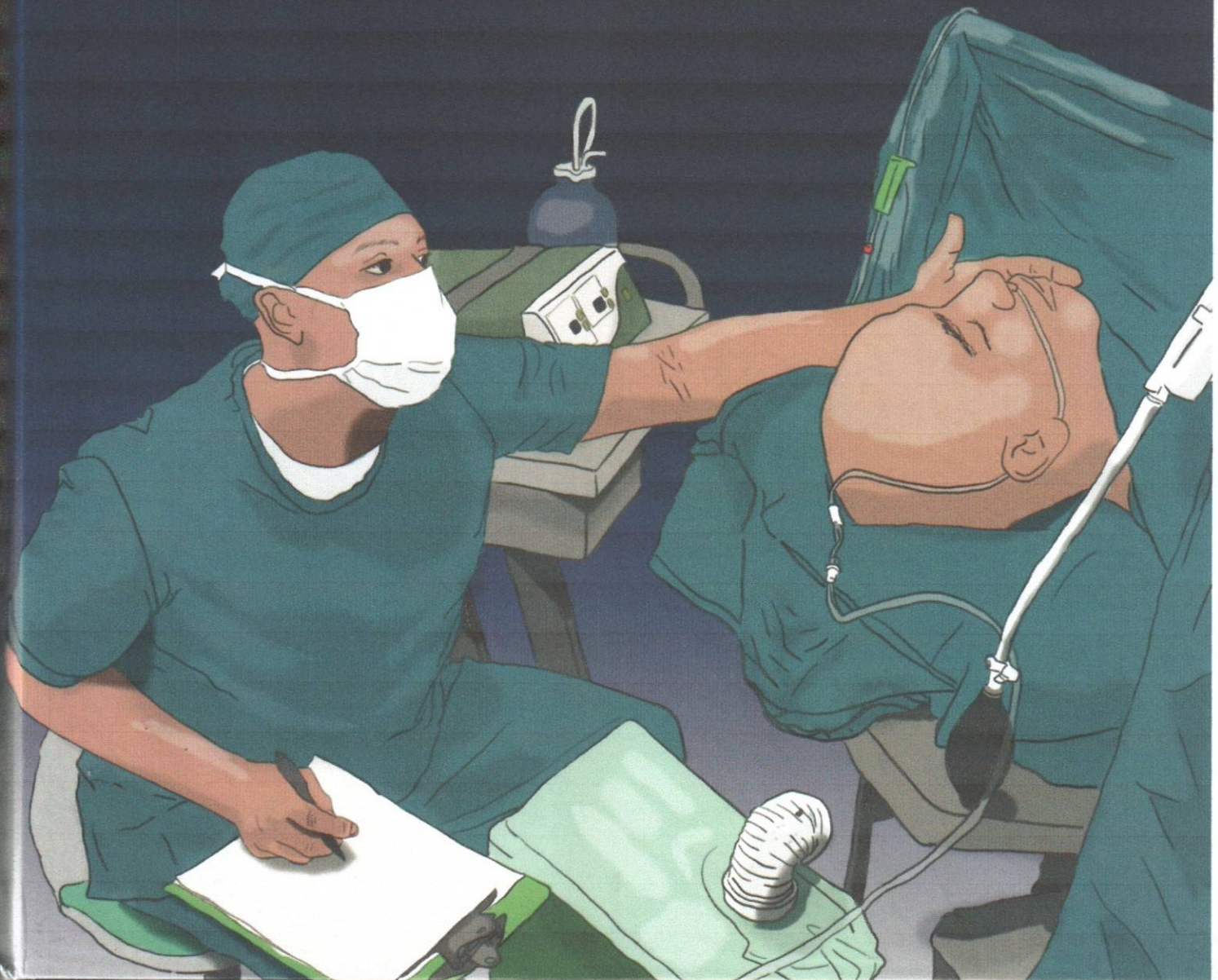
Edisi Pertama



# 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

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-PERDATTN

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

GM 619206005

© 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,  
Deryan Sukma Widjaja, Edwin Kilian Degees, Fransisca Dewi Kumala, Ignatia Novianti Tantri,  
Indah Lestari, Karina Sonata Miguna, Luther Holan Parasian Napitupulu, Meliani Anggreni,  
Steven Yoc, Tissy 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: 978-602-06-3412-8

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

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

Dita Aditiansih  
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 Sitanggung  
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



# 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 FISILOGI 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 FISILOGI 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 FISILOGI 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 FISILOGI 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
<b>BAGIAN 3: PRINSIP KEDOKTERAN PERIOPERATIF</b>		<b>215</b>
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



<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 Irwanto</i>	
BAB 39 KESEIMBANGAN ASAM BASA	379
<i>Zulkifli, Agustina Haloho</i>	
 <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>	
 <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>	
 <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 <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 <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
<b>BAGIAN 9: ANESTESI PADA BEDAH SARAF</b>		<b>641</b>
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
<b>BAGIAN 10: ANESTESI PADA BEDAH KARDIOTORASIK</b>		<b>689</b>
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



<b>BAGIAN 11: ANESTESI PEDIATRI</b>	<b>781</b>
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
<b>BAGIAN 12: ANESTESI GERIATRI</b>	<b>853</b>
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
<b>BAGIAN 13: TERAPI INTENSIF</b>	<b>881</b>
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 Aditiansih, 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	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 Aditiansih</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 81

## TERAPI CAIRAN DAN ELEKTROLIT PADA PASIEN PEDIATRI

Arie Utariani, Bambang Pujo Semedi

### PENDAHULUAN

Pertimbangan dalam terapi cairan dan elektrolit pada bayi dan anak jauh berbeda dibandingkan dewasa. Pemberian cairan yang berlebihan pada anak dapat berbahaya, karena organ tubuh anak belum sempurna sehingga terjadi komplikasi. Pada proses pembedahan, evaluasi kebutuhan cairan disesuaikan dengan respons terapi cairan dan perubahan-perubahan fisiologis yang terjadi. Peran dan tanggung jawab ahli anestesiologi sangat besar dalam pengelolaan keseimbangan cairan selama periode perioperatif. Kapasitas fisiologis anak untuk mengompensasi kelebihan jumlah cairan jauh lebih kecil dibandingkan dewasa. Rasio luas permukaan tubuh anak relatif lebih besar dibanding berat badannya, yaitu sekitar lima kali lipat dibanding orang dewasa. Hal ini mengakibatkan anak lebih mudah kehilangan air melalui proses penguapan pada saat mengalami demam atau apabila suhu lingkungan cukup panas. Gangguan elektrolit yang umum terjadi pada anak adalah hiponatremia, hipokalemia, dan hipokloremia.<sup>1</sup>

Terapi cairan intravena perioperatif terutama ditujukan untuk mempertahankan homeostasis tubuh sehingga perfusi dan pengiriman oksigen ke jaringan tetap terjaga. Curah jantung dipertahankan dengan cara mencukupi kebutuhan sehari-hari dengan cairan pemeliharaan, mengoreksi defisit cairan, dan mengganti cairan yang hilang. Pemantauan respons pasien terhadap terapi cairan yang diberikan selama periode perioperatif merupakan hal yang sangat penting.<sup>1</sup>

Terapi cairan akan memengaruhi terapi obat-obatan yang diberikan. Status hidrasi pasien akan memengaruhi dosis obat yang diperlukan untuk mencapai konsentrasi terapeutik yang diharapkan. Pasien anak yang mengalami dehidrasi memiliki risiko toksisitas pada dosis obat standar karena lebih tingginya volume tinggi volume distribusi. Pemantauan terapi cairan dan elektrolit merupakan peran penting dokter anestesi anak<sup>1</sup>

### DISTRIBUSI CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Cairan dalam kompartemen tubuh secara dinamis akan selalu berubah. Cairan akan keluar melalui kulit, feses, urine, dan proses respirasi. Tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang mengandung zat terlarut di dalamnya. Beberapa zat terlarut antara lain elektrolit atau partikel bermuatan listrik (ion). Ion elektrolit seperti natrium ( $\text{Na}^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan fosfor anorganik (P) harus tersedia dalam konsentrasi yang tepat untuk menjamin sel dapat berfungsi secara efektif.<sup>1</sup>

Cairan tubuh berada di dua kompartemen, yaitu di dalam sel (cairan intraseluler) dan di luar sel (cairan ekstraseluler). Kompartemen ekstraseluler terdiri dari cairan intravaskular (berada di dalam pembuluh darah) dan cairan interstisial (berada di



antara sel dan di luar darah dan pembuluh limfatik). Jumlah cairan ekstraseluler sekitar sepertiga dari total air tubuh, sedangkan cairan intraseluler sekitar dua pertiga. Konsentrasi elektrolit di setiap kompartemen berbeda, misalnya cairan ekstraseluler kaya ion natrium namun rendah kalium, sedangkan cairan intraseluler rendah natrium tetapi kaya ion kalium (Tabel 81.2). Perpindahan cairan antara kompartemen intravaskular dan interstitial melalui proses filtrasi, sedangkan perpindahan antara intra dan ekstra sel melalui proses osmosis. Proses filtrasi dipengaruhi oleh tekanan hidrostatis dan onkotik di kompartemen intravaskular dan interstitial serta utuhnya endothelial surface layer. Proses osmosis adalah perpindahan cairan melewati membran sel, baik dengan cara difusi partikel dari kompartemen yang memiliki konsentrasi lebih tinggi menuju yang lebih rendah maupun melalui transpor aktif yang efektif melawan gradien konsentrasi.<sup>2,3</sup>

Secara fisiologis, distribusi cairan tubuh berubah secara drastis dari saat sebelum lahir sampai usia satu

tahun. Pada usia kehamilan 24 minggu, kandungan total cairan tubuh bayi mendekati 80% dari total berat tubuh, namun perlahan menurun sampai 60% saat anak berusia sekitar satu tahun. Sedangkan total cairan tubuh orang dewasa kurang lebih 50–60% dari total berat badan.<sup>2</sup> Setelah usia satu tahun, dua pertiga dari total cairan tubuh berada di ruang intraseluler dan sepertiga berada di dalam ruang cairan ekstraseluler. Dua puluh lima persen dari cairan ekstraseluler merupakan cairan intravaskular. Dengan demikian, hanya sekitar 7–8% dari total cairan tubuh berada dalam intravaskular.<sup>3</sup>

Autoregulasi laju filtrasi glomerulus atau *glomerular filtration rate* (GFR) pada bayi baru lahir aterm mampu mengatur “sejumlah penambahan” cairan tubuh karena efek positif dari rendahnya kapasitas pemekatan ginjal bayi baru lahir melawan efek negatif rendahnya GFR. Aliran darah ginjal meningkat akibat penurunan tahanan pembuluh darah ginjal secara tiba-tiba di mana pada saat bersamaan terjadi peningkatan tahanan pembuluh darah sistemik dan tekanan arterial.

**Tabel 81.1** Komposisi cairan tubuh berdasarkan berat badan dan luas permukaan tubuh, cairan tubuh pada anak dan dewasa

	Neonatus prematur	Bayi baru lahir	1 tahun	3 tahun	7 tahun	Dewasa
Berat badan (kg)	1,5	3	10	15	30	70
Luas area (m <sup>2</sup> )	1,15	0,2	0,5	0,6	1	1,7
Luas area/BB	0,1	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
Total cairan (%)	80	78	65	60	60	60
ECF (%)	50	45	25	20	20	20
ICF (%)	30	35	40	40	40	40

Tabel diadaptasi dari Friis-Hansen B. 1983.<sup>1</sup>

**Tabel 81.2** Komposisi cairan di kompartemen

	Berat molekul	Intraseluler (mEq/L)	Ekstraseluler	
			Intravaskular (mEq/L)	Interstitium (mEq/L)
Natrium	23,0	10	145	143
Kalium	39,1	140	4	4
Kalsium	40,1	<1	3	3
Magnesium	24,3	50	2	2
Klorida	35,5	4	105	110
Bikarbonat	61,0	10	24	28
Fosfor	31,0	75	2	2
Protein (g/dL)		16	7	2

Tabel diadaptasi dari Butterworth J F, et al. 2013.<sup>2</sup>



Hal inilah yang dapat menerangkan mengapa laju filtrasi glomerulus masih rendah pada 24 jam pertama awal kehidupan, namun kemudian akan meningkat sangat cepat setelah itu. Fungsi tubulus setelah proses persalinan kurang matang dibandingkan dengan fungsi glomerulus sehingga bayi baru lahir tidak mampu memekatkan urine secara efektif. Bayi umumnya kehilangan cairan tubuh sekitar 5–15% dari berat badan mereka setelah lahir, dan pada bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) kehilangan cairan tersebut bisa lebih besar.<sup>3</sup> Apabila penurunan berat badan ini tidak terjadi, perlu dipikirkan kemungkinan adanya disfungsi ginjal atau sepsis.

Curah jantung yang tinggi pada bayi baru lahir bertujuan untuk mengompensasi afinitas oksigen dengan hemoglobin fetus yang tinggi, selain untuk menyesuaikan dengan konsumsi oksigen yang tinggi. Pada periode neonatus, curah jantung sangat bergantung pada denyut jantung.<sup>2</sup> Bayi prematur mempunyai mekanisme kompensasi yang terbatas dan mungkin tidak dapat menoleransi kelebihan cairan maupun keadaan hipovolemia. Hal ini disebabkan bayi baru lahir dan bayi prematur memiliki keterbatasan cadangan kardiovaskular dalam merespons peningkatan *preload* dan *afterload*.

### KOMPOSISI ELEKTROLIT PADA CAIRAN INTRASELULER DAN EKTRASELULER

Komposisi elektrolit di setiap kompartemen tidak sama. Natrium merupakan kation utama ekstraseluler dan secara aktif menjaga tekanan osmotik intravaskular dan interstisial. Ion ini memiliki fungsi sangat penting mempertahankan mekanisme homeostasis untuk menjaga volume intravaskular.

Dengan demikian jumlah dan konsentrasi natrium diatur secara ketat oleh tubuh agar volume intravaskular dan kompartemen intraseluler tidak banyak berubah. Sementara itu kalium menjadi kation utama intraseluler yang berperan menjaga osmolalitas intrasel dan mempertahankan volume sel. Kalium penting untuk membangkitkan sel saraf dan otot serta bertanggung jawab terhadap kontraktilitas otot (lurik maupun polos), terutama otot jantung.

Apabila osmolalitas dalam keadaan konstan, maka perpindahan air akan mengikuti perpindahan natrium. Akibatnya, jumlah natrium tubuh (tidak selalu identik dengan Na<sup>+</sup> serum) dan total cairan tubuh umumnya linear satu sama lain. Namun apabila terjadi kebocoran kapiler, maka natrium “bocor” melintasi membran sehingga kontribusinya untuk menjaga volume intravaskular akan menurun. Walaupun demikian, masih ada tekanan onkotik yang dihasilkan oleh molekul besar seperti protein yang juga berperan dalam homeostasis ini.<sup>4</sup>

### TATA LAKSANA CAIRAN PERIOPERATIF PADA PEDIATRI

Pada anak, cairan per oral pasca prosedur operasi minor elektif sebaiknya segera diberikan kecuali bila masih diharuskan puasa. Sedangkan pada prosedur pembedahan darurat atau mayor (kemungkinan terjadi perdarahan dan defisit volume interstisial) dan diharuskan puasa setelahnya, maka diperlukan cairan intravena untuk mempertahankan kecukupan kebutuhan cairan.<sup>7,8</sup>

Tabel 81.3 Komposisi elektrolit pada cairan intraseluler dan ekstraseluler<sup>4</sup>

	Kation (mEq/L)					Anion (mEq/L)		
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl	HCO <sub>3</sub>	HPO <sub>4</sub>
Cairan intraseluler								
Cairan ekstraseluler	10	150	-	40	-	-	-	10
Ringer Laktat	142	4	5	3	0.3	103	27	3
NaCl 0,45 %	130	4	3			109	28	-
NaCl 0,9 %	77					77		
NaCl 3 %	154					154		

Tabel diadaptasi dari Bailey AG, et al. 2010.<sup>4</sup>



Tabel 81.4 Perbedaan komposisi elektrolit pada berbagai organ tubuh<sup>5,6</sup>

	Gaster	Ileostomi	Diare	Keringat	Empedu	Pankreas	Usus Kecil	Luka Bakar
Na (mEq/L)	20-80	45-135	10-90	10-30	120-140	120-140	100-140	140
K (mEq/L)	5-20	3-15	10-80	0-10	5-15	5-15	5-15	5
Cl (mEq/L)	100-150	20-115	10-110	80-35	80-120	90-120	90-130	110
Contoh pilihan cairan empiris	0.45%				0.9%			

Tabel diadaptasi dari Davenport M, Syed SHS. 2013.<sup>5,6</sup>

Cairan perioperatif yang diberikan dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Rumatan (*maintenance*): untuk memenuhi kebutuhan harian cairan, elektrolit dan glukosa tubuh selama periode puasa
2. Cairan resusitasi/pengganti defisit: untuk mengatasi hipovolemia atau dehidrasi yang sudah terjadi sebelumnya
3. Pengganti (*replacement*): untuk mengganti defisit atau kehilangan yang sedang berlangsung

### CAIRAN RUMATAN<sup>7,8</sup>

Cairan rumatan perioperatif bertujuan untuk memenuhi kebutuhan cairan, elektrolit (natrium, kalium dan klorida, dll.), serta glukosa untuk pasien yang tidak cukup mendapat asupan makanan per oral (misalnya seseorang yang akan menjalani operasi, penurunan kesadaran atau anoreksia, sakit berat, dll.). Kebutuhan cairan anak-anak lebih tinggi daripada orang dewasa untuk beberapa alasan.

Pertama, tingkat metabolisme pada anak-anak lebih tinggi sehingga membutuhkan pengeluaran kalori yang lebih besar, ini diterjemahkan ke dalam kebutuhan cairan yang lebih tinggi.<sup>7</sup> Kedua, anak-anak terutama bayi memiliki rasio luas permukaan tubuh yang lebih besar dibanding berat badan, sehingga kehilangan cairan melalui kulit relatif lebih banyak dibandingkan dengan orang dewasa. Selain itu, anak-anak, terutama bayi, memiliki laju pernapasan yang lebih tinggi, dan ini setara dengan kehilangan insensibel lebih tinggi dari pernapasan.<sup>9</sup> Oleh karena itu, ketika menghitung cairan pemeliharaan, ahli anestesi harus selalu memikirkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi keseimbangan cairan dan perubahan kebutuhan cairan anak.

Anak yang dirawat di rumah sakit sering kali mengalami peningkatan kebutuhan cairan karena penyakit yang diderita. Pasien yang mengalami demam,

luka bakar, nyeri, asma, peningkatan kehilangan melalui usus, dan dalam fase hipermetabolik kemungkinan juga membutuhkan cairan pemeliharaan lebih banyak. Pasien luka bakar adalah contoh klasik dari pasien dengan peningkatan kebutuhan cairan karena metabolisme yang lebih tinggi.<sup>5,6</sup> Pada bayi prematur, kehilangan insensibel akan semakin besar apabila berat badan lahir semakin rendah.<sup>7</sup>

Kehilangan cairan insensibel bisa melalui kulit (2/3) dan paru (1/3), tergantung faktor-faktor yang memengaruhi *energy expenditure* (tidak tergantung keadaan cairan tubuh). Ini berbeda dengan kehilangan cairan melalui keringat (*sensible water and electrolyte losses*) yang biasanya terjadi bila suhu tubuh dan/atau lingkungan meningkat. Kehilangan cairan melalui keringat ini diatur oleh sistem saraf otonom. Pengeluaran urine penting untuk mengatur osmolalitas dan komposisi cairan ekstraseluler. Jumlah dan kadar urine dikendalikan oleh aksis neurohipofisis-renal, yaitu *anti diuretic hormone* (ADH).

Tabel 81.5 Kehilangan cairan insensibel

Penyebab Kehilangan	
Keluaran	
Urine	50
Feses	5
Insensible water loss	
Kulit	30
Saluran napas	15
"Hidden intake" (asupan dari pembakaran 100 kkal)	
Total	100

Tabel diadaptasi dari Peter J, et al., 2015.<sup>7</sup>

Pendekatan yang tercantum di atas mengasumsikan bahwa untuk setiap seratus kilokalori dimetabolisme dengan 100 ml air. Kebutuhan air sebenarnya sekitar



hiperglikemia. Perhitungan jumlah glukosa yang harus diberikan menggunakan satuan hitungan miligram per kilogram per menit (mg/kg/menit) untuk menghindari kesalahan akibat perubahan jumlah cairan yang diberikan dan untuk mempermudah menegakkan diagnosis hipoglikemia persisten.<sup>13,14,15</sup>

Pada hari pertama seorang bayi diberi cairan D10W 70 sampai 80 mL/kg. Karena D10W berisi 10 g glukosa per 100 mL, maka dosis glukosa yang diberikan adalah:

$$10 \text{ g}/100 \text{ mL} \times 70\text{--}80 \text{ mL}/\text{kg}/\text{hari} = 7\text{--}8 \text{ g}/\text{kg}/\text{hari} \\ = 0,333 \text{ g}/\text{kg}/\text{jam} = 5 \text{ mg}/\text{kg}/\text{menit}$$

Pada hari kedua, kebutuhan cairan secara rutin akan meningkat menjadi sedikitnya 100 mL/kg/hari, dan ditambahkan natrium 2–3 mEq/dL. Setelah urine keluar, ditambahkan kalium 1–2 mEq/dL. Komposisi cairan intravena yang akan diberikan mengandung 30 mEq Na<sup>+</sup> dan 10 sampai 20 mEq K<sup>+</sup> per liter, mendekati larutan saline 0,2%, yang merupakan cairan rumatan yang biasa digunakan pada anak-anak yang lebih tua.

Bukti yang ada saat ini mengaitkan risiko hiponatremia akibat penggunaan larutan hipotonik dekstrosa 5% untuk cairan rumatan, yang dapat menyebabkan edema serebral, ensefalopati, dan insufisiensi pernapasan.<sup>15,16</sup>

Pada tahun 2011, sebuah konsensus Eropa merekomendasikan bahwa cairan intraoperatif untuk infus rumatan harus memiliki osmolaritas dan kandungan Na<sup>+</sup> sedekat mungkin dengan kisaran fisiologis dan mengandung 1–2,5% glukosa serta anion metabolik.<sup>14</sup> Larutan elektrolit seimbang dengan dekstrosa 1–2,5% telah tersedia di beberapa negara Eropa dan digunakan terutama pada usia anak yang lebih muda. Penggunaan larutan semacam itu bertujuan mencegah hipo- dan hiperglikemia serta lipolisis.<sup>13,14,15</sup>

Pedoman berdasarkan konsensus yang dirilis pada tahun 2017 oleh Asosiasi Masyarakat Kedokteran Ilmiah di Jerman merekomendasikan larutan elektrolit isotonik seimbang (*balance solution*) yang mengandung glukosa 1–2,5% sebagai cairan rumatan.<sup>13,14</sup> Pedoman Cina yang diterbitkan pada tahun 2015 juga merekomendasikan larutan garam seimbang dengan glukosa 1–1,2% sebagai infus awal kecuali pada populasi tertentu.<sup>12</sup>

### Cairan untuk resusitasi atau pengganti defisit

Diberikan sebelum tindakan operasi dilakukan, kecuali kondisi anak memerlukan operasi darurat. Pada

kondisi darurat, cairan resusitasi diberikan bersamaan dengan persiapan operasi dan saat tindakan operasi. Keadaan hipovolemia harus diganti secepatnya dengan bolus cairan isotonik atau koloid 20 mL/kg, dan bila disertai dengan hemoglobin rendah maka pemberian darah harus dipertimbangkan.

- Defisit cairan dapat terjadi akibat:
  1. Puasa
  2. Dehidrasi
  3. Ketidakseimbangan elektrolit

#### 1. Puasa

Terdapat banyak bukti bahwa asupan cairan jernih sampai dua jam sebelum operasi tidak memengaruhi pH maupun volume isi lambung saat induksi anestesi pada anak maupun dewasa.<sup>18</sup> Beberapa penelitian pada bayi menunjukkan bahwa pemberian cairan bening diperbolehkan hingga 2 jam, dan ASI hingga 4 jam sebelum operasi. Terdapat pula beberapa bukti bahwa bayi pada usia <3 bulan dapat diberi susu formula hingga 4 jam sebelum operasi dengan luaran yang cukup aman. Sebaliknya, anjuran untuk mengonsumsi susu sapi atau makan makanan padat kurang dari 6 jam sebelum operasi pada balita dan anak-anak tidak mempunyai cukup bukti.<sup>18,19,20</sup>

Tabel 81.8 Pedoman puasa untuk anak

Lama puasa (jam)	Makanan padat	Makanan bening
< 6 bulan	4	2
6–36 bulan	6	3
> 36 bulan	8	3

Tabel diadaptasi dari Schmidt GL. 2010. dan Jacob M, et al. 2008.<sup>18,19</sup>

Tabel 81.9 Pedoman puasa anak dan dewasa

Lama puasa (jam)	Pedoman
2 jam	cairan bening (clear liquid)
4 jam	ASI
6 jam	susu formula
8 jam	makanan padat

Tabel diadaptasi dari Smith I et al. 2011 dan American Society of Anaesthesiologists. 2017.<sup>20,21</sup>

Keunggulan panduan secara liberal ini adalah dapat mencegah dehidrasi dan hipoglikemia, serta mengurangi risiko aspirasi



Cairan pengganti puasa: kebutuhan cairan per jam lamanya puasa)

- Contoh: anak BB 5 kg:  $5 \text{ kg} \times 4 \text{ ml/kg/h} \times 4 \text{ jam} = 80 \text{ ml}$
- Diberikan: 50% dalam 1 jam pertama  
25% dalam jam kedua dan ketiga  
Pilihan cairan puasa: cairan kristaloid-cairan hipotonis

2. Dehidrasi

Dehidrasi dan beberapa kondisi medis yang berhubungan dengan kehilangan cairan ruang ketiga (misalnya obstruksi usus) akan memengaruhi volume cairan intravaskular. Penggantian kehilangan cairan intravaskular sebaiknya dilakukan dengan pemberian cairan isotonis dan isoosmolar, dengan cairan kristaloid (Ringer Laktat atau NaCl 0,9%) ataupun dengan cairan koloid. Prognosis pada syok sepsis tergantung pada jumlah dan kecepatan loading cairan yang diberikan, serta keadaan umum anak (seperti malnutrisi, atau kelainan jantung). Pada anak yang lebih kecil, jumlah loading cairan sebaiknya disesuaikan dengan berat badannya.<sup>7,8</sup>

Tata laksana dehidrasi<sup>3,6,17</sup>

1. Estimasi cairan defisit
2. Tentukan berat badan

Tiga (3) fase rehidrasi

- Fase 1: Resusitasi
- Fase 2: Penggantian
- Fase 3: Stabilisasi

**Fase 1: Resusitasi**

Tujuan: mengembalikan cairan sirkulasi, perfusi ke otak dan ginjal

- Ringan-sedang: 20 mL/kg bolus, diberikan dalam waktu 30–60 menit
- Berat: boleh diulang bolus bila dibutuhkan (idealnya sampai 60 ml/kg)

Pilihan cairan: isotonis seperti normal saline atau ringer laktat atau ringer fundin

**Fase 2 dan 3: Penggantian dan stabilisasi untuk dehidrasi isotonis/hipotonis**

Tujuan: Penggantian cairan defisit dan elektrolit

**Fase 2: Penggantian untuk dehidrasi hipertonis**

Tujuan: mengganti defisit cairan dan elektrolit dan cairan rumatan per hari

Jumlah: defisit plus cairan rumatan per hari, diberikan lebih dari 24–48 jam

Penting: serum Na tidak boleh lebih dari 10–12 mEq/L per hari atau 0,5 mEq/L/jam

Tabel 81.10 Penilaian derajat dehidrasi<sup>3,7,8</sup>

Tanda Klinis	Dehidrasi ringan	Dehidrasi sedang	Dehidrasi berat
1 Nadi	Normal	Meningkat sedikit	Teraba lemah
2 TD Sistolik	Normal	Normal/sedikit	Syok
3 Urine Output	normal/berkurang	Berkurang nyata (< 1 ml/kg/hr)	Anuria
4 Kehilangan berat badan	3-5%	6-10%	9-15%
5 Rasa haus	Sedikit	Sedang	Sangat
6 Perilaku	Normal	Iritabel	Letargi
7 Mukosa	Normal/sedikit kering	Kering	Sangat kering
8 Air mata	Ada	Berkurang	Tidak ada
9 Mata	Normal	Cekung	Sangat cekung
10 Turgor kulit	Normal	Berkurang	Turgor buruk
11 Kulit	Normal	Dingin	Dingin, mottled skin
12 Ubun-ubun	Datar	Agak cekung	Cekung
13 Refil kapiler	2-3 detik	> 5 detik	> 8 detik

Tabel diadaptasi dari Meyers RS. 2009, Peter J. Davis, et al. 2011 dan Edwards, et al. 2015.<sup>3,7,8</sup>



Tabel 81.11 Penggantian cairan pada keadaan dehidrasi

Rumatan cairan IV dan rumatan natrium	1/3	2/3
Sisa cairan defisit dan defisit natrium	1/2	1/2

Tabel diadaptasi dari Meyers RS. 2009 dan Powers KS. 2015.<sup>2,3</sup>

**Fase 3: Stabilisasi untuk dehidrasi hipertonis**

Tujuan: Mengganti kehilangan yang masih berlangsung dan transisi menuju pemberian cairan rumatan

Jumlah: Penggantian plus rumatan per hari

3. Ketidakseimbangan elektrolit<sup>7</sup>

Anak pada masa pertumbuhan memiliki kebutuhan elektrolit yang lebih besar. Untuk menggantikan kehilangan elektrolit dari urine dan menyediakan elektrolit tambahan untuk pertumbuhan, kira-kira diperlukan 2-3 mEq natrium dan klorida, serta 2 mEq kalium untuk setiap 100 kilokalori energi yang diperlukan atau 100 ml cairan rumatan. Dengan demikian pada kondisi pasien yang memiliki status kardiovaskular dan fungsi ginjal normal, kecukupan elektrolit disediakan dengan pemberian cairan intravena yang mengandung larutan garam ¼ normal (Na = sekitar 35 mEq/L), dan 20 mEq kalium per liter.

Harus diingat bahwa perkiraan kebutuhan elektrolit pada pasien anak didasarkan pada komposisi elektrolit bayi yang menyusui normal (ASI, susu sapi, dll.). Beberapa rekomendasi menyarankan penggunaan larutan dengan konsentrasi natrium lebih tinggi (misalnya larutan garam ½ normal) untuk anak-anak yang lebih besar. Namun, dalam praktiknya, penggunaan garam ¼ normal sudah cukup untuk kebanyakan pasien.

Tabel 81.12 Kebutuhan elektrolit per hari pada anak

Elektrolit		
Natrium	3-4	mEq/kg/hari
Kalium	2-3	mEq/kg/hari
Klorida	150-500	mEq/kg/hari
Fosfat	0,5-2	mmol/kg/hari
Magnesium	0,25-0,5	mEq/kg/hari

Tabel diadaptasi dari Peter J. Davis, 2011.<sup>7</sup>

**HIPONATREMIA**

Penanganan yang harus dilakukan pada kondisi hiponatremia adalah sebagai berikut.<sup>7,22,23</sup>

- Koreksi defisit cairan
  - Resusitasi syok: NS/RL/Ringer fundin
  - Kalkulasi defisit natrium/jam
  - Rumatan plus defisit natrium/24 jam
  - Infus D5 0,45 NS atau D5 NS atau RD5 + mEq Na<sup>+</sup> = (Na diinginkan - Na sekarang) x BB x 0,6 ditambahkan 10-20 meq KCl/l sesuai dengan fungsi ginjal dan kadar K<sup>+</sup>
1. Pengecualian:
    - Pada dehidrasi yang disertai hiponatremia berat<sup>7,23,24</sup>
    - Serum Na < 120 yang disertai gejala neurologis (umumnya letargi yang diikuti kejang)
    - NaCl 3%: (Na diinginkan-Na sekarang) x BB x 0,6 L/kg
    - Konsentrasi NaCl 3% (natrium: 0,5 mEq/ml)
    - Pemberian infus untuk meningkatkan natrium serum tidak boleh lebih dari 5 mEq /L/jam dan diberikan lebih lambat selama 3-4 jam
    - Jangan melakukan koreksi natrium lebih cepat dari 10-12 mEq/L per 24 jam, karena dapat menyebabkan *central pontine myelinolysis* (penyusutan sel otak secara cepat akibat peningkatan natrium dalam cairan ekstraseluler).
  2. Dehidrasi: hipernatremia<sup>7,23,24</sup>
    - Kembalikan volume intravaskular
    - Tentukan waktu untuk koreksi berdasarkan nilai awal natrium
    - Na 145-157 mEq/L: 24 jam
    - Na 158-170 mEq/L: 48 jam
    - Na 171-183 mEq/L: 72 jam
    - Na 184-196 mEq/L: 84 jam



**Cara Pemberian:**

- Cairan diberikan secara konstan selama koreksi Natrium
- Macamnya cairan: D5 0,225 NS atau D5 ½ NS (ditambah 20 mEq/L KCl kecuali ada kontra indikasi)
- Periksa serum Na<sup>+</sup>
- Na<sup>+</sup> menurun secara cepat, maka naikkan Na dalam infus atau turunkan rate dari cairan IV
- Na<sup>+</sup> menurun secara lambat, maka turunkan Na dari cairan IV atau naikkan rate dari cairan IV
- Catatan: penurunan Na<sup>+</sup> tidak boleh lebih dari 10–12 mEq/L per hari

**Catatan:**

- Rehidrasi oral adalah intervensi yang aman dan efektif pada pasien dengan dehidrasi ringan–sedang yang mampu menoleransi regimen oral.
- Perhitungan cairan dengan “perkiraan terbaik” adalah selalu memonitor efek dari intervensi yang dilakukan
- Kebutuhan cairan defisit didasarkan pada klasifikasi dehidrasi.
- Dehidrasi hipotonik dan isotonik dikoreksi selama 8 jam dan 16 jam.
- Dehidrasi hipertonik dikoreksi berdasarkan tingkat Na (biasanya lebih dari 48 jam)
- Koreksi lambat hiponatremia dan hipernatremia

**HIPOKALEMIA**

- K<sup>+</sup>: 0,5–1 mEq/kg (maksimal 20 meq)/2 jam
- Pengulangan: setiap 4–8 jam sesuai kebutuhan
- Monitoring: EKG

**HIPERKALEMIA**

- CaCl: 0,1–0,3 ml/kg cairan 10%
- CaGlukonas: 0,3–1 ml/kg cairan 10%
- Natrium bikarbonat: 1–2 mEq/kg + hiperventilasi ringan sampai sedang

- Glukosa ditambah insulin: 0,5 g/kg glukosa plus 0,1U/kg insulin/30 menit

**RUMATAN ELEKTROLIT**

Konsentrasi elektrolit ditentukan sebagian besar oleh fungsi ginjal.<sup>7</sup> Melakukan pertimbangan status klinis pasien sangat penting dalam mempertimbangkan pemberian elektrolit pada anak-anak. Seorang pasien anuria akan mereabsorpsi natrium dan kalium, membuat suplemen umumnya tidak perlu. Setiap disfungsi ginjal memerlukan pemantauan elektrolit yang lebih sering. Penggantian elektrolit dalam cairan infus umumnya mencakup natrium, kalium, dan klorida. Kebutuhan klorida 5 mEq/kg/hari biasanya dipenuhi dengan pemberian natrium klorida dan garam kalium klorida.<sup>11</sup> Kebutuhan natrium adalah 3 mEq/kg/hari, sedangkan kebutuhan kalium adalah 2 mEq/kg/hari.<sup>3,4</sup>

Kehilangan ruang ketiga sebaiknya diganti menggunakan cairan isotonis (NaCl 0,9%, RL), koloid, atau produk darah, tergantung pada nilai hematokrit. Kehilangan cairan ruang ketiga menjadi minimal pada prosedur laparotomi. Monitoring tanda vital (tekanan arterial, nadi, CRT) secara ketat sangat penting untuk memastikan rehidrasi yang adekuat.

Tidak ada bukti yang mendukung bahwa penggunaan albumin sebagai cairan resusitasi kasus perdarahan pada anak menghasilkan luaran yang lebih baik dibandingkan dengan koloid lain. Pada bayi >3 bulan, toleransi nilai hematokrit bisa lebih rendah, namun bayi dengan penyakit jantung bawaan (PJB) sianotik mungkin perlu batas hematokrit yang lebih tinggi untuk menjamin oksigenasi. Oleh karena itu, umumnya batas bawah nilai hemoglobin untuk menentukan kebutuhan transfusi pada pasien anak dengan sakit kritis adalah 7 g/dL. Konsensus tersebut tidak berlaku jika nilai hematokrit pada bayi (<3 bulan) terlalu rendah. Dalam hal ini umur kehamilan menjadi faktor penentu, misalnya nilai Hb/Ht lebih rendah mungkin dapat ditoleransi oleh bayi prematur dengan berat badan rendah namun relatif besar berdasarkan usia kehamilannya.<sup>26</sup>



Tabel 81.13 Komposisi dari cairan kristaloid yang umum digunakan dalam praktik klinis

Jenis	ml/100 ml	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	laktat
Dekstrosa 5%	278						50
Dekstrosa 5% dalam 0,45% NaCl	405	77	77				50
Dekstrosa 5% dalam 0,9% NaCl	561	154	154				50
Larutan Ringer	309	147	166	4	4	4,5	
Ringer Laktat	275	130	109	4	3		28
Dextrosa 5% in RL	525	130	109	4	3		28
<b>Plasmalyte</b> (Asetat 27 mEq/L, Glukonat 23 mEq/L)	298	140	98	5		3	
NaCl 0,45%	154	77	77				
NaCl 0,9%	308	154	154				
NaCl 3%	1026	513	513				
NaCl 5%	1710	855	855				
NaCl 7,5%	2566	1283	1283				
Mannitol 20%	1098						

Tabel diadaptasi dari Peter J. et al. 2011 dan Edwards, et al. 2015.<sup>7,8</sup>

Tabel 81.14 Kehilangan pada ruang ketiga (*Third space losses*)

Jam Pertama	
1. Usia < 3 tahun:	25 ml/kg + no. 3
2. Usia > 4 tahun:	15 ml/kg + no. 3
Jam Selanjutnya	
Cairan rumatan + trauma = cairan dasar intraoperatif	
1. 4 ml/kg + trauma ringan (2 ml/kg) =	6 ml/kg; misal operasi superfisial
2. 4 ml/kg + trauma sedang (4 ml/kg) =	8 ml/kg; misal operasi torakotomi
3. 4 ml/kg + trauma berat (6 ml/kg) =	10 ml/kg; misal operasi abdomen

Tabel 81.15 Kehilangan yang sedang berjalan (*ongoing losses*)

Penganti Perdarahan
1. Cairan kristaloid 3 : 1
2. Cairan koloid 1 : 1

## TATA LAKSANA CAIRAN PASCABEDAH

- Cairan rumatan
- Cairan pengganti

Cairan pengganti didefinisikan sebagai cairan yang diberikan untuk menggantikan *ongoing losses* akibat perawatan medis maupun pascabedah. Contoh situasi

klinis yang memerlukan cairan pengganti antara lain adalah pasien yang masih menggunakan *drainase* lambung (*gastric tube*), *drainase* thoraks, mengalami rembesan darah pasca insisi pembedahan, muntah yang tidak terkontrol, diare terus-menerus atau *externalized shunt* cairan serebrospinal. Kehilangan akibat situasi tersebut tidak akan terpenuhi bila hanya diberikan cairan rumatan.<sup>3,24,25</sup>



## KOREKSI KESEIMBANGAN ELEKTROLIT

Kebutuhan cairan rumatan pada hari pertama pascabedah sebaiknya dikurangi sampai dua pertiga perkiraan kebutuhan normal, karena adanya potensi kadar ADH yang masih tinggi atau adanya edema jaringan akibat manipulasi operasi. Asupan cairan oral pada sebagian besar pasien anak biasanya dapat diberikan setelah tiga jam pasca operasi. Jika pemberian asupan oral harus ditunda (misalnya pada operasi abdomen mayor), maka pemberian cairan melalui akses vena perifer sebaiknya tidak melebihi 5 hari dan bila diperlukan nutrisi parenteral berkepanjangan seharusnya dilakukan melalui akses vena sentral.<sup>7</sup>

Hiponatremia pascabedah merupakan gangguan elektrolit yang sering terjadi pada anak. Hiponatremia berat (<120-125 mmol/l) dapat menyebabkan kerusakan otak sementara atau permanen.<sup>16</sup> Kejadian hiponatremia pascabedah sering diamati pada pasien anak-anak dengan ASA 1 yang mendapat terapi cairan hipotonis yang sedang mengalami gangguan kapasitas eliminasi cairan bebas.<sup>25</sup>

Gejala akut hiponatremia merupakan kedaruratan medis yang membutuhkan penanganan segera. NaCl hipertonis perlu diberikan untuk meningkatkan kadar natrium plasma >125 mmol/l, sehingga risiko terjadinya kejang bisa dikurangi. Namun, pemberian yang terlalu cepat (sehingga menyebabkan peningkatan kadar natrium plasma >2 mEq/L/jam) dapat menyebabkan demyelinisasi pontin. Hiponatremia pascabedah bisa dicegah dengan menghindari penggunaan cairan hipotonis selama operasi dan awal pascabedah.

Rekomendasi saat ini adalah menggunakan larutan garam isotonik seimbang serta infus latar belakang intraoperatif untuk kehilangan puasa dan kehilangan ruang ketiga. RL dan NS adalah dua jenis cairan yang paling umum digunakan. Pada tahun 2011, sebuah pernyataan konsensus Eropa merekomendasikan bahwa larutan garam isotonik intraoperatif juga harus mengandung dekstrosa 1-2,5%. Konsentrasi larutan dekstrosa yang lebih tinggi tidak dianjurkan untuk anak-anak yang sehat termasuk neonatus aterm.

## KESIMPULAN

Dalam memberikan terapi cairan pada anak, seorang tenaga medis harus mempunyai dasar pengetahuan yang cukup tentang kebutuhan cairan dan elektrolit pada anak dan bayi sehat, serta bagaimana respons dan perubahannya secara fisiologis bila akan dilakukan prosedur pembedahan.

Kebutuhan terapi cairan dan elektrolit yang diberikan sesuai pedoman harus selalu dievaluasi berdasarkan respons pasien. Seperti juga pada orang dewasa, pemberian cairan yang berlebihan pada anak dan bayi dapat membahayakan karena belum sempurnanya organ tubuh anak sehingga mudah terjadi *overload*. Kurang hati-hati dalam pemberian cairan pada anak walaupun kelebihannya tampak sedikit dapat menyebabkan masalah besar, misalnya: kelebihan pemberian cairan 100 ml pada neonatus sebanding dengan kelebihan 1-2 liter pada orang dewasa.

## REFERENSI

1. Friis-Hansen B. Water distribution in the foetus and newborn infant. *Acta Paediatr Scand* 1983; 305: 7-11.
2. John F Butterworth, IV., David C Mackey., John D Wasnick., G Edward Morgan., Maged S Mikhail. *Anesthesiologi klinis Morgan & Mikhail*. New York: McGraw-Hill, 2013.
3. Meyers RS. Pediatric fluid and electrolyte therapy. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2009;14:204-11. 3.
4. Bailey AG, McNaull PP, Jooste E, et al. Perioperative crystalloid and colloid fluid management in children: where are we and how did we get here? *Anesth Analg* 2010; 110: 375-90.
5. Davenport M, Syed SHS. Fluids, electrolytes, and dehydration. Sinha CK, Davenport M, eds. *Handbook of Pediatric Surgery*. London: Springer-Verlag London, 2010:9-19.
6. Lam WM. Fluids and electrolytes. Benavides S, Nahata MC, eds. *Pediatric Pharmacotherapy*. Lenexa, KS: American College of Clinical Pharmacy, 2013:290-304.
7. Peter J. Davis, Franklyn P. Cladis. *Smith's Anesthesia for Infants and Children*, Edisi kedelapan. USA: Elsevier. 2011.
8. Edwards, Mark R. Grocott, Michael P.W. *Millers Anesthesia Edisi kedelapan*. Philadelphia: Elsevier. 2015.
9. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. A rational approach to perioperative fluid management. *Anesthesiology*. 2008 Oct;109(4):723-40. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181863117
10. Somers MJ. Intravenous maintenance fluid therapy in children *J Paediatr Child Health*. 2016 Feb;52(2):137-40
11. Nair SG, Balachandran R. Perioperative fluid and electrolyte management in Pediatric Patients. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2004; 48(5) : 355-366



12. NICE Guideline, No. 29. IV Fluids in Children: Intravenous Fluid Therapy in Children and Young People in Hospital. National Clinical Guideline Centre. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK). 2015 Dec.
13. Sumpelmann R, Becke K, Crean P, Jöhr M, Lönnqvist PA, Strauss JM, et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol*. 2011 Sep;28(9):637-39.
14. Sumpelmann R, Becke K, Brenner S, Breschan C, Eich C, Höhne C, et al. Perioperative intravenous fluid therapy children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. *Pediatric Anaesth*. 2017;27:10-18.
15. Burns CM, Rutherford MA, Boardman JP, Cowan FM. Pattern of cerebral injury and neurodevelopmental outcomes after symptomatic neonatal hypoglycemia. *Pediatrics*. 2008;122:65-74.
16. Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL. Hyponatremia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ*. 1992 May 9;304(6836):1218-22.
17. Murat I, Dubois M. Perioperative fluid therapy in pediatrics. *Pediatr Anesth*. 2008;18:363-70.
18. Schmidt GL. Fluids and electrolytes. In: Corkins M, ed. *The ASPEN Pediatric Nutrition Support Core Curriculum*. Silver Spring, MD: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 2010:87-102.
19. Jacob M, Chappell D, Conzen P, Finsterer U, Rehm M. Blood volume is normal after preoperative overnight fasting. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2008 Apr;52(4):522-9.
20. Smith I et al. Perioperative Fasting in Adults and Children: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Euro J Anaesthesiology* 2011;28(8):556-569.
21. American Society of Anaesthesiologists. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by the American Society of Anaesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters. *Anaesthesiology* 2017; 126:376-93.
22. Wang J, Xu E, Xiao Y. Isotonic versus hypotonic maintenance IV fluids in hospitalized children: a meta-analysis. *Pediatrics*. 2014 Jan;133(1):105-113. doi: 10.1542/peds.2013-2041. Epub 2013 Dec 30
23. Powers KS. Dehydration: isonatremic, hyponatremic and hypernatremic recognition and management. *Pediatr Rev* 2015;36:274-85.
24. Montañana PA, Modesto i Alapont V, Ocón AP, López PO, LópezPrats JL, Toledo Parreño JD. The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: A randomized, controlled open study. *Pediatr Crit Care Med*. 2008;9:589-97.
25. Dearlove OR, Ram AD, Natsagdoj S, Humphrey G, Cunliffe M, Potter F. Hyponatraemia after postoperative fluid management in children. *Br J Anaesth*. 2006;97:897-8. author reply 898.
26. Arya VK. Basics of fluid and blood transfusion therapy in paediatric surgical patients. *Indian J Anaesthesia*. 2012 Sep;56(5):454-62. doi: 10.4103/0019-5049.103960.
27. Oh GJ, Sutherland SM. Perioperative fluid management and postoperative hyponatremia in children. *Pediatr Nephrol*. 2016;31:53-60. doi: 10.1007/s00467-015-3081-y.



# 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

