

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### **1. *General* anestesia**

###### **a. Definisi**

*General* anestesia adalah kegiatan pembiusan yang menyebabkan keadaan tidak sadar, amnesia, analgesia dan imobilitas yang reversibel (Moody *et al.*, 2021). Keberhasilan *general* anestesia ditandai dengan hilangnya kesadaran, amnesia, analgesia, dan relaksasi otot (Rehatta, 2019). *General* anestesia menyebabkan amnesia yang bersifat anterograd, yaitu hilangnya ingatan saat dilakukan pembiusan dan operasi sehingga ketika pasien sadar, memungkinkan pasien untuk bangun kembali tanpa efek samping dan tidak mengingat kejadian saat pembiusan (Pramono, 2017).

Menurut Mangku & Senapati (2010) anestesia merupakan tindakan yang meliputi tiga komponen, yaitu hipnotik (mati ingatan), analgesia (mati rasa), dan relaksasi otot rangka (mati gerak). Tiga hal tersebut sering disebut dengan *trias anestesia*. Untuk mencapai ketiganya memerlukan kombinasi obat-obatan yang dapat memberikan efek terhadap tiap-tiap tujuan yang ingin dicapai.

*General* anestesia diberikan dengan tujuan mencapai kondisi optimal selama operasi dengan menghilangkan kesadaran, nyeri, memori, serta menekan refleks tubuh terhadap rangsangan. Tujuan

lain pemberian *general* anestesia yaitu untuk menciptakan imobilitas dan relaksasi otot yang adekuat agar tindakan operasi dapat dilakukan dengan aman. Dengan menekan refleks protektif dan respon motorik, *general* anestesia mencegah gerakan yang tidak diinginkan selama operasi agar tindakan dapat berjalan dengan aman (Butterworth *et al.*, 2022).

b. Fase-fase *general* anestesia

Menurut Butterworth *et al.*, (2022) *general* anestesia dibagi kedalam tiga fase:

1) Induksi

Induksi anestesia biasanya dilakukan dengan pemberian obat melalui inhalasi, intravena, atau anestesia imbang dengan tujuan tercapainya *trias anestesia*. Pada fase ini perubahan hemodinamik dan termoregulasi mulai nampak akibat efek dari anestesia yang bekerja pada sistem saraf pusat. Penurunan kemampuan kompensasi termal dan ambang vasokonstriksi menyebabkan vasodilatasi perifer yang berujung pada redistribusi panas dari inti tubuh ke perifer (redistribusi hipotermia). Fase induksi menjadi periode kritis terjadinya hipotermia dini apabila upaya pencegahan kehilangan panas tidak dilakukan secara adekuat.

2) *Maintenance*

*General* anestesia biasanya dipertahankan dengan teknik TIVA, inhalasi, atau kombinasi keduanya. Tujuan dari *maintenance*

adalah untuk menjaga kedalaman anestesia pasien tetap adekuat, serta kondisi fisiologis pasien optimal selama operasi berlangsung. Selama fase *maintenance* penurunan sensitivitas pusat pengaturan suhu menurun sehingga mengakibatkan lambatnya respons vasokonstriksi dan menggigil sebagai salah satu upaya homeostasis tubuh dalam menghasilkan panas (Barash *et al.*, 2013). Akibatnya tubuh kehilangan panas selama operasi berlangsung. Hipotermia yang berlanjut tanpa penanganan yang baik dapat memengaruhi metabolisme dan memperlambat eliminasi obat sehingga berdampak pada kecepatan pemulihan pasien dari obat-obatan anestesia.

### 3) *Emergence*

*Emergence* adalah tahap pemulihan dari *general* anestesia yang ditandai dengan penghentian pemberian agen anestesia hingga pasien terbangun dan fungsi fisiologis secara bertahap berfungsi secara kembali tanpa alat bantu. Meski demikian, proses *emergence* atau proses pulih ini tetaplah dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti dosis anestesia yang diberikan, durasi anestesia, dan kondisi fisiologis pasien (Smith & Aitkenhead, 2019).

#### c. Metode *General* anestesia

*General* anestesia dapat diberikan melalui dua cara, yaitu anestesia inhalasi dan intravena. Pemberian anestesia inhalasi lazim dilakukan melalui masker, intubasi *Endotracheal Tube* (ETT), dan

*Laryngeal Mask Airway* (LMA). Pada dasarnya pemberian anestesia inhalasi adalah dengan memberikan obat dalam bentuk gas yang dimasukkan ke paru-paru dengan bantuan alat berupa LMA, ETT, atau sungkup (Surgeon, 2021). Secara lebih jelas akan dipaparkan pada bagian teknik *general* anestesia, sub bagian *general* anestesia inhalasi. Adapun obat yang dapat diberikan melalui teknik inhalasi antara lain gas Xenon, N<sub>2</sub>O, Isofluran, sevofluran, desfluran, eter, dll (Barash *et al.*, 2013).

Disamping itu, anestesia intravena adalah cara pemberian obat melalui injeksi ke pembuluh darah vena (Surgeon, 2021). Obat-obatan yang dapat diberikan melalui intravena antara lain, propofol, tiopental, barbiturat, ketamin, midazolam, etomidat, dll (Rehatta, 2019).

d. Teknik *general* anestesia

Pengambilan keputusan teknik anestesia ditentukan berdasarkan prosedur operasi yang akan dilakukan dengan mempertimbangkan penyakit penyerta dan preferensi tim anestesia. Karena seluruh tanggung jawab dari pelaksanaan anestesia dibebankan kepada tim anestesia. Tim harus dapat memastikan bahwa efek yang mungkin terjadi dari teknik anestesia yang dipilih dapat ditangani dengan baik (Pardo, 2023).

Perlu diingat bahwa pemilihan *general* anestesia sebagai teknik bius selama operasi harus disertai dengan persiapan premedikasi, manajemen jalan napas, induksi anestesia, pemeliharaan

anestesia, dan analgesia pascaoperasi. Berikut adalah teknik yang dapat digunakan untuk *general* anestesia menurut Mangku & Senapati (2010):

1) *General* anestesia inhalasi

Pada dasarnya teknik *general* anestesia inhalasi adalah teknik pemberian obat yang mencampurkan beberapa obat yang berwujud gas atau sengaja dievaporasikan agar berbentuk gas untuk mencapai *trias anestesia*. Cara-cara pemberian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

a) Sungkup muka (*face mask*)

*General* anestesia sungkup muka adalah pemberian obat inhalasi menggunakan sungkup muka. Ukuran sungkup muka yang beragam disesuaikan dengan ukuran wajah pasien agar pemberian obat inhalasi dapat adekuat dan tidak terjadi kebocoran. Anestesia dengan sungkup muka biasanya ditujukan untuk operasi kecil di area permukaan tubuh yang durasinya singkat. Posisi pasien saat diberikan anestesia menggunakan sungkup muka lazimnya adalah supinasi.

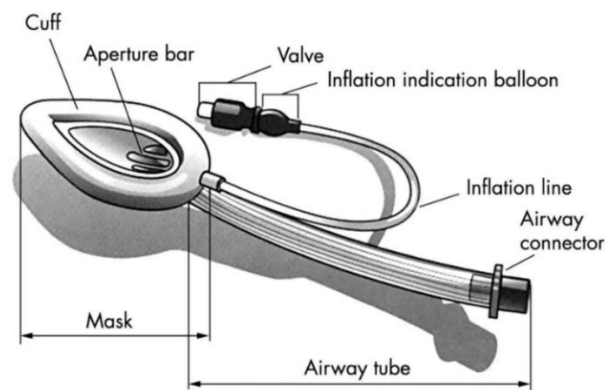


(Sumber: commons.wikimedia.org/)

Gambar 1. Sungkup muka (*face mask*)

b) *Laryngeal mask airway (LMA)*

*General* anestesia inhalasi menggunakan LMA digunakan untuk pasien dengan operasi kecil hingga sedang yang dilakukan di area permukaan tubuh. Posisi pasien saat operasi yang dilakukan LMA lazimnya adalah supinasi. *Trias anestesia* yang dicapai dengan teknik ini adalah hipnotik, analgesik, dan relaksasi otot ringan. Durasi operasinya biasanya cenderung lebih lama dibanding dengan pasien yang diberikan dengan teknik sungkup muka.



(Sumber: [slideshare.net/slideshow/](http://slideshare.net/slideshow/))

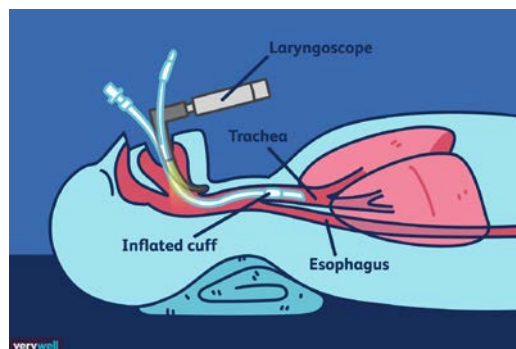
Gambar 2. *Laryngeal mask airway (LMA)*

c) *Endotracheal tube (ETT)*

*General* anestesia dengan ETT adalah tindakan *invasive* yang dilakukan dengan memasukkan pipa sebagai alat bantu napas ke dalam trakea menggunakan bantuan *laryngoscope*. Pemberian anestesia inhalasi dengan ETT memiliki dua teknik berbeda, yaitu ETT dengan napas spontan dan ETT dengan napas kendali.

ETT dengan napas spontan biasanya diberikan kepada pasien yang menjalani operasi sedang hingga berat. Daerah operasinya biasanya di kepala, leher dengan posisinya supinasi. Triad anestesia yang ingin dicapai dengan teknik ini adalah hipnotik, analgesik, dan relaksasi otot ringan.

ETT dengan napas kendali adalah pemberian obat-obatan dengan tujuan *trias anestesia*-nya adalah hipnotik, analgesik, dan relaksasi otot penuh. Selanjutnya untuk memfasilitasi napas kendali selama durasi operasi, perlu digunakan obat pelumpuh otot seperti atracurium atau golongan nondepolarisasi lainnya. Operasi yang dilakukan dengan teknik ini biasanya adalah operasi besar dengan berdurasi panjang hingga >1 jam.



(Sumber: <https://share.google/OtSx16CF4p6hE5qZO>)

Gambar 3. Endotracheal Tube (ETT)

## 2) *General* anestesia intravena

Teknik *general* anestesia intravena dilakukan dengan memasukkan obat melalui pembuluh darah vena menggunakan suntikan. Pemberian obat harus dikendalikan agar tidak terlalu cepat

ataupun lambat karena durasi pemberian obat dapat berpengaruh terhadap hemodinamik pasien (Pardo, 2023). Pemberian obat dengan intravena *general* anestesia sering kali juga digunakan untuk memfasilitasi tindakan induksi anestesia.

### 3) *General* anestesia imbang

Anestesia imbang (*balance anesthesia*) adalah teknik yang digunakan dengan cara mengombinasikan pemberian obat anestesia intravena dan inhalasi atau mengombinasikan *general* anestesia dan regional anestesia untuk mencapai *trias anestesia* yang optimal.

#### e. Mekanisme kerja *general* anestesia

*General* anestesia bekerja dengan melibatkan interaksi obat anestesia dengan sistem saraf pusat (SSP), terutama bagian korteks serebri, talamus, dan sistem retikuler pengaktif yang mengambil peran penting dalam mempertahankan kesadaran. Obat anestesia bekerja dengan memodulasi transmisi sinaptik neuron melalui peningkatan inhibisi dan penurunan eksitasi neuronal. Secara molekuler, sebagian besar agen anestesia meningkatkan aktivitas neurotransmitter inhibitor (Barash *et al.*, 2013; Miller *et al.*, 2015).

Seperti contohnya adalah barbiturat, menekan sistem aktivasi retikuler di batang otak, yang mengontrol kesadaran. Mekanisme kerja utamanya adalah melalui pengikatan pada reseptor asam  $\gamma$ -aminobutirat tipe A (GABA). Selanjutnya aktivitas neurotransmitter

eksitatori seperti glutamat diturunkan aktivitasnya, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas neuronal secara keseluruhan. Hal tersebut berakibat pada disintegritas informasi di korteks serebri dan berakhir pada kesadaran yang tidak dapat dipertahankan (Butterworth *et al.*, 2022).

Selain berefek pada hilangnya kesadaran, *general* anestesia juga memengaruhi sistem fisiologis lain di SSP, termasuk hipotalamus sebagai pusat termoregulasi. Anestesia menurunkan ambang respon tubuh terhadap perubahan suhu, sehingga mekanisme kompensasi untuk mempertahankan suhu berada pada normal menjadi terhambat. Hal tersebut berakibat pada vasodilatasi perifer yang signifikan, terutama saat awal anestesia, sehingga terjadi redistribusi panas dari organ inti ke jaringan perifer. Kejadian tersebut disebut juga dengan redistribusi hipotermia dan menjadi penyebab penurunan suhu inti tubuh selama intraanestesia. Penyebab lain seperti paparan suhu kamar operasi, pemberian cairan infus dengan suhu rendah dapat juga memengaruhi kejadian hipotermia pada pasien (Miller *et al.*, 2015).

Penurunan suhu tubuh yang terjadi akibat *general* anestesia berimplikasi pada proses metabolisme dan eliminasi obat. Hipotermia mengakibatkan penurunan aktivitas enzimatis hati dan mengurangi perfusi organ. Hal tersebut mengakibatkan penurunan laju metabolisme dan ekskresi obat akhirnya terhambat. Terhambatnya ekskresi obat dapat menyebabkan konsentrasi residual anestesia

bertahan lebih lama di SSP. Dengan demikian, kembalinya fungsi neuronal dan kesadaran berpotensi mengalami keterlambatan (Miller *et al.*, 2015).

f. Obat selama *general* anestesia

Obat-obatan yang digunakan selama perianestesia digolongkan dalam kelompok premedikasi, induksi, *muscle relaxan*, analgetik, opioid, reversal, dan emergensi (DiLorenzo & Schell, 2014). Secara lebih rinci akan dijelaskan sebagai berikut:

1) Premedikasi

Premedikasi adalah obat-obatan yang digunakan sebelum dilakukan induksi anestesia. Obat-obatan anestesia meliputi golongan antikolinergik, sedatif, dan analgetik narkotik (Mangku & Senapati, 2010). Tujuan dari pemberian obat-obatan premedikasi adalah:

- a) Memberikan rasa nyaman, bebas takut, tegang, khawatir, bebas nyeri, dan mencegah mual.
- b) Mengurangi sekresi kelenjar dan menekan refleks vagus
- c) Memudahkan dan memperlancar induksi
- d) Mengurangi dosis obat anestesia
- e) Mengurangi rasa sakit dan gelisah pascabedah

2) Agen intravena

Agen intravena adalah obat-obatan anestesia yang diberikan melalui jalur intravena. Pemberian agen intravena bertujuan untuk

membuat obat dengan cepat dapat tersirkulasi ke seluruh tubuh melalui peredaran darah. Agen anestesia intravena yang diberikan biasanya sebagai induksi, sehingga dapat berupa obat sedasi, analgesia, maupun *muscle relaxan* (Barash *et al.*, 2013; Butterworth *et al.*, 2022).

### 3) Agen inhalasi

Anestesia inhalasi adalah obat *general* anestesia yang digunakan dalam bentuk gas yang dievaporasikan. Transportnya berjalan melalui absorpsi oleh alveoli paru-paru yang kemudian didistribusikan ke sistem sirkulasi untuk mencapai sistem saraf pusat (SSP). Secara universal, agen inhalasi yang sering digunakan adalah nitrous oxide, halotane, isoflurane, desflurane, dan sevoflurane. Setiap agen inhalasi memiliki cara bekerja dan efek yang berbeda-beda. Sehingga pilihannya disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai dari anestesia itu sendiri. Sebagai contoh, agen inhalasi sevoflurane sangat berguna untuk induksi. Hal tersebut dikarenakan sifatnya yang tidak menyengat dan onset yang cepat sehingga efektif untuk tindakan induksi (Butterworth *et al.*, 2022).

Dalam praktiknya, seringkali agen inhalasi dijadikan sebagai obat rumatan untuk mempertahankan kondisi anestesia pada pasien selama intraanestesia. Meskipun mekanisme kerja anestesia inhalasi secara pasti belum sepenuhnya dipahami, contohnya pemberian oksida nitrat dan xenon yang diyakini

menghambat reseptor N-metil-D-aspartat (NMDA). Kemungkinan lain bahwa anestesia inhalasi bekerja pada beberapa reseptor protein yang memblokir saluran eksitatori dan meningkatkan aktivitas saluran penghambat yang memengaruhi aktivitas neuron. Area otak spesifik yang dipengaruhi oleh anestesia inhalasi meliputi sistem aktivasi retikuler, korteks serebral, nukleus cuneatus, korteks olfaktori, dan hipokampus, namun, anestesia umum berikatan di seluruh SSP (Butterworth *et al.*, 2022).

## 2. Cairan infus

### a. Definisi

Cairan infus adalah jenis cairan berisi elektrolit yang dimasukkan melalui intravena dengan tujuan medis tertentu. Biasanya bisa berupa kondisi kehilangan cairan, atau sekedar untuk mempertahankan kebutuhan cairan dalam tubuh (Castera & Borhade., 2025). Penggunaan cairan infus selama intraoperatif biasanya diperlukan untuk mengoreksi defisit cairan dan kehilangan darah. Bila keseimbangan cairan terganggu maka akan terjadi pula gangguan keseimbangan elektrolit. Ketidakseimbangan elektrolit selama intraoperatif dapat berpengaruh terhadap fungsi kardiovaskuler, neurologis, dan neuromuskuler (Rahman, 2025).

### b. Tujuan terapi cairan infus

Pemberian cairan infus memiliki tujuan terapeutik. Menurut Mangku & Senapati (2010) pemberian infus berguna untuk

menggantikan kehilangan cairan, mengganti kehilangan cairan yang sedang berlangsung, mencukupi kebutuhan cairan harian, menangani syok, koreksi dehidrasi dan mengatasi kelainan akibat terapi lain. Berdasarkan konteks tujuan pemberian infus selama perioperatif, infus diberikan dengan tujuan:

1) Terapi infus praoperasi

Penggunaan cairan infus selama praoperatif biasanya dimaksudkan untuk menggantikan cairan yang hilang karena puasa praoperasi. Cairan yang bisa digunakan adalah jenis kristaloid (Mangku & Senapati, 2010).

2) Terapi infus intraoperasi

Penggunaan cairan infus selama fase intraoperasi biasanya bertujuan untuk menggantikan cairan yang hilang akibat luka operasi. Cairan yang digunakan biasanya adalah koloid, kristaloid, dan apabila diperlukan, akan diberikan produk darah (Mangku & Senapati, 2010).

3) Terapi infus pascaoperasi

Tujuan dari pemberian cairan infus pascaoperasi biasanya berhubungan dengan kebutuhan untuk mengoreksi kelainan akibat terapi yang sebelumnya diberikan kepada pasien. Penggunaan cairan disesuaikan dengan kebutuhan dari masalah yang dihadapi (Mangku & Senapati, 2010).

Pemberian infus selama perianestesi khususnya intraanestesi, tidak hanya berperan mempertahankan keseimbangan cairan, elektrolit, dan hemodinamik, tetapi juga memberi pengaruh terhadap kestabilan suhu tubuh. Termoregulasi pasien yang menjalani *general* anestesia mengalami depresi sistem saraf pusat yang berimplikasi pada penurunan ambang vasokonstriksi. Kondisi tersebut menyebabkan redistribusi panas menuju perifer sehingga pasien kehilangan panas dari inti tubuh kemudian berakhir pada kejadian hipotermia (Guyton and Hall 2011).

Pemberian infus intravena dengan suhu ruang dapat memperberat kemungkinan tubuh kehilangan panas karena suhu infus yang lebih rendah dari suhu tubuh pasien. Hal tersebut dikarenakan kalor bergerak dari gradien suhu yang lebih tinggi ke yang lebih rendah untuk mencapai kesetimbangan temperatur. Mengakibatkan tubuh yang bersuhu lebih tinggi dari infus suhu ruang, kehilangan panasnya (Kurz 2001). Oleh karena itu, selain memperhatikan infus berdasarkan kebutuhan untuk pemenuhan elektrolit dan hemodinamik, pemberian infus juga harus memperhatikan suhu saat pemberian dilakukan.

#### c. Jenis cairan infus

Cairan infus digolongkan kepada beberapa jenis kelompok berbeda. Pengelompokan tersebut berdasarkan osmolaritas, dan konsentrasi elektrolitnya (Rahman, 2025).

### 1) Berdasarkan osmolaritas

Osmolaritas adalah tingkat kepekatan cairan infus. Hal tersebut dilihat dari jumlah partikel osmotik terlarut dalam satu liter larutan (mOsm/L). Hal tersebut menentukan perpindahan air melalui membran semipermeabel. Secara fisiologis, manusia memiliki osmolaritas plasma berkisar 275-295 mOsm/L. Cairan infus diklasifikasikan osmolaritasnya berdasarkan relatifnya terhadap plasma manusia. Perbedaan osmolaritas tersebut memengaruhi distribusi cairan antarkompartemen intravaskuler, interstisial, dan interسلuler (Guyton & Hall, 2011).

#### a) Hipotonik

Cairan hipotonik adalah cairan yang osmolaritasnya lebih rendah dari pada plasma (konsentrasi ion  $\text{Na}^+$  lebih rendah dibanding plasma). Hal tersebut membuat cairan hipotonik mudah larut dalam plasma. Sifatnya yang mudah larut membuat cairan mudah ditarik dari dalam pembuluh darah ke jaringan sekitar. Cairan hipotonik sering kali digunakan untuk mengatasi kejadian dehidrasi. Komplikasi yang perlu diwaspadai dari penggunaan cairan hipotonik adalah perpindahan cairan secara tiba-tiba dari pembuluh darah ke sel-sel tubuh yang dapat mengakibatkan kolaps kardiovaskuler bahkan peningkatan tekanan intrakranial (Kadafi, 2023).

b) Isotonik

Cairan isotonik adalah jenis cairan yang osmolaritasnya mendekati angka osmolaritas plasma. Hal tersebut membuat cairan isotonik bertahan lebih lama di pembuluh darah dibanding dengan cairan hipotonik. Cairan jenis ini sering digunakan untuk terapi pada pasien yang mengalami hipovolemi (kondisi tubuh kekurangan volume cairan). Risiko dari penggunaan cairan isotonik adalah kemungkinan terjadinya *overload*. Hal ini akan berbahaya jika terjadi pada pasien jantung kongestive dan pasien-pasien hipertensi (Kadafi, 2023).

c) Hipertonik

Cairan hipertonik adalah cairan yang memiliki osmolaritas lebih tinggi dari pada plasma. Hal tersebut membuatnya menarik cairan dan elektrolit dari jaringan sekitar menuju pembuluh darah. Cairan hipertonik sering digunakan untuk menstabilkan tekanan darah dan juga bisa berfungsi untuk mengurangi edema (Kadafi, 2023).

2) Berdasarkan konsentrasi elektrolit

a) Kristaloid

Cairan kristaloid terdiri atas elektrolit yang bersifat mudah melewati membran endotel pembuluh darah. Pergerakannya yang diikuti oleh air menghasilkan

keseimbangan antara ruang intravaskular dan ekstraselular. Cairan kristaloid dapat berisi macam-macam kation seperti  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ , dan  $Mg^{++}$  serta anion seperti laktat, asetat, glukonat, dan bikarbonat (Kadafi, 2023). Cairan kristaloid terbagi lagi kedalam 3 jenis:

- (1) Kristaloid isotonik: NaCL 0,9%, Ringer Laktat, Ringer Asetat, Ringer Asetat Malat.
- (2) Kristaloid hipotonik: D5%, NaCL 0,45%, NaCL 0,33%, D5%, NaCL 0,225%
- (3) Kristaloid hipertonis: NaCL 3%

b) Koloid

Cairan koloid adalah cairan yang mempunyai kandungan molekul organik besar. Ukuran molekul tersebut yang menyebabkan koloid lebih sukar untuk melewati membran endotel ketimbang cairan kristaloid. Dengan karakteristik tersebut, koloid cocok dijadikan sebagai cairan resusitasi bagi pasien syok hipovolemik (Kadafi, 2023). Cairan koloid terbagi kedalam 2 jenis sifat:

- (1) Hipoonkotik: gelatin, albumin 4%, albumin 5%
- (2) Hiperonkotik: dextran, albumin 20%, albumin 25%, HES (*Hydroxyethyl Starch*) 6% dan 10%.

### 3. Suhu tubuh manusia

#### a. Definisi

Suhu tubuh adalah hasil dari mekanisme pembentukan panas dan pelepasan panas yang dilakukan oleh tubuh untuk mempertahankan keadaan normalnya. Suhu tubuh dibagi menjadi dua jenis, yaitu suhu inti (*core temperature*) dan suhu kulit. Suhu inti menggambarkan suhu tubuh yang dipancarkan oleh organ dalam manusia. Suhu inti biasanya cenderung stabil dan tidak mudah terpengaruh dengan faktor luar. Sedangkan suhu kulit adalah suhu yang terdeteksi di kulit dan mudah terpengaruh oleh banyak keadaan, seperti paparan suhu dari lingkungan dan perfusi jaringan (Guyton & Hall, 2011).

#### b. Suhu inti dan suhu kulit

##### 1) Suhu inti tubuh

Suhu inti tubuh sangat konstan dipertahankan jika dibanding dengan suhu kulit. Perubahan suhu inti tubuh biasanya mengalami perubahan sekitar  $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$  dalam kondisi sehat. Hal tersebut bisa berbeda ketika seseorang mengalami demam. Suhu tubuh dapat berubah mengikuti suhu lingkungan yang ekstrem. Ketika seseorang terkena paparan suhu lingkungan yang panas, maka suhu inti bisa meningkat sampai  $101^{\circ}\text{F}$ - $104^{\circ}\text{F}$ . Apabila seseorang terpapar suhu dingin yang maka suhu inti dapat turun hingga dibawah  $96^{\circ}\text{F}$  (Guyton & Hall, 2011).

Suhu inti memiliki titik kritis, yaitu di angka 37,1°C. Ketika suhu berada di atas angka tersebut, maka tubuh akan melakukan usaha mengeluarkan panas lebih cepat agar suhu inti berada dekat dengan poin ini. Berlaku sebaliknya, ketika suhu terlalu rendah dari titik ini, maka tubuh akan berusaha memproduksi panas lebih banyak. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mempertahankan suhu optimal agar metabolisme sel dan jaringan tetap optimal (Guyton & Hall, 2011).

## 2) Suhu kulit

Suhu kulit atau ada juga yang menyebut dengan suhu perifer merupakan suhu permukaan tubuh yang mencerminkan hasil interaksi antara suhu inti, aliran darah ke kulit ditambah dengan pengaruh dari kondisi lingkungan sekitar. Secara fisiologis, suhu kulit lebih berfluktuasi karena langsung dipengaruhi oleh termoregulasi perifer seperti adanya vasodilatasi dan vasokonstriksi pembuluh darah kulit (Guyton & Hall, 2011).

Dalam kondisi normal tubuh mempertahankan suhu inti dengan memanipulasi pengaturan aliran darah ke kulit. Saat suhu lingkungan rendah, vasokonstriksi pembuluh darah kulit terjadi sebagai upaya untuk menekan hilangnya panas, sehingga akhirnya suhu kulit menurun. Sebaliknya, ketika suhu lingkungan meningkat atau produksi panas tubuh berlebih, maka vasodilatasi pembuluh darah perifer yang meningkatkan aliran darah ke kulit. Hal tersebut

terjadi sebagai upaya tubuh untuk membuang panas (Guyton & Hall, 2011).

c. Fisiologi suhu tubuh

1) Pusat pengatur suhu tubuh

a) Deteksi suhu tubuh oleh reseptor

Pada kulit manusia terdapat reseptor suhu dingin dan suhu panas. Reseptor dingin memiliki jumlah 10 kali lebih banyak daripada reseptor suhu panas. Tubuh menjadi lebih sensitif terhadap suhu sejuk dan dingin daripada suhu panas. Ketika seluruh kulit sudah terpapar suhu dingin maka hal selanjutnya yang dilakukan tubuh untuk mempertahankan kondisi fisiologis adalah dengan berusaha meningkatkan suhu tubuh melalui beberapa cara: (1) tubuh berusaha melakukan kontraksi otot hingga terjadi menggigil, dengan begitu tubuh membakar kalori lebih banyak untuk meningkatkan panas tubuh, (2) tubuh menghambat pengeluaran keringat, hal tersebut dilakukan untuk mencegah lebih banyak kalori yang hilang akibat proses evaporasi. (3) vasokonstriksi kulit juga terjadi untuk menghilangkan pemindahan panas tubuh dari kulit (Guyton & Hall, 2011).

Reseptor suhu tubuh bagian dalam banyak terdapat di medula spinalis, organ abdomen, dan di sekitar vena-vena besar di abdomen bagian atas serta rongga dada. Reseptor ini lebih

banyak terpajan pada suhu inti tubuh. Fungsi reseptor suhu yang berada pada tubuh untuk memberi alarm sehingga mencegah terjadinya hipotermia (Guyton & Hall, 2011).

b) Efek mekanisme neuron

Hipotalamus sebagai pusat pengatur suhu akan melakukan usaha untuk menjaga suhu tubuh berada pada suhu normal. Saat tubuh berada pada suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin maka hipotalamus akan melakukan beberapa usaha. Ketika tubuh terlalu panas maka upaya yang dilakukan hipotalamus untuk mempertahankan suhu tubuh: (1) vasodilatasi pembuluh darah kulit, hal ini bisa terjadi akibat hambatan pusat simpatis di hipotalamus posterior yang menyebabkan vasokonstriksi. Vasodilatasi bertujuan untuk memindahkan panas lebih cepat ke kulit hingga delapan kali lipat, (2) berkeringat, efek peningkatan suhu tubuh menyebabkan keringat. Proses ini meningkatkan pengeluaran suhu panas dari tubuh melalui evaporasi. Setiap peningkatan suhu 1°C menyebabkan pengeluaran keringat lebih banyak, cukup untuk membuang panas tubuh hingga 10 kali lebih cepat dari pada keadaan normal. (3) menurunkan produksi panas oleh tubuh, proses pembentuk panas seperti menggigil dan termogenesis kimia ditekan oleh hipotalamus agar suhu tubuh tidak semakin tinggi (Guyton & Hall, 2011).

Hal yang sama juga terjadi ketika tubuh berada pada kondisi suhu yang terlalu dingin. Beberapa hal akan dimanipulasi oleh hipotalamus untuk mempertahankan suhu tubuh pada normal: (1) vasokonstriksi di seluruh tubuh, terjadi sebab adanya rangsangan dari sistem saraf simpatis hipotalamus posterior. (2) piloereksi, berarti “akar rambut berdiri.” Akibat dari rangsang simpatis menyebabkan otot arektor pili yang melekat pada folikel rambut berkontraksi sehingga rambut dapat berdiri. Pada manusia hal ini tidak terlalu penting, namun pada hewan yang lebih primitif, berdirinya rambut memungkinkan hewan tersebut untuk membentuk lapisan tebal “isolator udara” sehingga pemindahan panas ke lingkungan sangat ditekan. (3) peningkatan termogenesis, pembentukan panas oleh sistem metabolisme meningkat dengan terjadinya menggigil, rangsang simpatis untuk pembentukan panas, dan sekresi tiroksin (Guyton & Hall, 2011).

## 2) Mekanisme produksi panas

### a) Menggigil

Menggigil merupakan upaya yang dilakukan tubuh untuk menghasilkan panas dengan lebih cepat. Pusat pengatur menggigil terletak pada hipotalamus posterior dekat dinding ketiga yang disebut *pusat motorik primer untuk menggigil*.

Area ini normalnya dihambat oleh sinyal dari pusat panas di area preoptik-hipotalamus anterior tetapi dirangsang oleh sinyal dingin dari kulit dan medula spinalis. Ketika suhu tubuh turun meskipun hanya beberapa derajat, maka pusat produksi panas akan teraktivasi kemudian menyebabkan menggigil melalui taktis bilateral turun ke batang otak, kemudian ke dalam kolumna lateralis medula spinalis, dan akhirnya ke neuron-neuron motorik anterior. Sinyal ini tidak teratur, sehingga menyebabkan gerakan otot yang tidak sesungguhnya. Akibat dari sinyal tersebut, tonus otot rangka meningkat di seluruh tubuh dengan meningkatkan aktivitas neuron motorik anterior. Saat tonus otot meningkat hingga angka tertentu, maka kemudian terjadi menggigil (Guyton & Hall, 2011).

b) Eksitasi simpatis kimiawi pada pembentukan panas

Peningkatan perangsang simpatis norepinefrin maupun epinefrin dalam darah dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme seluler dengan cepat. Efek tersebut disebut dengan termogenesis kimia atau termogenesis tanpa menggigil. Hal tersebut sebagian dihasilkan dari kemampuan norepinefrin dan epinefrin untuk memisahkan fosforilasi oksidatif yang berarti bahwa kelebihan makanan akan dioksidasi dan dengan cara tersebut akan melepaskan energi

dalam bentuk panas tanpa menyebabkan pembentukan ATP (Guyton & Hall, 2011).

Lemak coklat adalah lemak yang kaya akan mitokondria khusus tempat terjadinya pemisahan oksidasi. Lemak coklat sangat kaya dengan saraf simpatis yang melepas norepinefrin guna merangsang ekspresi jaringan *mitochondrial uncoupling protein* (termogenin) dan meningkatkan termogenesis. Pada orang dewasa, lemak coklat hampir tidak ada, sehingga peningkatan suhu akibat proses termogenesis kimia sangat kecil. Akan tetapi, pada bayi lemak coklat masih ada meskipun jumlahnya sedikit. Termogenesis kimia dari lemak coklat pada bayi ini bisa menyebabkan peningkatan pembentukan panas hingga 100% yang kemungkinan menjadi faktor penting neonatus dalam mempertahankan suhu tubuh normal (Guyton & Hall, 2011).

### 3) Mekanisme pelepasan panas

#### a) Radiasi

Radiasi adalah proses pelepasan panas dengan mekanisme pemancaran gelombang panas inframerah. Semua benda yang tidak berada pada suhu nol absolut dapat memancarkan gelombang panas inframerah. Sehingga, ketika suhu tubuh lebih tinggi dari pada suhu lingkungan, maka jumlah panas yang dikeluarkan dari tubuh akan lebih besar dari pada yang dipancarkan benda sekitar ke tubuh. Pada kondisi

tubuh telanjang dan berada di suhu ruangan yang normal, proses radiasi ini menjadi transfer panas paling besar terjadi, yaitu sekitar 60% dari total transfer panas yang terjadi pada tubuh (Guyton & Hall, 2011).

b) Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas tubuh yang terjadi ketika tubuh menempel pada benda padat tertentu atau bisa juga karena adanya kontak dengan molekul udara. Ketika tubuh bersentuhan dengan benda padat, misal ketika seseorang duduk di kursi terjadi transfer panas sekitar 3% dari total transfer yang terjadi. Selanjutnya, konduksi akibat kontak dengan molekul udara 15% (Guyton & Hall, 2011).

c) Konveksi

Perpindahan panas dari tubuh melalui udara secara singkat bisa juga disebut dengan konveksi. Meskipun pertama-tama harus melalui konduksi dengan partikel udara yang kemudian dibawa mengalir oleh aliran udara, hal tersebut yang dimaksud konveksi. Pembuangan panas dengan konveksi bisa mencapai 15% dari total cara pengeluaran panas ke lingkungan yang dilakukan tubuh (Guyton & Hall, 2011).

d) Evaporasi

Evaporasi terjadi dengan cara terjadinya penguapan air dari permukaan tubuh. Tubuh tetap menguapkan air meskipun sering kali tidak terlihat dengan mata. Pada prosesnya, 0,58

kkal energi panas akan hilang untuk setiap gram air yang terevaporasi dari tubuh. Sedangkan, dalam sehari, setidaknya manusia kehilangan 600-700ml/hari dari terjadinya proses evaporasi ini (Guyton & Hall, 2011).

#### d. Pengukuran Suhu Tubuh

Pengukuran suhu tubuh dapat dilakukan dengan termometer. Termometer yang biasa digunakan di klinik adalah termometer merkuri dan digital (Wilkerson *et al.*, 1986). Menurut Bindu *et al.* (2017); NICE *Guidance* (2025) pengukuran suhu tubuh selama intraanestesia disarankan untuk dilakukan setiap 30 menit sekali hingga operasi berakhir. Pengukuran suhu tubuh bisa dilakukan pada beberapa lokasi:

- 1) Kateter arteri pulmonar
- 2) Distal esofagus
- 3) Kandung kemih
- 4) Kening
- 5) Sublingual
- 6) Aksila
- 7) Rektum

#### 4. Hipotermia

##### a. Definisi

Hipotermia adalah keadaan suhu tubuh manusia dibawah 36°C. Sedangkan suhu tubuh normal manusia berada di angka 36,0°C-37,5°C. Klasifikasi hipotermia terbagi menjadi tiga jenis, yaitu

hipotermia ringan, moderat, dan berat. Hipotermia ringan adalah ketika keadaan suhu tubuh seseorang berada pada 34°C-35,9°C. Sedangkan seseorang dinyatakan mengalami hipotermia moderat adalah ketika suhu tubuhnya mencapai 32°C-33,9°C. Seseorang dinyatakan mengalami hipotermia berat apabila suhu tubuhnya berada <32°C (Yin *et al.*, 2024).

b. Faktor yang memengaruhi hipotermia

1) Faktor operasi

a) Durasi operasi dan anestesia

Penurunan suhu tubuh 1°C-1,5°C akibat pemberian anestesia terjadi pada 30-60 menit pertama setelah induksi anestesia (Horosz *et al.* 2021). NICE Guidance (2025) menyebutkan bahwa anestesia dengan durasi lebih dari 30 menit sudah harus diberikan intervensi penghangatan aktif untuk mencegah terjadinya hipotermia.

Durasi operasi dan anestesia yang panjang secara signifikan menunjukkan pengaruh terhadap kejadian hipotermia intraoperatif. Pasien yang menjalani operasi lebih dari 120 menit mengalami hipotermia risiko hipotermia yang tinggi. Pasien dengan durasi anestesia lebih dari 150 menit juga berisiko tinggi mengalami hipotermia (Wang *et al.*, 2025).

b) Jumlah perdarahan

Jumlah perdarahan memengaruhi kejadian hipotermia karena kehilangan darah dapat menyebabkan penurunan kemampuan tubuh dalam mempertahankan suhu tubuh berhubungan dengan terganggunya distribusi panas. Hasil penelitian Mutia *et al.* (2025) menunjukkan bahwa jumlah perdarahan secara signifikan memengaruhi kejadian hipotermia.

2) Faktor lingkungan

a) Suhu ruangan operasi

Menurut Permenkes No. 7 tahun 2019 bahwa kamar operasi harus memiliki suhu antara 22°C-27°C. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi terjadinya infeksi di kamar operasi. Suhu ruangan yang dingin tersebut dapat menjadi faktor yang memengaruhi hipotermia. Hal tersebut berhubungan dengan proses perpindahan panas melalui radiasi (Andayani *et al.*, 2024).

b) Pemberian cairan infus

Setiap pemberian infus dengan jumlah 1 liter dapat menurunkan rata-rata suhu tubuh hingga 0,25°C (Kurz 2001). Apabila jumlah cairan dengan suhu ruang (infus dan darah) yang diberikan kepada pasien lebih dari 1500 ml, secara statistik menunjukkan peningkatan risiko hipotermia. Akan

tetapi hal tersebut dapat dicegah apabila pemberian cairan dipastikan dengan suhu minimal 37°C (NICE Guidance, 2025; Wang *et al.*, 2025).

### 3) Faktor pasien

#### a) Usia

Usia adalah waktu hidup seseorang yang dihitung mulai dari hari kelahiran hingga waktu tertentu. Usia mencerminkan proses pertumbuhan dan perkembangan biologis suatu individu yang berlangsung secara kronologis seiring berjalannya waktu. Menurut Kemenkes RI (2019) usia dikategorikan menjadi beberapa kelompok:

Tabel 2. Kategori Usia

| <b>Kategori Usia</b>      | <b>Umur</b> |
|---------------------------|-------------|
| Bayi                      | 0 tahun     |
| Batita (bawah tiga tahun) | 0-2 tahun   |
| Balita (bawah lima tahun) | 1-4 tahun   |
| Pra sekolah               | 5-6 tahun   |
| Sekolah                   | 7-12 tahun  |
| Muda                      | <15 tahun   |
| Produktif                 | 15-65 tahun |
| Lansia                    | ≥60 tahun   |

Pada pasien geriatri (lansia), risiko terjadi hipotermia meningkat. Hal ini berkaitan dengan penurunan fungsi termoregulasi akibat penambahan usia. Penurunan persepsi termal, gangguan respons otonom dan penurunan kapasitas termogenik memperburuk kemungkinan terjadi hipotermia (Yoo *et al.*, 2025).

Pasien anak juga adalah kelompok rentan mengalami hipotermia intraoperatif. Hal tersebut berhubungan dengan sistem termoregulasi anak-anak yang masih belum efektif. Selain itu, luas permukaan tubuh yang tinggi dibanding dengan volume, cadangan lemak pada lapisan subkutan yang terbatas juga menjadi penyebab lain anak-anak rentan mengalami hipotermia (Andayani *et al.*, 2024).

b) Indeks massa tubuh (IMT)

Indeks massa tubuh (IMT) adalah metode yang menggunakan tinggi dan berat badan orang dewasa untuk secara umum menggolongkan seseorang kedalam kategori kekurangan berat badan, berat badan normal, kelebihan berat badan, dan obesitas.

$$IMT = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{(\text{Tinggi badan (m)})^2}$$

IMT menunjukkan jumlah relatif lemak tubuh pada kerangka individu, tetapi tidak secara langsung menghitung persentase lemak tubuh. Berikut adalah klasifikasi IMT untuk populasi orang-orang Asia menurut *World Health Organization* (WHO) dalam (Zierle-Ghosh & Jan, 2025):

Tabel 3. klasifikasi IMT

| Klasifikasi           | IMT       |
|-----------------------|-----------|
| Kurang berat badan    | <18,5     |
| Berat badan normal    | 18,5-23,0 |
| Kelebihan berat badan | 23,1-27,5 |
| Obesitas              | >27,5     |

Kejadian hipotermia moderat sering dialami pada pasien dengan IMT dibawah rata-rata. Pasien dengan IMT normal cenderung mengalami hipotermia ringan. IMT menjadi salah satu faktor yang dapat memperberat level hipotermia (Paramadinah *et al.*, 2026). Hal tersebut mungkin terjadi karena secara fisiologis lapisan lemak dalam tubuh dapat menjadi isolator panas alami. Akan tetapi, dalam literatur lain, IMT tidak menunjukkan pengaruh yang kuat terhadap kejadian hipotermia perioperatif (Wang *et al.*, 2025).

c) Jenis kelamin

Penelitian yang dilakukan oleh Paramadinah *et al.* (2026) menunjukkan bahwa ada perbedaan jumlah kejadian hipotermia yang terjadi pada jenis kelamin perempuan dan laki-laki. Pasien berjenis kelamin perempuan lebih banyak mengalami kejadian hipotermia intraoperatif dibanding pasien laki-laki.

d) Status fisik ASA

*American Society of Anesthesiologist* atau sering dikenal juga dengan sebutan status ASA merupakan sistem penilaian untuk mengevaluasi status kesehatan pasien sebelum menjalani anestesia. Tujuan dari penetapan status ASA adalah untuk memberikan gambaran umum tentang derajat penyakit yang diderita pasien.

ASA pertama kali dikembangkan pada tahun 1941, mencakup tujuh kategori berbeda, terdiri dari ASA 1-6 dan “E” untuk menggambarkan kondisi emergensi. Kemudian ASA direvisi sehingga memiliki enam kategori (1-6) dengan tanpa memisahkan kondisi emergensi pada poin berbeda. Apabila terjadi kondisi emergensi pada pasien maka status ASA dapat ditulis menjadi ASA 1 E, ASA 2 E, dst. Berikut adalah klasifikasi status ASA:

Tabel 4. Klasifikasi Status ASA

| Kelas ASA | Deskripsi                                                                                                  | Contoh                                                                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASA 1     | Pasien sehat tanpa penyakit sistemik                                                                       | Pasien tidak merokok<br>Tidak meminum alkohol<br>Tidak memiliki penyakit sistemik                           |
| ASA 2     | Pasien dengan penyakit sistemik ringan                                                                     | Hipertensi terkontrol<br>Diabetes terkontrol<br>Obesitas ringan<br>Ibu hamil normal<br>Penyakit paru ringan |
| ASA 3     | Pasien dengan sistemik berat, memiliki keterbatasan aktivitas, namun tidak mengancam nyawa                 | Penyakit jantung koroner stabil<br>Diabetes/hipertensi tidak terkontrol<br>Obesitas berat                   |
| ASA 4     | Pasien dengan penyakit sistemik berat yang mengancam nyawa                                                 | Sepsis berat<br>Disfungsi organ berat<br>Chronic heart failure (CHF)                                        |
| ASA 5     | Pasien sangat sakit yang diperkirakan tidak akan bertahan lebih dari 24 jam tanpa tindakan operasi.        | Ruptur aneurisma<br>Trauma massif<br>Perdarahan internal hebat                                              |
| ASA 6     | Pasien mati batang otak yang akan diambil organnya untuk didonorkan                                        |                                                                                                             |
| ASA E     | Jika prosedur yang dilakukan bersifat emergensi, maka klasifikasi ASA 1-6 dapat ditambahkan “E” (Misal 2E) |                                                                                                             |

Status ASA pasien yang akan menjalani anestesia memiliki asosiasi kuat dengan kejadian hipotermia intraoperatif. Penelitian menunjukkan bahwa pasien dengan

kategori ASA 3-4 menjadi prediktor kuat bahwa pasien akan mengalami hipotermia selama perianestesia (Wongyingsinn & Pookprayoon, 2023). Meskipun dalam penelitian Risdayani *et al.* (2021) menyatakan bahwa status ASA 1 dan ASA 2 juga memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kejadian hipotermia. Kelompok pasien status ASA 2 mengalami hipotermia lebih banyak dibandingkan dengan pasien ASA I.

c. Tatalaksana pencegahan hipotermia intraanestesia

Hipotermia intraanestesia adalah komplikasi yang sering terjadi di kamar operasi. Akan tetapi menangani kasus hipotermia yang sudah terjadi lebih sulit dilakukan dibandingkan dengan mencegahnya (Kurz 2001). Pencegahan hipotermia menjadi penting untuk dilakukan agar meningkatkan kualitas fisiologis pasien selama intraoperasi. Berikut adalah beberapa intervensi yang sering dilakukan untuk mencegah terjadinya hipotermia intraanestesia:

1) *Forced-air warming device*

Penggunaan *forced-air warming device* sangat berguna untuk mencegah hipotermia. *Forced-air warming device* adalah alat penghangat yang bekerja dengan mengalirkan udara hangat kepada pasien (Bräuer 2017). Pasien yang dilakukan anestesia anestesia lebih dari 30 menit atau yang berisiko tinggi mengalami hipotermia harus diberikan *forced-air warming device* selama

introporasi. Hal ini untuk mencegah kejadian hipotermia selama intraanestesia (NICE Guidance, 2025).

## 2) Pemberian infus hangat

Penggunaan infus hangat disarankan diberikan sebagai preventif karena efektif untuk menjaga kehilangan suhu tubuh. Suhu minimal yang dapat digunakan adalah 33°C. Produk cairan (darah atau infus) yang akan diberikan kepada pasien harus dihangatkan. Pastikan produk cairan berada pada suhu minimal 37°C (NICE Guidance, 2025). Pemberian infus hangat untuk mencegah kejadian hipotermia yang tidak disengaja selama intraoperatif disarankan diberikan dengan suhu berkisar 37°C-41°C (Horosz *et al.* 2021).

Penelitian Mortazavi *et al.* (2024) menyatakan bahwa pemberian infus hangat dengan suhu 37°C secara efektif dapat meningkatkan suhu tubuh pada pasien *general* anestesia. Pemberian infus dengan suhu 41°C pada penelitian Park *et al.* (2021) menunjukkan signifikansi positif untuk meningkatkan suhu tubuh. Meskipun, pre-heating mesin selama 10 menit, 5 menit, dan tidak dilakukan pre-heat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Penelitian yang dilakukan oleh Kim, Hee, and Sangmin (2014) menyatakan hal serupa, bahwa pemberian infus dengan suhu 41°C signifikan menurunkan kejadian hipotermia pada fase pascaanestesia.

### 3) *Radiative warmer*

*Radiative warmer* adalah alat penghangat yang bekerja dengan cara memancarkan hangat melalui radiasi inframerah. Penggunaannya tidak membutuhkan kontak langsung antara alat dengan kulit. *Radiative warmer* sangat membantu saat digunakan sebagai pencegahan kejadian hipotermia pada operasi pasien pediatrik (Bräuer 2017).

## 5. Pulih sadar

### a. Definisi

Pulih sadar adalah keadaan pasien yang telah bangun dari efek anestesia setelah dilakukan prosedur operasi. Pulih sadar ditandai dengan pengakhiran pemberian agen anestesia hingga pasien kembali mendapat kesadaran. Normalnya, durasi pulih sadar adalah 30-60 menit setelah pengakhiran anestesia. Jika lebih dari waktu tersebut maka dapat dikategorikan sebagai *delayed emergence* atau bisa juga disebut dengan keterlambatan pulih sadar. Jika hal tersebut terjadi maka perlu dilakukan intervensi agar pasien dapat segera bangun (Zhitny *et al.*, 2025).

Dalam menentukan tingkat kesadaran pasien setelah dilakukan *general* anestesia dapat menggunakan instrumen penilaian. Dewasa ini, penilaian terhadap pulih sadar dapat dilakukan dengan skoring *aldrete score*. Penilaian dapat diulang hingga beberapa kali sampai pasien dinyatakan layak kembali ke bangsal dengan ditandai *aldrete score* bernilai 9-10 (Fang *et al.*, 2023).

b. Kategori waktu pulih sadar

Waktu pulih sadar dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok. Bagi pasien yang membutuhkan waktu pulih sadar lebih dari 30 menit, maka durasi tersebut diklasifikasikan sebagai waktu pulih sadar yang lama. Sebaliknya, pasien yang dapat bangun sama dengan atau kurang dari 30 menit, maka dapat dikategorikan pulih sadar yang sebentar (Singhal & Prabhakar, 2016).

Tabel 5. Kategori Waktu Pulih Sadar

| Kategori | Waktu Pulih Sadar |
|----------|-------------------|
| Sebentar | $\leq 30$ menit   |
| Lama     | $> 30$ menit      |

c. Penilaian pulih sadar

Penilaian pulih sadar dilakukan dengan melihat fungsi fisiologis pasien. Dewasa ini, *aldrete score* menjadi instrumen penilaian yang sering diterapkan untuk menilai kondisi pasien pasca-*general* anestesia sebelum dikembalikan ke bangsal rawat inap (Fang *et al.*, 2023).

1) *Aldrete score*

*Aldrete score* pertama kali dikenalkan oleh Aldrete dan Kroulik dengan nama *Postanesthesia Recovery Score* (PARS) digunakan untuk menilai pemulangan pasien dari kamar operasi. Seiring perkembangannya, *aldrete score* terus disesuaikan hingga menjadi alat yang lazim digunakan oleh banyak tenaga medis untuk menilai pemulangan pasien pasca-*general anestesia* ke bangsal. *Aldrete score* terdiri dari lima parameter penilaian

meliputi, aktivitas, respirasi, sirkulasi, kesadaran, dan saturasi oksigen. Pasien yang dinyatakan layak untuk kembali ke kamar bangsal adalah pasien dengan *aldrete score* 9-10 (Fang *et al.*, 2023).

Tabel 6. *Aldrete score*

| Parameter                         | Kriteria                                                | Skor |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|------|
| Aktivitas                         | Mampu menggerakkan 4 ekstremitas                        | 2    |
|                                   | Mampu menggerakkan 2 ekstremitas                        | 1    |
|                                   | Tidak mampu menggerakkan ekstremitas                    | 0    |
| Respirasi                         | Bisa bernapas dalam dan batuk bebas                     | 2    |
|                                   | Dispnea/napas dangkal                                   | 1    |
|                                   | Apnea/tidak bernafas                                    | 0    |
| Sirkulasi                         | Tekanan darah $\pm 20$ % dari baseline                  | 2    |
|                                   | Deviasi 20–49 % dari baseline                           | 1    |
|                                   | Deviasi $\geq 50$ % dari baseline                       | 0    |
| Kesadaran                         | Sadar penuh                                             | 2    |
|                                   | Respons hanya jika dipanggil                            | 1    |
|                                   | Tidak responsif                                         | 0    |
| Oksigenasi<br>(SpO <sub>2</sub> ) | SpO <sub>2</sub> $\geq 92$ % tanpa oksigen              | 2    |
|                                   | Butuh oksigen tambahan untuk mempertahankan             | 1    |
|                                   | SpO <sub>2</sub> $\geq 90$ %                            |      |
|                                   | SpO <sub>2</sub> $< 90$ % meski dengan oksigen tambahan | 0    |

b. Faktor yang memengaruhi pulih sadar

Pulih sadar dapat dipengaruhi oleh faktor yang berasal dari pasien, metabolik, obat, dan dari tindakan operasi (Permatasari *et al.*, 2019). Berikut secara rinci faktor-faktor yang dapat memengaruhi durasi pulih sadar:

1) Faktor pasien

a) Usia

Pulih sadar cenderung lebih cepat pada pasien dengan usia muda (17-25 tahun) (Nugrahani *et al.*, 2023). Sedangkan pasien lanjut usia mengalami peningkatan sensitifitas terhadap

beberapa jenis obat-obatan anestesia berhubungan dengan penurunan fungsi susunan saraf pusat. Selain itu, penurunan volume distribusi, tingkat *clearance* obat dan ikatan protein akan menyebabkan kadar konsentrasi obat yang lebih tinggi dalam plasma. Pasien lanjut usia berpotensi mengalami waktu pulih sadar yang lebih lama (Permatasari *et al.*, 2019).

b) Komorbid

Komorbid seperti riwayat penyakit paru-paru dan jantung dapat memengaruhi durasi pulih sadar karena organ mengalami gangguan fungsi untuk melakukan eliminasi obat-obatan. Pasien yang gagal napas dapat mengalami peningkatan CO<sub>2</sub> yang kemudian dapat menimbulkan efek sedasi (Permatasari *et al.*, 2019).

c) Jenis kelamin

Pasien perempuan cenderung memiliki waktu pulih sadar yang lebih cepat dari pada pasien laki-laki. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kepekaan wanita terhadap efek obat hipnotik anestesia yang lebih rendah dibandingkan laki-laki (Nugrahani *et al.*, 2023).

d) Indeks massa tubuh (IMT)

Pasien dengan IMT normal (18,5-25) cenderung pulih lebih cepat dibanding pasien obesitas (Nugrahani *et al.*, 2023).

e) *American Society of Anesthesiologist (ASA)*

Secara signifikan, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ASA memiliki pengaruh terhadap waktu pulih sadar. Penelitian Nugrahani *et al.* (2023) dan Risdayati *et al.* (2021) memaparkan bahwa pasien ASA 1 dapat bangun lebih cepat dari pasien ASA 2.

2) Faktor metabolik

a) Hipotermia

Hipotermia dapat memengaruhi waktu pulih sadar karena kondisi tersebut mengakibatkan metabolisme melambat. Beberapa obat anestesia sensitif terhadap perubahan suhu tubuh. Sehingga apabila metabolisme melambat akibat penurunan suhu tubuh maka eliminasi obat juga terhambat (Risdayati *et al.*, 2021). Meskipun demikian, Risdayati *et al.* (2021) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa hipotermia tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan waktu pulih sadar.

b) Asidosis

Asidosis adalah keadaan gangguan keseimbangan asam-basa pada metabolisme tubuh. Asidosis ditandai dengan hasil pengecekan pH darah arteri yang kurang dari 7,35. Kondisi asidosis menggambarkan adanya penumpukan ion hidrogen ( $H^+$ ). Bisa juga dikarenakan terjadi penurunan

konsentrasi bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) dalam tubuh. penurunan  $\text{HCO}_3^-$  akan mengganggu kerja enzim, metabolisme sel, dan kerja organ (Guyton & Hall, 2011).

Asidosis dibedakan menjadi dua, yaitu asidosis respiratorik dan metabolik. Asidosis respiratorik terjadi karena retensi  $\text{CO}_2$  yang disebabkan oleh hipoventilasi alveolar. Akibatnya tekanan partial  $\text{CO}_2$  meningkat kemudian terjadi penurunan pH. Kasus ini mungkin ditemui pada pasien *general* anestesia karena adanya depresi SSP diperparah dengan ventilasi yang tidak adekuat (Pardo, 2023).

Asidosis berdampak signifikan terhadap kardiovaskuler dan SSP. pH yang rendah dapat menurunkan kontraktilitas jantung, menyebabkan vasodilatasi perifer, serta meningkatkan risiko aritmia. Hal tersebut berpotensi memperpanjang waktu pulih sadar pasien pasca *general* anestesia (Butterworth *et al.*, 2022).

### 3) Faktor operasi

#### a) Durasi anestesia dan operasi

Semakin lama durasi anestesia maka pulih sadar juga akan semakin lama. Hal tersebut berhubungan dengan uptake obat di jaringan (Permatasari *et al.*, 2019). Meskipun dalam penelitian Riskeyati *et al.* (2021) dinyatakan bahwa durasi anestesia tidak menunjukkan efek signifikan terhadap waktu pulih sadar pasien.

#### 4) Faktor obat

##### a) Dosis obat

Dosis obat yang terlalu tinggi bisa saja memberi efek buruk hingga berujung pada keterlambatan pulih sadar. Pemberian obat *muscle relaxant* dapat berefek pada kelumpuhan otot dan menimbulkan gejala berupa penurunan kesadaran karena tidak adanya respons terhadap nyeri (Permatasari *et al.*, 2019).

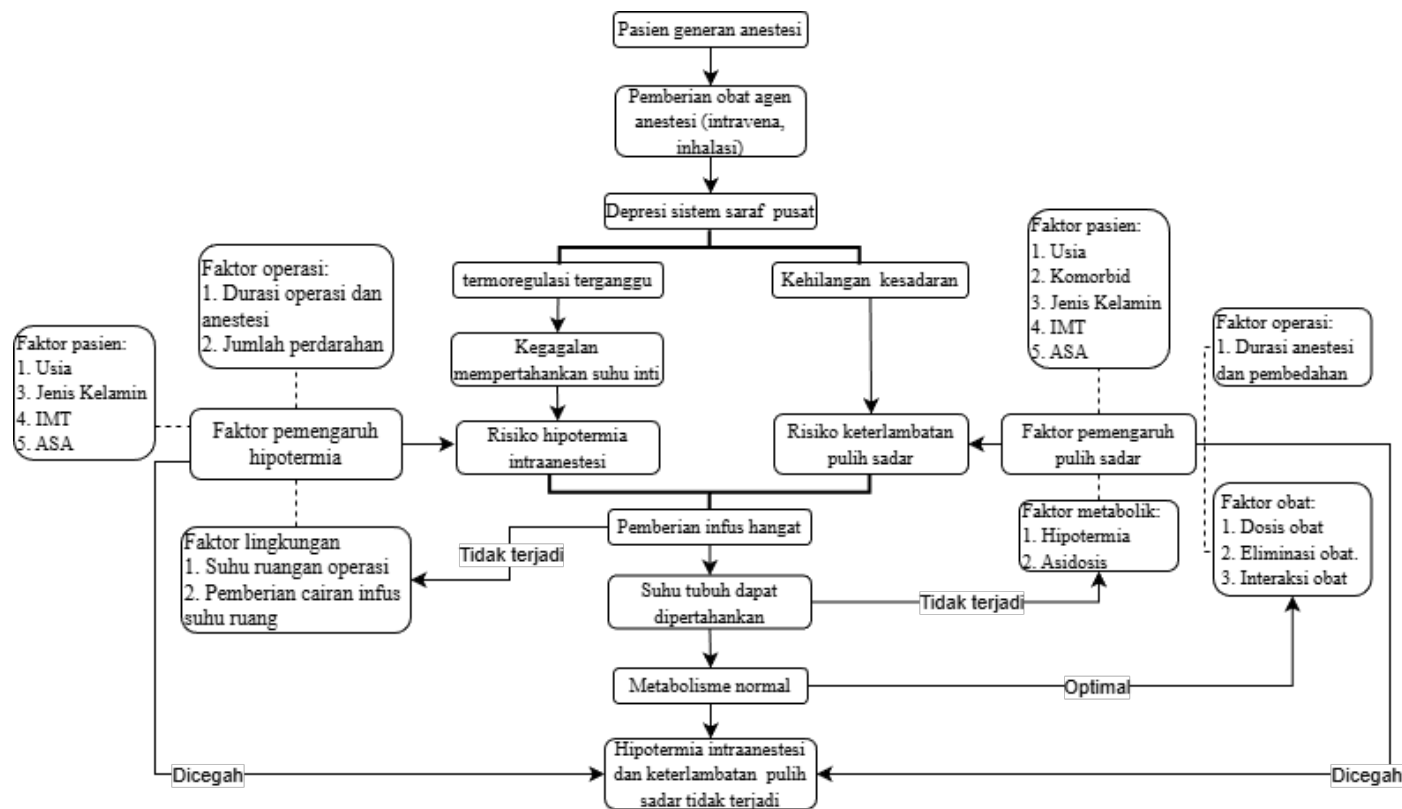
##### b) Eliminasi obat

Obat anestesia yang tidak tereliminasi dengan baik dapat menyebabkan terjadinya residual yang menumpuk. Beberapa obat anestesia dimetabolisme di hati melalui enzim sitokrom P450. Mekanisme tersebut bergantung terhadap sirkulasi dan suhu tubuh. Apabila mekanisme terganggu maka akan berakibat pada penurunan kemampuan eliminasi obat sehingga berpotensi terjadi keterlambatan pulih sadar (Miller *et al.*, 2015).

##### c) Interaksi obat

Penggunaan obat premedikasi dapat membuat durasi anestesia menjadi lebih panjang. Penggunaan obat golongan benzodiazepin dan opioid secara bersamaan terbukti menyebabkan depresi napas (Permatasari *et al.*, 2019).

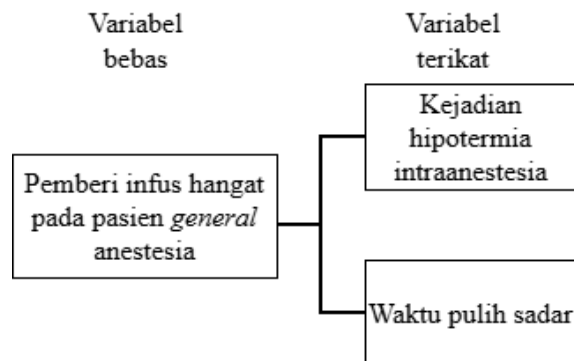
## B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

Sumber: (Barash *et al.*, 2013; Butterworth *et al.*, 2022; Guyton & Hall, 2011; Miller *et al.*, 2015; Rehatta, 2019; Permatasari *et al.*, 2019)

### C. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

### D. Hipotesis

Berdasarkan teori yang telah dipaparkan sebelumnya, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

Ha: Terdapat perbedaan kejadian hipotermia pada pasien *general* anestesia yang tidak diberikan infus hangat, diberikan infus hangat dengan suhu 37°C, dan 41°C.

Ha: Terdapat perbedaan waktu pulih sadar pada pasien *general* anestesia yang tidak diberikan infus hangat, diberikan infus hangat dengan suhu 37°C, dan 41°C.