

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Anestesi Umum

a. Definisi

Anestesi umum adalah suatu keadaan tidak sadar yang bersifat reversibel, ditandai dengan hilangnya kesadaran, analgesia, amnesia, serta relaksasi otot, yang dicapai melalui pemberian obat-obatan anestesi. Tujuan anestesi umum adalah memungkinkan tindakan pembedahan dilakukan tanpa nyeri, stres, maupun respons refleks yang merugikan pasien (Ivascu *et al.*, 2024). Anestesi umum tidak hanya mempengaruhi kondisi pasien selama operasi berlangsung, tetapi juga memiliki implikasi yang signifikan pada fase pemulihannya, terutama dalam hal kualitas dan keamanan proses transisi dari kondisi tidak sadar menuju sadar penuh.

b. Jenis Anestesi Umum

Berdasarkan metode pemberiannya, anestesi umum diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu anestesi intravena, anestesi inhalasi, dan anestesi seimbang (*balanced anesthesia*). Anestesi intravena diberikan melalui jalur intravena dengan menggunakan agen seperti propofol dan opioid, sedangkan anestesi inhalasi menggunakan agen anestesi volatil seperti sevoflurane atau

isoflurane yang diberikan melalui sistem pernapasan. Teknik anestesi seimbang merupakan metode yang paling sering digunakan, yaitu dengan mengombinasikan anestesi intravena dan inhalasi untuk memperoleh kedalaman anestesi yang optimal serta meminimalkan efek samping (Butterworth *et al.*, 2022; Gropper *et al.*, 2023). Pemilihan jenis dan kombinasi agen anestesi yang digunakan selama operasi berpengaruh langsung terhadap kualitas pemulihan pasien pada fase *emergence*, termasuk risiko terjadinya *emergence agitation*. Agen inhalasi seperti sevoflurane dilaporkan berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan perilaku selama fase pemulihan dibandingkan teknik anestesi intravena total karena memiliki kelarutan rendah sehingga menghasilkan pemulihan yang cepat (Lee & Sung, 2020).

c. Anestesi Umum dengan *Endotracheal Tube (ETT)*

Pengelolaan jalan napas dalam anestesi umum yang aman sering dilakukan melalui pemasangan ETT, yaitu sebuah selang yang ditempatkan langsung ke dalam trakea untuk menjaga patensi jalan napas, memungkinkan ventilasi yang terkontrol, serta mencegah aspirasi sekret dan isi lambung pasien selama anestesi berlangsung. Zhu *et al.* (2024) menjelaskan bahwa keberadaan ETT menjadi sarana utama untuk mengontrol oksigenasi dan ventilasi pada pasien di bawah anestesi umum sehingga fungsi pernapasan dapat dipertahankan secara adekuat sepanjang prosedur

pembedahan. Meskipun memberikan keuntungan dalam pengelolaan jalan napas, kontak mekanis antara ETT dan jaringan laring maupun trakea dapat menyebabkan iritasi, inflamasi, dan rangsangan refleks jalan napas yang menimbulkan batuk, peningkatan respons simpatik hemodinamik, serta ketidaknyamanan pada fase *emergence* setelah ekstubasi.

Wei *et al.* (2021) dalam meta-analisis terhadap 16.678 pasien dewasa melaporkan bahwa penggunaan ETT berhubungan dengan peningkatan risiko *emergence agitation* sebesar 2,24 kali dibandingkan penggunaan *laryngeal mask airway (LMA)*. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan ETT sebagai alat invasif pada jalan napas bukan hanya memberikan manfaat ventilasi, tetapi sekaligus menjadi faktor risiko klinis yang perlu diperhatikan dalam fase *emergence* anestesi.

d. Ekstubasi

Ekstubasi merupakan tindakan pelepasan ETT yang dilakukan setelah pasien mampu mempertahankan ventilasi spontan, refleks protektif jalan napas, serta stabilitas hemodinamik secara mandiri pascaanestesi umum. Proses ini menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari fase *emergence* anestesi, mengingat pada periode tersebut perubahan fisiologis yang mencakup sistem respirasi, kardiovaskular, dan neurologis terjadi secara bersamaan selama proses penghentian anestesi umum (Foulds & Dalton, 2021).

Ekstubasi dapat dikerjakan dalam dua kondisi, yaitu saat pasien sudah sadar (*awake extubation*) maupun saat anestesi masih dalam (*deep extubation*). *Awake extubation* dilakukan ketika pasien telah kembali sadar dan mampu mempertahankan ventilasi spontan serta refleks protektif jalan napas yang adekuat. Sebaliknya, *deep extubation* dilakukan sebelum kesadaran dan refleks jalan napas pulih sepenuhnya. Suo *et al.* (2024) menyatakan bahwa *awake extubation* lebih sering memicu stimulasi jalan napas seperti batuk, gerakan melawan selang ETT, dan peningkatan respons simpatik karena pasien mulai menyadari keberadaan ETT pada fase *emergence*. Kondisi tersebut pada akhirnya dapat menambah ketidaknyamanan pasien di awal periode pemulihan anestesi dan meningkatkan risiko terjadinya *emergence agitation*.

Keberadaan ETT selama proses *emergence* juga berpotensi menjadi stimulus mekanis pada laring dan trakea yang kemudian memicu respons refleks jalan napas serta perubahan pola ventilasi pasien. Suo *et al.* (2024) menambahkan bahwa stimulasi jalan napas selama ekstubasi dapat meningkatkan respons fisiologis pasien selama masa pemulihan. Pada fase ini pasien sudah mulai menerima berbagai stimulus seperti nyeri, suara, cahaya, dan rasa tidak nyaman akibat keberadaan alat invasif maupun tindakan medis, namun kemampuan orientasi dan kontrol perilaku belum pulih

secara optimal, sehingga kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya *emergence agitation*.

Proses ekstubasi juga dapat disertai perubahan pola ventilasi yang terjadi akibat stimulasi jalan napas, batuk, peningkatan usaha napas, maupun pemulihan fungsi respirasi yang belum sepenuhnya stabil. Perubahan tersebut berpotensi mempengaruhi kadar EtCO₂ pasien pada fase awal pemulihan anestesi. Benham-Hermetz dan Mitchell (2021) menegaskan bahwa pemantauan ventilasi dan fungsi respirasi selama proses ekstubasi penting dilakukan untuk membantu menjaga stabilitas fisiologis pasien selama fase *emergence* berlangsung. Proses ekstubasi sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan status respirasi, tingkat kesadaran, serta stabilitas fisiologis pasien agar komplikasi pada fase *emergence*, termasuk *emergence agitation* dapat diminimalkan.

e. Fase *Emergence* Anestesi

Fase *emergence* anestesi merupakan masa peralihan yang dialami pasien ketika mulai kembali sadar setelah sebelumnya berada dalam kondisi tidak sadar akibat pemberian anestesi umum. Selama fase ini, berbagai fungsi tubuh yang sempat tertekan oleh obat anestesi mulai berangsur pulih, mencakup fungsi neurologis, refleks protektif jalan napas, pernapasan spontan, serta kemampuan pasien dalam merespons rangsangan dari lingkungan. Song dan Hu (2025) menegaskan bahwa pemulihan pada fase *emergence* tidak

semata – mata terjadi karena menurunnya kadar obat anestesi dalam tubuh, melainkan juga melibatkan proses pemulihan aktivitas sistem saraf pusat yang sebelumnya mengalami penekanan selama anestesi berlangsung.

Mashour (2024) menjelaskan bahwa anestesi umum menyebabkan penurunan aktivitas pada sejumlah area otak yang berperan dalam mempertahankan kesadaran. Ketika memasuki fase *emergence*, area-area tersebut secara bertahap kembali aktif sehingga pasien mulai mendapatkan kembali kesadaran, orientasi terhadap lingkungan, serta kemampuan kognitifnya. Proses pemulihan ini tidak berjalan seragam pada setiap pasien, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis dan durasi pemberian anestesi, usia, kondisi metabolik, serta kondisi neurologis pasien.

Fase *emergence* sendiri terbagi menjadi dua periode, yaitu *early emergence* dan *late emergence*. *Early emergence* merupakan periode awal saat pasien mulai menunjukkan respons motorik maupun verbal sederhana setelah penghentian anestesi. Pada periode ini pasien rentan mengalami perubahan kesadaran yang berlangsung cepat, peningkatan aktivitas sistem saraf simpatis, serta disorientasi sementara. Song dan Hu (2025) menyatakan bahwa *early emergence* merupakan periode yang paling berisiko terhadap gangguan perilaku, termasuk *emergence agitation*, karena pemulihan fungsi motorik dan kesadaran yang belum berjalan secara optimal

menyebabkan pasien mulai merespons stimulus lingkungan meskipun kemampuan orientasi dan kontrol perilakunya belum sepenuhnya pulih.

Fase *emergence* juga ditandai dengan meningkatnya sensitivitas pasien terhadap nyeri serta berbagai rangsangan lingkungan seperti suara, cahaya, maupun prosedur medis di ruang pemulihan. Zhitny *et al.* (2025) menyebutkan bahwa beberapa komplikasi dapat muncul selama fase ini, antara lain *delayed emergence*, disorientasi, *emergence delirium*, dan *emergence agitation*, yang dapat dipicu oleh efek sisa obat anestesi, gangguan metabolik, hipoksia, hiperkapnia, maupun faktor fisiologis lainnya. Kualitas fase *emergence* menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan pengelolaan anestesi karena berhubungan langsung dengan keselamatan pasien pada periode awal pascaoperasi. *Emergence* yang berlangsung tenang mencerminkan pemulihan yang baik, sementara *emergence* yang disertai agitasi dapat meningkatkan risiko cedera, lepasnya peralatan medis, perdarahan luka operasi, serta gangguan pernapasan, oleh karena itu diperlukannya pemahaman mengenai fase *emergence* untuk mendeteksi dini dan mencegah terjadinya komplikasi pascaanestesi, khususnya *emergence agitation*.

2. *Emergence agitation*

a. Definisi

Emergence agitation (EA) merupakan gangguan perilaku yang dapat terjadi pada fase *emergence* anestesi atau fase awal pemulihan dari anestesi umum, ditandai dengan gelisah, disorientasi, perilaku motorik tidak terkontrol, serta ketidakmampuan mengikuti perintah. *Emergence agitation* muncul ketika pasien berada pada transisi dari keadaan tidak sadar menuju sadar penuh sehingga proses pemulihan kesadaran, orientasi, dan kontrol perilaku belum berlangsung secara optimal (Lee & Sung, 2020).

Emergence agitation termasuk salah satu komplikasi yang dapat terjadi selama fase *emergence* anestesi, terutama pada periode *early emergence* ketika pasien mulai memberikan respons terhadap stimulus lingkungan namun fungsi neurologis belum pulih sepenuhnya. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti nyeri pascaoperasi, stimulasi jalan napas akibat keberadaan ETT, gangguan ventilasi, maupun ketidaknyamanan selama proses pemulihan anestesi (Benham-Hermetz & Mitchell, 2021; Suo *et al.*, 2024).

b. Manifestasi Klinis

Emergence agitation dapat dikenali melalui berbagai tanda-tanda yang beragam, antara lain peningkatan aktivitas motorik,

gelisah, disorientasi, agitasi verbal, perilaku agresif, hingga upaya pasien untuk melepaskan alat medis seperti jalur infus maupun ETT. Selain itu, pasien juga dapat menunjukkan perilaku tidak kooperatif, mencoba bangkit secara tiba-tiba, menangis, berteriak, atau melakukan gerakan berulang yang tak terarah (Aniley *et al.*, 2024). Kondisi ini umumnya muncul pada fase *early emergence*, yaitu ketika pasien mulai sadar dan merespons stimulus dari lingkungan sekitarnya, namun kemampuan orientasi, kontrol perilaku, serta fungsi kognitif belum sepenuhnya pulih. Pada pasien yang masih terpasang ETT, *emergence agitation* seringkali disertai dengan batuk, perlawanan terhadap ventilator, serta peningkatan respons hemodinamik sebagai akibat dari stimulasi jalan napas selama fase *emergence* berlangsung. Apabila kondisi ini tidak segera ditangani, berbagai risiko dapat timbul, seperti cedera pada pasien, lepasnya alat medis secara tidak sengaja, gangguan respirasi, hingga perdarahan pada luka operasi (He *et al.*, 2024).

c. Penilaian Agitasi

Penilaian derajat agitasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen *Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)*. RASS merupakan skala penilaian klinis yang dirancang untuk mengukur tingkat sedasi dan agitasi pada pasien secara objektif dan terstandar. Skala ini memiliki rentang skor yang komprehensif, yang terdiri dari 10 tingkatan mulai dari skor -5 yang

merepresentasikan kondisi sedasi sangat dalam (*unarousable*), hingga skor +4 yang menunjukkan kondisi agitasi berat atau membahayakan (*combative*) (Wahyuni *et al.*, 2024). Penggunaan instrumen RASS sebagai instrumen penilaian dalam penelitian ini didasarkan pada tingkat validitas dan reliabilitasnya yang sangat baik dalam mengevaluasi status kesadaran pasien pasca-anestesi. Dibandingkan dengan instrumen lain seperti *Ramsay Sedation Scale* (RSS), RASS dinilai lebih unggul karena memiliki sensitivitas statistik yang lebih tinggi dan mampu menggambarkan gradasi perubahan perilaku pasien secara lebih spesifik. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mendeteksi munculnya gejala agitasi ($\geq +2$) secara lebih akurat selama fase pemulihan di ruang *recovery room* (Wahyuni *et al.*, 2024). Dalam penelitian ini, penilaian agitasi dibedakan ke dalam terjadi agitasi untuk skor $\geq +2$ dan tidak terjadi agitasi untuk skor $< +2$.

Tabel 2. Skala RASS

<i>Score</i>	<i>Classification</i>	<i>RASS</i>
+4	<i>Combative</i>	Menarik atau melepas selang kateter maupun infus, memanjat atau melampaui tempat tidur, tidak terkendali, melawan serta membahayakan petugas kesehatan
+3	<i>Very Agitated</i>	Mencoba menarik atau melepas selang kateter maupun infus, Gerakan yang agresif, perlu diikat secara fisik
+2	<i>Agitated</i>	Gerakan berulang tanpa tujuan, gelisah, menangis, mencoba bangun dan duduk, dan menurut pada perintah verbal
+1	<i>Restless</i>	Gelisah tetapi gerakan tidak agresif dan berlebihan sehingga masih dapat dikontrol oleh petugas kesehatan

0	<i>Alert and Calm</i>	Terjaga dan tenang (sadar baik)
-1	<i>Drowsy</i>	Tidak sepenuhnya terjaga, tetapi terbangun perlahan (>10 detik), dengan kontak mata, terhadap suara
-2	<i>Light Sedation</i>	Terbangun (<10 detik), dengan kontak mata, terhadap suara.
-3	<i>Moderate Sedation</i>	Ada Gerakan (tetapi tidak ada kontak mata) terhadap suara.
-4	<i>Deep Sedation</i>	Tidak ada respons terhadap suara, tetapi ada Gerakan dengan stimulus fisik
-5	<i>Unarousable</i>	Tidak ada respons terhadap suara atau stimulus fisik (tidur fisik)

Observasi *emergence agitation* dalam penelitian ini dilakukan pada menit ke – 5, menit ke – 10, dan menit ke – 15 pascaekstubasi saat pasien berada di ruang pemulihan (*recovery room*). Pemilihan rentang waktu tersebut didasarkan pada teori bahwa risiko tertinggi *emergence agitation* berada pada fase *early emergence*, yaitu menit-menit awal setelah pasien kembali sadar dari anestesi umum (Lee & Sung, 2020). Observasi dihentikan apabila pasien telah melewati menit ke – 15 dan memenuhi kriteria pemindahan ke ruang rawat inap yang ditandai dengan pencapaian skor Aldrete ≥ 9 (Heily *et al.*, 2025).

d. Dampak

Emergence agitation dapat menyebabkan berbagai komplikasi selama fase pemulihan pascaanestesi umum. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko cedera diri akibat gerakan pasien yang tidak terkontrol, pelepasan alat medis seperti infus maupun ETT, gangguan hemodinamik, perdarahan luka operasi, serta gangguan

respirasi. Selain membahayakan pasien, *emergence agitation* juga berdampak pada aspek pelayanan kesehatan karena dapat meningkatkan kebutuhan pemantauan intensif oleh penata anestesi dan memperpanjang durasi perawatan di ruang pemulihan (He *et al.*, 2024).

e. Mekanisme terjadinya *emergence agitation*

Pemahaman mengenai mekanisme terjadinya *emergence agitation* didasarkan pada dua kerangka teori utama yang saling melengkapi. Pertama, *Neurological Recovery Theory* yang dikemukakan oleh Mashour (2024) menjelaskan bahwa pemulihan kesadaran pascaanestesi umum merupakan proses reaktivasi bertahap sistem kesadaran otak yang tidak berlangsung secara homogen di seluruh area otak. Fungsi motorik cenderung pulih lebih cepat dibandingkan fungsi kognitif, orientasi, dan kontrol perilaku. Ketidakseimbangan ini menciptakan periode kerentanan (*vulnerability window*) di mana pasien sudah mampu memberikan respons motorik terhadap stimulus lingkungan, namun belum memiliki kapasitas untuk mengintegrasikan dan mengendalikan respons tersebut secara kognitif. Kondisi inilah yang secara teoritis menjadi landasan biologis terjadinya *emergence agitation*. Kedua, *Stress Response Theory* menekankan bahwa berbagai stimulus eksogen termasuk rangsangan mekanis dari ETT, ketidakseimbangan ventilasi, dan nyeri pascaoperasi dapat

mengaktifkan sistem saraf simpatis secara berlebihan selama fase *early emergence*. Pan *et al.* (2025) menjelaskan bahwa ketidakseimbangan sistem saraf otonom berupa peningkatan aktivitas simpatis yang disertai penurunan aktivitas parasimpatis berperan dalam munculnya respons stres, hiperaktivitas neurologis, dan gangguan neurokognitif pascaoperasi. Interaksi antara pemulihan neurologis yang tidak sinkron dengan aktivasi simpatis yang berlebihan inilah yang menjadi mekanisme inti terjadinya *emergence agitation*.

Fase *early emergence* menjadi periode yang paling rentan terhadap terjadinya *emergence agitation* karena pada saat inilah pasien mulai terpapar berbagai stimulus dari lingkungan, seperti suara, cahaya, nyeri pascaoperasi, maupun stimulasi jalan napas akibat keberadaan ETT. Ahrens *et al.* (2023) menyebutkan bahwa peningkatan aktivitas simpatis selama fase *emergence* dapat memicu respons fisiologis berupa kenaikan tekanan darah, peningkatan frekuensi nadi, peningkatan aktivitas motorik, serta perubahan perilaku sementara pada pasien pascaanestesi umum.

Stimulasi mekanis pada jalan napas turut berperan dalam mekanisme munculnya *emergence agitation*. Keberadaan ETT selama fase *emergence* dapat mengiritasi laring dan trakea sehingga memicu batuk, perlawanan terhadap selang ETT, serta peningkatan respons stres pada pasien. Hal ini dapat memperburuk

ketidaknyamanan selama pemulihan anestesi dan mendorong munculnya perilaku agitasi, terutama pada kondisi di mana pasien belum sepenuhnya sadar namun sudah mampu memberikan respons motorik terhadap stimulus sekitarnya (Monteiro *et al.*, 2023).

Perubahan pola ventilasi selama fase *emergence* juga dapat berdampak pada kondisi neurologis pasien. Ketidakseimbangan ventilasi, baik berupa hiperkapnia maupun hipokapnia, dapat mempengaruhi perfusi dan aktivitas serebral melalui perubahan kadar karbon dioksida dalam darah, yang pada akhirnya berpotensi mengganggu stabilitas fungsi kortikal otak selama proses pemulihan kesadaran berlangsung. Dong *et al.* (2023) menyatakan bahwa perubahan kadar karbon dioksida pada periode perioperatif berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan neurologis dan perubahan perilaku pada fase pemulihan anestesi. Nyeri pascaoperasi yang tidak tertangani dengan baik juga dapat meningkatkan risiko *emergence agitation* melalui aktivasi sistem saraf simpatik dan penguatan respons stres tubuh. Wei *et al.* (2021) menegaskan bahwa nyeri pascaoperasi merupakan salah satu faktor yang secara bermakna berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian *emergence agitation* pada pasien dewasa setelah menjalani anestesi umum.

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Emergence agitation*

a. Faktor Intraoperatif

1) Lama pemakaian ETT

Lama pemakaian ETT mencerminkan seberapa lama pasien terpapar anestesi umum sekaligus alat invasif berupa ETT selama prosedur pembedahan berlangsung. Semakin lama operasi berjalan, semakin panjang pula durasi paparan pasien terhadap obat anestesi dan stimulasi mekanis pada jalan napas, sehingga hal ini berpotensi mempengaruhi proses transisi kesadaran pada fase *emergence* dan meningkatkan kemungkinan terjadinya *emergence agitation*. Kondisi tersebut berkaitan erat dengan akumulasi obat anestesi di dalam jaringan tubuh serta durasi stimulasi mekanik yang lebih panjang, yang keduanya dapat memperlambat pemulihan fisiologis maupun kognitif pasien (Moon & Hwang, 2025).

Penggunaan ETT dalam jangka waktu yang lebih lama juga dapat memperparah iritasi pada laring dan trakea sehingga meningkatkan sensitivitas refleks jalan napas selama fase pemulihan anestesi. Iritasi tersebut dapat memicu munculnya batuk, perlawanan terhadap selang ETT, serta peningkatan respons simpatis ketika pasien mulai kembali sadar dari anestesi umum. Tung *et al.* (2019) menjelaskan bahwa stimulasi trakea akibat keberadaan ETT selama fase *emergence* dapat memicu

coughing dan respons refleks jalan napas seiring dengan menghilangnya efek obat anestesi. Iritasi jalan napas yang terjadi secara terus – menerus selama pemasangan ETT dapat memperburuk ketidaknyamanan pasien pada fase *early emergence*, terutama ketika fungsi motorik mulai pulih lebih dahulu dibandingkan kemampuan orientasi dan kontrol perilaku pasien (Heily *et al.*, 2025).

Moon dan Hwang (2025) menyebutkan bahwa durasi pemakaian ETT yang lebih panjang merupakan salah satu prediktor terjadinya *emergence agitation* pada pasien dewasa pascaanestesi umum, berdasarkan analisis retrospektif dengan metode *propensity score – matched*. Sejalan dengan temuan tersebut, Long *et al.* (2025) menemukan bahwa durasi intubasi atau paparan ETT yang melebihi 4 jam turut dikaitkan dengan peningkatan kejadian *emergence agitation*, menunjukkan bahwa lebih lama waktu bedah memiliki hubungan dengan ketidakstabilan neurologis selama pemulihan anestesi.

2) Nilai *End-Tidal Carbon Dioxide (EtCO₂)*

Nilai EtCO₂ merupakan indikator penting dalam menilai status ventilasi pasien selama anestesi umum karena mencerminkan keseimbangan antara produksi karbondioksida (CO₂) di dalam tubuh dan eliminasi CO₂ melalui proses ventilasi paru. Pemantauan EtCO₂ dilakukan secara terus-menerus

menggunakan kapnografi dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari monitoring anestesi, karena mampu memberikan gambaran langsung tentang efektivitas ventilasi, perfusi paru, serta metabolisme pasien. Selama anestesi umum, nilai EtCO₂ dapat mengalami perubahan akibat gangguan ventilasi, perubahan metabolisme, maupun ketidakseimbangan respirasi yang terjadi selama tindakan operasi maupun pada fase akhir anestesi menjelang ekstubasi.

Ketidakseimbangan ventilasi, baik berupa hipokapnia (EtCO₂ rendah) maupun hiperkapnia (EtCO₂ tinggi) dapat berdampak pada fisiologi otak melalui perubahan tekanan arteri karbondioksida dan perfusi serebral. Dong *et al.* (2023) menjelaskan bahwa perubahan kadar karbondioksida dalam darah dapat mempengaruhi aliran darah serebral serta fungsi neurologis pasien selama periode perioperatif. Kondisi ini berpotensi mempengaruhi status kesadaran, fungsi kortikal, dan proses pemulihan neurologis selama fase *emergence* anestesi, sehingga perubahan nilai EtCO₂ di luar kisaran normokapnia dikaitkan dengan peningkatan risiko komplikasi pascapembedahan, termasuk gangguan neurologis dan perubahan perilaku selama masa pemulihan.

Nilai EtCO₂ yang dipertahankan dalam rentang normokapnia, yakni sekitar 35–45 mmHg, merupakan bagian

penting dalam manajemen ventilasi yang aman selama anestesi umum. Rentang ini merupakan target ventilasi yang direkomendasikan selama anestesi umum karena pada rentang tersebut aliran darah serebral dan fungsi neurologis pasien dapat dipertahankan dalam kondisi optimal (Dong *et al.*, 2023). Tanphan *et al.* (2025) menyatakan bahwa gangguan ventilasi yang tercermin dari deviasi nilai EtCO₂ berpotensi meningkatkan risiko delirium dan gangguan fungsi kognitif pada periode pemulihan pascaanestesi. Selain itu, perubahan kadar karbon dioksida juga dapat memengaruhi stabilitas neurologis pasien pada fase transisi dari kondisi tidak sadar menuju kesadaran penuh.

Kondisi hiperkapnia yang terjadi selama fase *emergence* dapat merangsang sistem saraf pusat melalui peningkatan kadar karbon dioksida dalam darah, yang kemudian menyebabkan vasodilatasi serebral dan peningkatan aliran darah ke otak. Peningkatan aktivitas serebral ini dapat menimbulkan rasa tidak nyaman, sensasi sesak, gelisah, serta perubahan perilaku sementara ketika pasien mulai kembali sadar. Banzett *et al.* (2021) menjelaskan bahwa peningkatan kadar karbon dioksida dapat memicu sensasi *air hunger*, yaitu dorongan kuat untuk bernapas yang muncul akibat meningkatnya *drive* respirasi, dan sensasi ini dapat menimbulkan kecemasan, ketakutan, serta

respons perilaku yang tidak nyaman pada pasien. Pada fase *emergence*, kondisi tersebut dapat membuat pasien tampak gelisah, tidak kooperatif, mengalami disorientasi, atau menunjukkan peningkatan aktivitas motorik ketika kesadaran mulai kembali namun fungsi kognitif belum pulih sepenuhnya. Sebaliknya, hipokapnia dapat menyebabkan vasokonstriksi serebral yang berpotensi menurunkan perfusi otak sehingga turut memengaruhi fungsi neurologis selama proses pemulihan kesadaran. Mashour (2024) menegaskan bahwa fungsi motorik yang berlangsung lebih cepat dibandingkan fungsi kognitif dan orientasi dapat meningkatkan risiko munculnya perilaku gelisah maupun *emergence agitation* ketika kondisi tersebut disertai gangguan ventilasi.

b. Faktor Pascaoperatif: Nyeri Pascaoperasi

Nyeri pascaoperasi merupakan salah satu faktor yang dapat berkontribusi terhadap terjadinya *emergence agitation* pada pasien pascaanestesi umum. Stimulus nyeri yang tidak tertangani dengan baik dapat memicu aktivasi sistem saraf simpatis dan respons stres tubuh selama fase *early emergence*, sehingga pasien dapat tampak gelisah, tidak nyaman, serta menunjukkan peningkatan aktivitas motorik pada masa pemulihan anestesi. Wei *et al.* (2021) menyatakan bahwa nyeri pascaoperasi termasuk salah satu faktor yang berhubungan dengan meningkatnya kejadian *emergence*

agitation pada pasien dewasa setelah menjalani anestesi umum, dengan *odds ratio* sebesar 3,08. Di Indonesia, Syakur *et al.* (2024) turut melaporkan adanya korelasi positif yang signifikan antara nyeri dan agitasi pada pasien yang terintubasi, yang mengindikasikan bahwa nyeri berkontribusi terhadap kejadian agitasi pada pasien dengan ETT meskipun bukan merupakan faktor tunggal yang menentukan.

Nyeri yang muncul pada fase pemulihan awal dapat mendorong pelepasan katekolamin dan peningkatan aktivitas simpatis, yang ditandai dengan naiknya frekuensi nadi, tekanan darah, serta perubahan respons perilaku pasien terhadap stimulus lingkungan. Aktivasi sistem saraf simpatis yang berlebihan selama periode perioperatif dapat menyebabkan ketidakstabilan fisiologis dan neurologis pada fase pemulihan anestesi. Pan *et al.* (2025) menjelaskan bahwa ketidakseimbangan sistem saraf otonom, khususnya peningkatan aktivitas simpatis yang disertai penurunan aktivitas parasimpatis, berperan dalam munculnya respons stres, hiperaktivitas neurologis, dan gangguan neurokognitif pascaoperasi. Kondisi ini dapat memperburuk ketidakstabilan perilaku selama fase *emergence*, terutama ketika pasien mulai kembali sadar namun fungsi orientasi dan kontrol perilakunya belum pulih secara optimal.

Pasien yang mengalami nyeri pascaoperasi juga dapat menunjukkan berbagai perilaku seperti gelisah, menangis, berteriak,

atau berupaya melepaskan alat medis akibat ketidaknyamanan yang dirasakan selama masa pemulihan. Selain itu, nyeri yang tidak terkontrol dapat meningkatkan sensitivitas pasien terhadap berbagai stimulus di ruang pemulihan sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya agitasi pada fase *emergence* (Tolly *et al.*, 2021). Meskipun demikian, perlu dipahami bahwa *emergence agitation* merupakan kondisi yang bersifat multifaktorial, sehingga kejadiannya tidak selalu disebabkan oleh nyeri pascaoperasi semata. Tolly *et al.* (2021) menjelaskan bahwa *emergence agitation* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, seperti stimulasi jalan napas, jenis obat anestesi yang digunakan, gangguan ventilasi, disorientasi, kondisi lingkungan ruang pemulihan, serta efek residu obat anestesi selama proses pemulihan kesadaran. Pasien dengan tingkat nyeri pascaoperasi yang tinggi belum tentu menunjukkan agitasi apabila analgesia diberikan secara adekuat atau masih terdapat efek sedasi residual dari obat anestesi maupun analgetik yang digunakan selama operasi. Pemberian analgesia yang efektif dapat membantu menekan respons stres dan ketidaknyamanan pasien selama fase *emergence* sehingga risiko munculnya perilaku agitasi dapat berkurang.

c. Karakteristik Pasien

Karakteristik pasien juga diketahui berkontribusi terhadap kejadian *emergence agitation* meskipun bukan merupakan fokus utama dalam penelitian ini. Status fisik ASA merupakan salah satu

indikator kondisi fisiologis pasien yang sering dikaji dalam konteks pemulihan pascaanestesi. Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa status ASA yang lebih tinggi berhubungan dengan kerentanan fisiologis yang lebih besar selama periode perioperatif, hasil penelitian mengenai hubungannya dengan *emergence agitation* masih tidak konsisten. Jung *et al.* (2025) melaporkan bahwa status $ASA \geq 2$ tidak berhubungan secara bermakna dengan kejadian *emergence agitation* ($p = 0,089$), sementara penelitian lain menunjukkan bahwa pasien dengan kondisi fisiologis yang lebih stabil justru memiliki waktu pulih sadar yang lebih cepat sehingga berpotensi mengalami agitasi akibat ketidakseimbangan fungsi otak (Maulidina *et al.*, 2025). Kondisi fisiologis yang relatif stabil pada pasien dengan ASA rendah memungkinkan kompensasi yang lebih baik terhadap stres operasi maupun stimulasi jalan napas akibat penggunaan ETT.

Usia pasien juga berperan dalam menentukan respons neurologis terhadap anestesi dan fase *emergence*. Pasien usia lebih muda dilaporkan memiliki risiko lebih tinggi terhadap kejadian *emergence agitation* dibandingkan kelompok usia yang lebih tua, kemungkinan karena perbedaan reaktivitas sistem simpatis dan refleks protektif jalan napas terhadap stimulus pascapembedahan (Wang *et al.*, 2023; Heily *et al.*, 2025). Selain itu, jenis kelamin laki-laki juga diidentifikasi sebagai salah satu faktor risiko dalam meta-

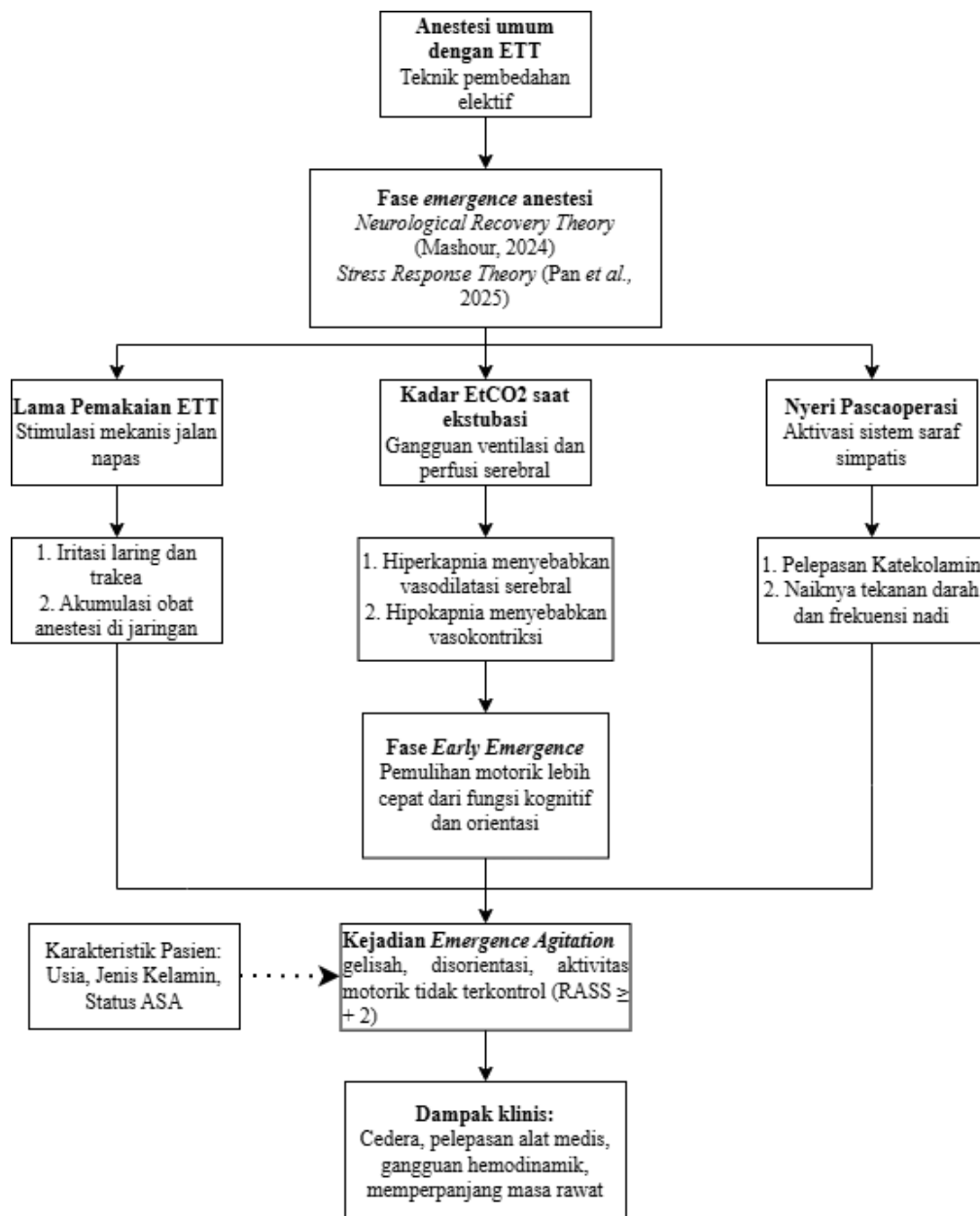
analisis Wei *et al.* (2021) yang diduga berkaitan dengan perbedaan ambang nyeri dan ekspresi perilaku terhadap ketidaknyamanan pascapembedahan. Pemahaman mengenai karakteristik pasien ini penting sebagai konteks dalam menginterpretasikan temuan penelitian meskipun tidak dianalisis sebagai variabel bebas.

d. Sintesis Keterkaitan Antarvariabel

Lama pemakaian ETT, kadar EtCO₂ saat ekstubasi, dan nyeri pascaoperasi merupakan tiga faktor yang dapat berkontribusi terhadap terjadinya *emergence agitation* melalui mekanisme yang saling berkaitan dan bekerja pada periode yang sama, yaitu fase *early emergence*. Lama pemakaian ETT yang panjang meningkatkan stimulasi mekanis pada jalan napas sekaligus memperpanjang paparan obat anestesi, yang keduanya dapat memengaruhi kualitas pemulihan neurologis. Perubahan kadar EtCO₂ di luar rentang normokapnia yang terjadi selama atau sesaat setelah ekstubasi dapat mengganggu perfusi serebral dan memperburuk ketidakstabilan neurologis yang sudah berlangsung akibat pemulihan fungsi otak yang tidak sinkron. Sementara itu, nyeri pascaoperasi yang tidak tertangani dengan baik dapat mengaktifkan sistem saraf simpatik dan memperparah respons stres tubuh pada fase pemulihan yang sama. Interaksi ketiga faktor tersebut dalam satu periode waktu yang sempit inilah yang diduga berkontribusi terhadap meningkatnya risiko terjadinya *emergence*

agitation pada pasien pascaanestesi umum dengan *endotracheal tube*.

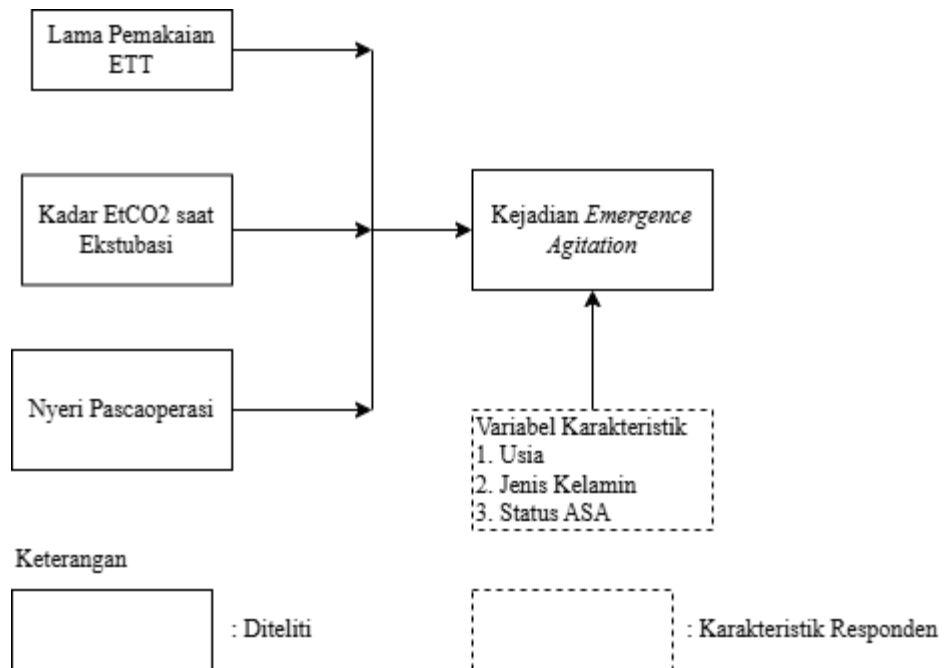
B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

Sumber: Wei *et al.* (2021); Dong *et al.* (2023); Mashour (2024), Pan *et al.* (2025); Heily *et al.* (2025); Moon & Hwang (2025); Long *et al.* (2025); Tanphan *et al.* (2025)

C. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

D. Hipotesis Penelitian

H_0 : Terdapat hubungan antara lama pemakaian ETT, nilai EtCO₂ saat ekstubasi, dan nyeri pascaoperasi dengan kejadian *emergence agitation* pada pasien pascaanestesi umum menggunakan *endotracheal tube (ETT)* di RSUD Kanjuruhan Malang.

H_a : Tidak terdapat hubungan antara lama pemakaian ETT, nilai EtCO₂ saat ekstubasi, dan nyeri pascaoperasi dengan kejadian *emergence agitation* pada pasien pascaanestesi umum menggunakan *endotracheal tube (ETT)* di RSUD Kanjuruhan Malang.