

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Trauma kepala menjadi masalah kesehatan global dengan morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Menurut *World Health Organization* (2022), lebih dari 50 juta kasus cedera otak traumatis terjadi setiap tahunnya, dan cedera kepala berat menyumbang sekitar 30% dari seluruh kematian akibat trauma. Data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2022), diperkirakan terdapat sekitar 500.000 kasus cedera kepala di Indonesia, dengan sekitar 10% pasien meninggal sebelum sempat tiba di rumah sakit (Aros, *et al.*, 2023).

Data Riskesdas (2019) menunjukkan bahwa insiden cedera kepala di Jawa Tengah mencapai 10,6%, dengan kelompok usia 15–24 tahun paling banyak mengalami cedera (12,4%). Prevalensi cedera kepala berdasarkan jenis kelamin menunjukkan angka 11,0% pada laki-laki dan 7,4% pada perempuan. Berdasarkan data sekunder RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten (2023) mencatat peningkatan kunjungan pasien pada poli Bedah Saraf, dengan total 2.051 pasien dari Januari hingga September (Dariyanti, 2023). Pada tahun 2024 terdapat 462 pasien bedah saraf dan 253 diantaranya menjalani prosedur kraniotomi di RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

Melihat tingginya jumlah kasus trauma kepala, kraniotomi menjadi salah satu prosedur yang paling sering dilakukan untuk menangani berbagai cedera intrakranial. Prosedur ini menuntut stabilitas

hemodinamik yang optimal. *Mean arterial pressure (MAP)* termasuk dalam parameter hemodinamik pokok pada kraniotomi karena berhubungan langsung dengan *cerebral perfusion pressure (CPP)* yang menjaga aliran darah dan oksigenasi jaringan otak.

MAP intraoperatif terlalu rendah akan berpotensi menyebabkan penurunan *CPP* dan iskemia serebral. Namun, Jika *MAP* terlalu tinggi akan meningkatkan resiko perdarahan intraoperatif (Mount end Das, 2023). *CPP* ditentukan oleh selisih *MAP* dikurangi *Intracranial pressure (ICP)* (Cardim, *et al.*, 2024). Pada pasien dengan cedera kepala, gangguan autoregulasi serebral menyebabkan *CPP* lebih rentan terhadap perubahan *MAP* dan *ICP*. (Aros, *et al.*, 2023).

Keterkaitan antara *MAP*, *ICP*, dan *CPP* tersebut menjadi relevan ketika mempertimbangkan intervensi intraoperatif seperti hiperventilasi. Hiperventilasi sering digunakan sebagai intervensi intraoperatif untuk menurunkan tekanan intrakranial melalui penurunan konsentrasi karbondioksida dalam darah. Hiperventilasi memengaruhi *CPP* secara tidak langsung melalui mekanisme perubahan *Partial Pressure of Carbon Dioxide (PaCO₂)*. Penurunan *PaCO₂* akibat hiperventilasi menyebabkan vasokonstriksi serebral, yang menurunkan *Cerebral Blood Flow (CBF)* dan mengurangi volume darah intrakranial sehingga menurunkan *ICP*.

Hipokapnia akibat hiperventilasi tidak hanya berdampak pada sistem serebrovaskular, tetapi juga dapat memengaruhi sistem kardiovaskular secara sistemik. Perubahan tonus vaskular dan perfusi yang

terjadi berpotensi menyebabkan perubahan *MAP*, terutama apabila vasokonstriksi serebral berlangsung signifikan dan memengaruhi keseimbangan hemodinamik secara keseluruhan (Cardim, *et al.*, 2024).

Menjaga *CPP* pada pasien kraniotomi, khususnya dengan trauma kepala, merupakan aspek krusial dalam mencegah cedera otak sekunder. *CPP* yang adekuat diperlukan untuk mempertahankan suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan otak. Penurunan *CPP* akibat hipotensi intraoperatif atau peningkatan *ICP* dapat menyebabkan hipoksia serebral, hipoksemia jaringan otak, hingga iskemia global maupun fokal yang berujung pada kerusakan neuron permanen. Gangguan perfusi yang berkepanjangan dapat menyebabkan disfungsi batang otak, gangguan pusat respirasi dan kardiovaskular, hingga meningkatkan risiko kematian (Oppong, *et al.*, 2021).

Penelitian sebelumnya telah mengevaluasi dampak hiperventilasi terhadap parameter fisiologis serebral selama prosedur bedah saraf. Cardim, *et al* (2023) mengevaluasi efek hiperventilasi ringan terhadap hemodinamika serebral dan autoregulasi otak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan *PaCO₂* akibat hiperventilasi menyebabkan perubahan signifikan pada *cerebral blood flow (CBF)*, volume darah serebral, serta dinamika autoregulasi. Meskipun penelitian ini memberikan gambaran mekanisme fisiologis yang kuat mengenai dampak hiperventilasi terhadap sistem serebrovaskular, pengaruh hiperventilasi terhadap *MAP* sebagai determinan utama *CPP* tidak dianalisis secara spesifik.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Sarhan *et al.* (2023) melalui *randomized controlled cross-over trial* pada pasien pediatrik yang menjalani reseksi tumor *fossa posterior* menunjukkan bahwa hiperventilasi ($EtCO_2$ 30-35 mmHg) dibandingkan dengan normoventilasi ($EtCO_2$ 35-45 mmHg) menyebabkan penurunan *regional cerebral oxygen saturation* (rSO_2) yang diukur menggunakan *near-infrared spectroscopy* (NIRS). Hasil tersebut menegaskan bahwa hiperventilasi berdampak signifikan terhadap oksigenasi serebral akibat perubahan aliran darah otak. Meskipun beberapa parameter hemodinamik dicatat, perubahan *MAP* tidak menjadi fokus utama analisis dan hanya dilaporkan sebagai temuan sekunder.

Pengaturan ventilasi mekanik dalam kraniotomi sering dilakukan untuk mengontrol *ICP* dan *CPP*. Hiperventilasi sebagai salah satu strategi ventilasi diketahui dapat memengaruhi hemodinamika sistemik melalui perubahan tekanan intratorakal dan tonus vaskular. Namun, dampak perubahan ventilasi tersebut terhadap *MAP* intraoperatif belum secara konsisten dimonitor dan dianalisis secara spesifik, padahal *MAP* merupakan determinan utama perfusi organ, termasuk otak. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh hiperventilasi terhadap *MAP* intraoperatif pada pasien kraniotomi.

Dalam praktik anestesi di Instalasi Bedah Sentral Rumah Sakit Umum Pusat dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten, pengaturan ventilasi mekanik pada pasien kraniotomi umumnya dilakukan dengan

normoventilasi karena mampu menjaga keseimbangan antara perfusi serebral dan stabilitas hemodinamik. Hiperventilasi tidak digunakan secara rutin karena penurunan $PaCO_2$ yang berlebihan dapat menyebabkan vasokonstriksi serebral, penurunan CBF , serta meningkatkan risiko iskemia serebral, terutama pada pasien dengan gangguan autoregulasi. Penggunaan hiperventilasi cenderung digunakan secara selektif pada kondisi tertentu, terutama dengan tujuan menurunkan ICP . Fokus utama penggunaan hiperventilasi lebih diarahkan pada pengendalian ICP , sementara dampaknya terhadap MAP belum menjadi perhatian utama, meskipun perubahan ventilasi mekanik berpotensi memengaruhi stabilitas hemodinamik selama tindakan kraniotomi.

Studi pendahuluan yang dilaksanakan di RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten melalui observasi memperoleh data pada bulan November 2025 terdapat 38 pasien menjalani bedah saraf dan 21 diantaranya menjalani prosedur Kraniotomi. Pentingnya mempertimbangkan penggunaan teknik hiperventilasi dan pemantaun nilai MAP pada pasien kraniotomi menjadi dasar mengapa peneliti memilih tempat penelitian di RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah “Apakah terdapat pengaruh hiperventilasi terhadap nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* intraoperatif pada pasien kraniotomi?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Diketahui pengaruh hiperventilasi terhadap nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* intraoperatif pada pasien yang menjalani kraniotomi.

2. Tujuan Khusus

- a. Dideskripsikannya karakteristik responden pada pasien yang melakukan kraniotomi (usia, jenis kelamin, status ASA).
- b. Dianalisisnya nilai tekanan darah sistolik sebelum dan sesudah penerapan kondisi hiperventilasi pada pasien kraniotomi..
- c. Dianalisisnya nilai tekanan darah diastolik sebelum dan sesudah penerapan kondisi hiperventilasi pada pasien kraniotomi.
- d. Dianalisisnya nilai *MAP* sebelum dan sesudah penerapan kondisi hiperventilasi pada pasien kraniotomi.
- e. Dianalisisnya besarnya perubahan nilai *MAP* intraoperatif yang terjadi pada pasien kraniotomi dengan kondisi hiperventilasi.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup keperawatan anestesiologi untuk mengetahui pengaruh hiperventilasi terhadap *mean arterial pressure (MAP)* intraoperatif pada pasien kraniotomi. Sebagai subyek dalam penelitian ini adalah semua pasien yang dilakukan operasi kraniotomi dengan general anestesi dan masuk dalam kriteria inklusi.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan evaluasi untuk pengembangan ilmu keperawatan anestesiologi serta bermanfaat dalam peningkatan mutu pelayanan profesi kepenataan anestesiologi dalam bidang pengetahuan tentang pengaruh hiperventilasi terhadap *MAP* intraoperatif pada pasien kraniotomi dengan general anestesi.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Penata Anestesi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi profesi penata anestesi dalam monitoring, intervensi dan implementasi intraoperatif kraniotomi berdasarkan pengetahuan tentang pengaruh hiperventilasi terhadap *MAP*..

b. Bagi Instansi Pelayanan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung Upaya rumah sakit dalam meningkatkan kualitas pelayanan kepenataan anestesi pada operasi kraniotomi untuk mencegah dan mengatasi risiko yang mungkin muncul.

c. Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan kajian dan wawasan mahasiswa agar mengetahui pengaruh hiperventilasi terhadap *MAP* Intraoperatif pada pasien yang menjalani operasi kraniotomi.

F. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang “Pengaruh Hiperventilasi Terhadap *Mean Arterial Pressure* Intraoperatif Pada Pasien Kraniotomi” sepengetahuan peneliti belum pernah dilakukan dengan desain dan fokus yang identik. Namun, penelitian dengan tema sejenis yang menjadi acuan telah dilakukan, antara lain:

1. Sarhan, *et al.* (2023) dengan judul “*The Effect of Hyperventilation versus Normoventilation on Cerebral Oxygenation Using Near-Infrared Spectroscopy in Children Undergoing Posterior Fossa Tumor Resection*” menggunakan metode uji klinis acak dengan desain *cross-over* pada pasien pediatrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hiperventilasi menyebabkan penurunan saturasi oksigen serebral regional (rSO_2) dan disertai perubahan pada beberapa parameter hemodinamik, sementara perubahan *MAP* dilaporkan sebagai temuan sekunder. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada desain dan populasi penelitian, di mana penelitian Sarhan bersifat hiperventilasi pada pasien anak, sedangkan penelitian ini bersifat observasional analitik dengan fokus utama pada perubahan *MAP* intraoperatif pada pasien kraniotomi secara umum.
2. Cardim, *et al.* (2023) dengan judul “*The Effects of Mild Hyperventilation on Cerebral Hemodynamics and Autoregulation*” menggunakan metode penelitian klinis observasional untuk menilai pengaruh hiperventilasi ringan terhadap hemodinamika serebral dan

autoregulasi otak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hiperventilasi dapat memperbaiki autoregulasi serebral, namun juga berpotensi memengaruhi perfusi serebral melalui perubahan tekanan sistemik. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada fokus variabel utama, di mana penelitian Cardim menitikberatkan pada hemodinamika serebral dan autoregulasi, sedangkan penelitian ini memfokuskan pada *MAP* intraoperatif.

3. Zhang, Guo, Wang (2019) dengan judul “*Hyperventilation Therapy in Neurological Patients: Physiological Effects and Clinical Implications*” menggunakan metode tinjauan literatur untuk membahas efek fisiologis dan implikasi klinis hiperventilasi pada pasien neurologis. Hasil kajian menunjukkan bahwa hiperventilasi menyebabkan vasokonstriksi serebral akibat penurunan $PaCO_2$ dan dapat memengaruhi hemodinamik sistemik yang berdampak pada perfusi otak. Perbedaan dengan penelitian ini adalah bahwa studi Zhang tidak menyajikan pengukuran intraoperatif secara langsung, sedangkan penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik yang secara langsung mengamati perubahan *MAP* intraoperatif pada kondisi hiperventilasi dan *non-hiperventilasi* selama kraniotomi.
4. Hidayah (2024) dengan judul “Hubungan End-Tidal Karbondioksida Ventilasi dengan Hemodinamik pada Pasien Intraoperasi Kraniotomi Menggunakan General Anestesi di RST dr. Soedjono Magelang” menggunakan metode observasional dengan pendekatan korelasional

untuk menilai hubungan antara nilai *End-Tidal CO₂* (*EtCO₂*) dan parameter hemodinamik intraoperatif. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara nilai *EtCO₂* dengan tekanan darah, termasuk *MAP*. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada pendekatan analisis, di mana penelitian Hidayah menilai hubungan korelasi *EtCO₂* dengan hemodinamik secara umum, sedangkan penelitian ini mengamati perbedaan nilai *MAP* intraoperatif pada pasien dengan kondisi hiperventilasi dan *non-hiperventilasi* selama tindakan kraniotomi.

5. Dara (2024) dengan judul “*Monitoring End Tidal CO₂ dengan Hiperventilasi Intra Operasi pada Pasien Intracerebral Hemorrhage (ICH) untuk Mengatasi Risiko Komplikasi Peningkatan Tekanan Intra Kranial*” menggunakan metode studi kasus pada pasien dengan perdarahan intraserebral. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hiperventilasi singkat dan ringan efektif dalam menurunkan risiko peningkatan tekanan intrakranial serta membantu menjaga autoregulasi serebral. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada desain dan fokus penelitian, di mana penelitian Dara menitikberatkan pada perubahan tekanan intrakranial pada pasien *ICH*, sedangkan penelitian ini bersifat observasional analitik dan memfokuskan pada perubahan *MAP* intraoperatif sebagai parameter hemodinamik sistemik pada pasien kraniotomi.