

EFEK INFUS MIDAZOLAM INTRAOPERATIF PADA VARIABILITAS TEKANAN DARAH DAN KEJADIAN HIPERTENSI INTRAOPERATIF PADA PASIEN HIPERTENSI

Rinta Ramadhani¹, Angelina Najooan², Nurul Azzah³, Galang Ramadhan⁴, Ratih Kusumadewi⁵

Program Studi Sarjana Terapan Keperawatan Anestesiologi¹⁻⁵

Email: rintaramadhani0@gmail.com¹, angelinaelani@gmail.com², azzahazzah008@gmail.com³, galangrmdhn2406@gmail.com⁴, ratihkusumadewi@unisayogya.ac.id⁵

Informasi	Abstract
Volume : 2 Nomor : 12 Bulan : Desember Tahun : 2025 E-ISSN : 3062-9624	<i>Background: Effective blood pressure control during surgery is crucial, especially for patients with hypertension, as blood pressure variability (BPV) and intraoperative hypertension (IOH) increase the risk of postoperative complications such as acute kidney injury (AKI). Midazolam is widely used for sedation, induction, and co-induction of anesthesia, but its effects on intraoperative hemodynamic stability particularly BPV and IOH in hypertensive patients are not fully understood. Objective: This scoping review summarizes current evidence on the effects of intraoperative midazolam infusion on BPV and IOH in hypertensive patients and identifies existing research gaps. Methods: A scoping review was conducted following PRISMA-ScR guidelines. Literature searches were performed in PubMed, Google Scholar, and ClinicalTrials for studies published between 2021 and 2025 with RCT, quasi-experimental, cohort, or observational designs reporting intraoperative hemodynamic parameters. Study quality was assessed using the MMAT 2018. Results: Ten studies met the inclusion criteria. Midazolam caused a milder blood pressure decrease than propofol but provided less hemodynamic stability than etomidate. Other agents, such as remimazolam and dexmedetomidine, often demonstrated superior hemodynamic profiles. Although midazolam can reduce stress responses and early blood pressure fluctuations, most studies did not evaluate BPV using comprehensive statistical methods. BPV and IOH were consistently associated with higher postoperative risks, particularly AKI in hypertensive patients. Conclusion: Intraoperative midazolam infusion may help maintain hemodynamic stability, but evidence regarding its effectiveness in reducing BPV and preventing IOH remains limited. Further randomized controlled trials are needed to directly assess the impact of midazolam infusion on BPV in hypertensive patients and compare it with other sedative agents.</i> Keyword: midazolam, intraoperative hypertension, blood pressure variability, hemodynamics, scoping review.

Abstrak

Latar Belakang: Pengendalian tekanan darah selama pembedahan sangat penting, terutama pada pasien hipertensi, karena variabilitas tekanan darah (BPV) dan hipertensi intraoperatif (IOH) berhubungan dengan meningkatnya risiko komplikasi pascaoperasi seperti cedera ginjal akut (AKI). Midazolam, yang umum digunakan untuk sedasi dan induksi anestesi, dapat memengaruhi stabilitas hemodinamik; namun, efek infus midazolam intraoperatif terhadap BPV dan IOH pada pasien hipertensi masih belum sepenuhnya dipahami. *Tujuan:* Scoping review ini bertujuan memetakan bukti ilmiah mengenai efek infus midazolam intraoperatif terhadap BPV dan IOH pada pasien hipertensi serta mengidentifikasi konsistensi temuan dan kesenjangan penelitian. *Metode:* Scoping review dilakukan mengikuti pedoman PRISMA-ScR. Pencarian literatur dilakukan melalui PubMed, Google Scholar, dan ClinicalTrials menggunakan kata kunci terkait midazolam, hipertensi, dan variabilitas tekanan darah. Studi yang diikutsertakan merupakan artikel tahun 2021–2025 dengan desain RCT, quasi-eksperimental, kohort, atau observasional klinis yang melaporkan parameter hemodinamik intraoperatif. Kualitas studi dinilai menggunakan MMAT 2018. *Hasil:* Sebanyak sepuluh artikel memenuhi kriteria inklusi. Midazolam menunjukkan penurunan tekanan darah yang lebih ringan dibanding propofol, namun memberikan stabilitas hemodinamik yang lebih rendah dibanding etomidate. Agen alternatif seperti remimazolam dan dexmedetomidine cenderung memberikan stabilitas hemodinamik yang lebih baik. Midazolam dapat menurunkan respons stres dan mengurangi fluktuasi awal tekanan darah, tetapi sebagian besar penelitian belum mengevaluasi BPV menggunakan metode statistik yang komprehensif. BPV dan IOH terbukti berkaitan dengan peningkatan risiko komplikasi pascaoperasi seperti AKI, terutama pada pasien hipertensi. *Kesimpulan:* Infus midazolam intraoperatif berpotensi membantu menjaga stabilitas hemodinamik melalui pengurangan respons stres, tetapi bukti mengenai efektivitasnya dalam menurunkan BPV dan mencegah IOH masih terbatas. Diperlukan penelitian lanjutan, terutama RCT yang secara langsung menilai efek midazolam terhadap BPV pada pasien hipertensi dan membandingkannya dengan agen sedatif lainnya.

Kata Kunci: midazolam, hipertensi intraoperatif, variabilitas tekanan darah, hemodinamik, scoping review

A. PENDAHULUAN

Pengendalian tekanan darah selama pembedahan merupakan aspek penting dalam manajemen anestesi, terutama pada pasien dengan riwayat hipertensi. Fluktuasi tekanan darah intraoperatif, termasuk peningkatan tekanan darah akut (intraoperative hypertension), dapat meningkatkan risiko cedera organ dan komplikasi pascaoperasi seperti acute kidney injury (AKI) dan kejadian kardiovaskular. Studi menunjukkan bahwa hipertensi intraoperatif berhubungan dengan peningkatan risiko AKI pasca laparoskopi, terutama bila durasi peningkatan tekanan darah berlangsung lebih dari 20 menit (Tang et al., 2023).

Selain itu, variabilitas tekanan darah intraoperatif (blood pressure variability/BPV) juga telah diidentifikasi sebagai faktor prognostik penting. BPV yang tinggi selama pembedahan dikaitkan dengan peningkatan angka mortalitas, lama perawatan ICU, dan gangguan organ vital terutama pada pembedahan jantung anak (Xiao et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa bukan hanya nilai tekanan darah rata-rata, tetapi derajat fluktuasinya yang berdampak terhadap hasil klinis.

Midazolam merupakan benzodiazepin kerja cepat yang umum digunakan untuk sedasi, induksi, maupun co-induction anestesi. Penggunaan midazolam diketahui dapat mengurangi kebutuhan propofol serta menurunkan risiko hipotensi pada fase induksi (Mihalj et al., 2022) Namun, efek midazolam terhadap stabilitas tekanan darah selama fase intraoperatif penuh tidak konsisten antar studi.

Dalam penelitian pada pasien operasi jantung, midazolam menunjukkan efek penurunan tekanan darah yang lebih ringan dibanding propofol, namun kurang stabil dibanding etomidate (Afghaniyan et al., 2024) Sementara itu, studi komparatif menunjukkan bahwa remimazolam memiliki profil stabilitas hemodinamik yang lebih baik dibanding midazolam, terutama pada fase awal anestesi dan intubasi (Shintani et al., 2024; Lee et al., 2024; Wan-jun et al., 2025) Selain itu, dexmedetomidine dilaporkan memberikan kontrol tekanan darah yang lebih stabil dibanding infus midazolam selama sedasi prosedural, sehingga menjadi alternatif pada pasien dengan risiko hemodinamik tinggi (Sundar et al., 2021) Walaupun demikian, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada fase induksi atau sedasi singkat, bukan pada infus midazolam intraoperatif berkelanjutan pada pasien hipertensi. Selain itu, banyak studi hanya menilai tekanan darah rata-rata, bukan variabilitas tekanan darah, padahal BPV lebih relevan dengan risiko komplikasi organ.

Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian mengenai efek infus midazolam intraoperatif terhadap BPV dan kejadian hipertensi intraoperatif pada pasien hipertensi, sehingga diperlukan pemetaan literatur untuk memahami posisi midazolam dalam manajemen stabilitas hemodinamik intraoperatif.

Tujuan scoping review ini adalah memetakan dan meninjau secara sistematis bukti ilmiah yang tersedia mengenai efek infus midazolam intraoperatif terhadap variabilitas tekanan darah dan kejadian hipertensi intraoperatif pada pasien dengan riwayat hipertensi, serta mengidentifikasi karakteristik penelitian, konsistensi temuan, dan kesenjangan pengetahuan yang masih ada dalam literatur.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode scoping review, yaitu suatu kajian literatur yang bertujuan untuk memetakan secara sistematis bukti ilmiah yang telah ada mengenai efek infus midazolam intraoperatif terhadap variabilitas tekanan darah dan kejadian hipertensi intraoperatif pada pasien hipertensi. Metode ini dipilih karena topik ini masih memiliki bukti yang tersebar pada berbagai desain penelitian, serta menunjukkan hasil yang belum

terintegrasi secara komprehensif. Pendekatan scoping review memungkinkan peneliti mengidentifikasi ruang lingkup pengetahuan, menyusun peta bukti, serta melihat kesenjangan penelitian (research gap) yang dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya.

Penelitian ini disusun berdasarkan pedoman PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Review). Penentuan fokus kajian menggunakan pendekatan PICO, yang terdiri dari:

Kriteria inklusi pada scoping review ini mencakup artikel yang meneliti penggunaan midazolam dalam konteks pembedahan intraoperatif, baik sebagai bagian dari anestesi umum maupun sedasi. Studi yang diikutkan adalah penelitian yang melibatkan pasien dengan riwayat hipertensi atau setidaknya melaporkan parameter hemodinamik secara jelas, khususnya tekanan darah atau variabilitas tekanan darah selama pembedahan. Artikel harus menyajikan data mengenai tekanan darah intraoperatif, variabilitas tekanan darah, atau kejadian hipertensi intraoperatif. Selain itu, hanya artikel yang dipublikasikan antara tahun 2021 hingga 2025, berbahasa Inggris atau Indonesia, serta menggunakan desain penelitian RCT, quasi-experimental, kohort, atau studi observasional klinis yang disertakan dalam tinjauan ini. Kriteria Eksklusi, Artikel tidak dimasukkan ke dalam scoping review ini apabila merupakan opini, editorial, laporan kasus tunggal, atau protokol penelitian tanpa hasil. Studi juga dikeluarkan apabila hanya menilai fase induksi anestesi dan tidak melaporkan penggunaan midazolam secara infus intraoperatif, sehingga tidak sesuai dengan fokus kajian. Selain itu, penelitian yang melibatkan populasi non-hipertensi atau tidak melaporkan parameter hemodinamik yang relevan terhadap tekanan darah intraoperatif juga tidak dimasukkan dalam analisis.

Proses pencarian artikel dilakukan melalui beberapa database elektronik, yaitu PubMed, Google Scholar, dan ClinicalTrials, dengan menggunakan kombinasi kata kunci: “midazolam infusion” AND “intraoperative” AND “blood pressure variability” AND “hypertension”. Pencarian dilakukan untuk memperoleh artikel yang relevan dengan topik mengenai efek infus midazolam intraoperatif terhadap tekanan darah dan variabilitas tekanan darah pada pasien hipertensi.

1. Identification

Dilakukan dengan mengumpulkan seluruh artikel yang muncul dari hasil pencarian awal. Selanjutnya.

Komponen	Deskripsi	Keyword
P (Population)	Pasien dewasa dengan riwayat hipertensi yang menjalani anestesi umum / pembedahan	("hypertensive patients" OR "adult surgical patients" OR "perioperative hypertension") AND ("general anesthesia" OR "intraoperative period")
I (Intervention)	Infus midazolam intraoperatif sebagai agen sedasi atau ko-induksi	("midazolam infusion" OR "midazolam intraoperative" OR "midazolam co-induction" OR "midazolam sedation") AND ("anesthesia" OR "sedation")
C (Comparison)	Dibandingkan dengan agen sedatif lain atau tanpa midazolam	("propofol" OR "dexmedetomidine" OR "remimazolam" OR "placebo" OR "other sedative agents") NOT "pediatric" NOT "animal study"
O (Outcome)	- Variabilitas tekanan darah intraoperatif (BPV)	("blood pressure variability" OR "BPV" OR "intraoperative blood pressure variability" OR "perioperative blood pressure variability" OR "hemodynamic fluctuations" OR "blood pressure fluctuation" OR "blood pressure swings" OR "systolic blood pressure variability" OR "diastolic blood pressure variability" OR "MAP variability" OR "mean arterial pressure variability" OR "standard deviation of blood pressure" OR "coefficient of variation")

2. Screening

Artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak untuk menyingkirkan studi yang tidak relevan dengan fokus kajian.

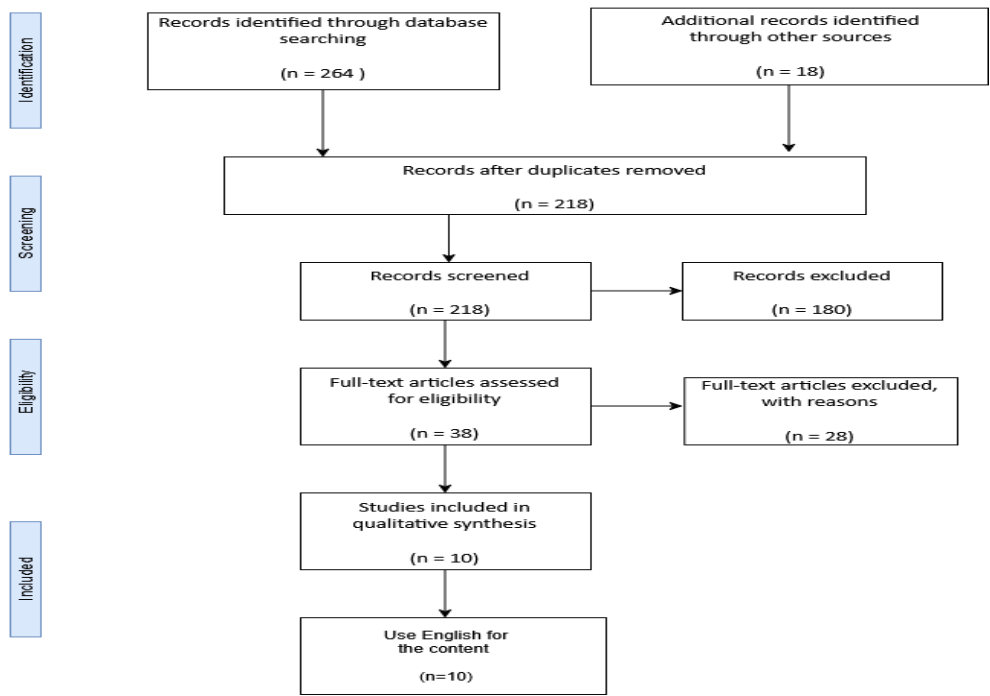
3. Eligibility

Artikel yang lolos penyaringan kemudian dibaca secara menyeluruh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

4. Included

Adalah pemilihan artikel yang memenuhi kriteria dan kemudian dimasukkan ke dalam proses ekstraksi data dan analisis dalam scoping review ini.

5. Prisma Flow Card



6. Data Charting

Item Number	Author, year, Country	Title	Design	Results, Findings
A1	Afghaniyan et al., 2024, Iran	<i>Comparing the Hemodynamic Effects of Midazolam, Etomidate and Propofol after Anesthesia Induction in CABG</i>	Quantitative Randomized Controlled Trials	Midazolam menunjukkan penurunan tekanan darah lebih ringan dibanding propofol, namun kurang stabil dibanding etomidate; menunjukkan efek hemodinamik kategori sedang.
A2	Shintani et al., 2024, Japan	<i>Comparison of Hemodynamic Effects of Remimazolam and Midazolam During Anesthesia Induction in Cardiovascular Surgery</i>	Quantitative Non-Randomized	Remimazolam menunjukkan stabilitas MAP lebih baik dibanding midazolam setelah intubasi; kebutuhan vasopressor tidak berbeda signifikan.

A3	Mihalj et al., 2022, Croatia	<i>Effects of Midazolam Co-Induction to General Anesthesia</i>	Quantitative Non-Randomized	Co-induction dengan midazolam mengurangi kebutuhan dosis propofol dan mengurangi risiko hipotensi saat induksi.
A4	Lee et al., 2024, South Korea	<i>Comparison of Remimazolam and Midazolam on Hemodynamic Stability and IONV Prevention</i>	Quantitative Randomized Controlled Trials	Remimazolam menunjukkan profil tekanan darah lebih stabil dibanding midazolam selama sedasi intraoperatif.
A5	Wan-jun et al., 2025, China	<i>Comparative Hemodynamic Effects of Remimazolam vs Propofol in Surgical Sedation</i>	Quantitative Randomized Controlled Trials	Remimazolam mempertahankan MAP lebih stabil daripada midazolam dan propofol; midazolam menunjukkan fluktuasi lebih besar.
A6	Tang et al., 2023, China	<i>Intraoperative Hypertension and Risk of Postoperative Acute Kidney Injury</i>	Quantitative Non-Randomized	Hipertensi intraoperatif berhubungan langsung dengan peningkatan risiko AKI, menegaskan pentingnya stabilitas hemodinamik.
A7	Xiao et al., 2025, China	<i>Blood Pressure Variability and Clinical Outcomes in Pediatric Cardiac Surgery</i>	Quantitative Non-Randomized	Variabilitas tekanan darah intraoperatif yang tinggi berhubungan dengan peningkatan mortalitas dan disfungsi organ.
A8	Linassi et al., 2025, Italy	<i>Influence of Midazolam on BIS and Propofol Interaction during TIVA</i>	Quantitative Non-Randomized	Midazolam mengurangi kebutuhan propofol, yang dapat menurunkan risiko hipotensi yang disebabkan propofol.
A9	Sundar et al., 2021, India	<i>Dexmedetomidine vs Midazolam Infusion: Hemodynamic Comparison</i>	Quantitative Randomized Controlled Trials	Dexmedetomidine menunjukkan stabilitas hemodinamik lebih baik, sedangkan midazolam menyebabkan fluktuasi tekanan darah lebih besar.
A10	Zangoue et al., 2025, Iran	<i>Comparison of Melatonin vs Midazolam on Hemodynamic Status During Cataract Surgery</i>	Quantitative Randomized Controlled Trials	Midazolam memberikan sedasi efektif, tetapi beberapa pasien mengalami kenaikan MAP, terutama yang memiliki

Seluruh artikel yang termasuk dalam scoping review ini melalui proses penilaian kualitas menggunakan Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) 2018. Penggunaan MMAT dipilih karena instrumen ini mampu menilai berbagai jenis desain penelitian kuantitatif yang terdapat pada studi mengenai midazolam dalam pembedahan. Pada tahap penilaian, aspek yang ditinjau mencakup kecermatan perencanaan penelitian, ketepatan instrumen untuk mengukur parameter tekanan darah intraoperatif, kesesuaian teknik analisis yang digunakan, serta kejelasan dalam penyajian hasil.

Penilaian dilakukan oleh dua penilai secara terpisah untuk menjaga objektivitas. Apabila terdapat perbedaan pendapat dalam penilaian, maka dilakukan pembahasan bersama hingga tercapai keputusan akhir yang sama. Dengan menerapkan MMAT, artikel yang terpilih dalam review ini dapat dipastikan memiliki dasar metodologis yang kuat, sehingga hasil sintesis yang dihasilkan dapat diandalkan dan layak dijadikan rujukan ilmiah.

7. Critical Appraisal

Critical code	Critical Appraisal Tool Used	Results
A1	MMAT for Quantitative Randomized Controlled Trials	A
A2	MMAT for Quantitative Non-Randomized Study	A
A3	MMAT for Quantitative Non-Randomized Study	A
A4	MMAT for Quantitative Randomized Controlled Trials	A
A5	MMAT for Quantitative Randomized Controlled Trials	A
A6	MMAT for Quantitative Non-Randomized Study	A
A7	MMAT for Quantitative Non-Randomized Study	A
A8	MMAT for Quantitative Non-Randomized Study	A
A9	MMAT for Quantitative Randomized Controlled Trials	A
A10	MMAT for Quantitative Randomized Controlled Trials	A

Secara keseluruhan, studi RCT memberikan bukti yang lebih kuat dalam mengevaluasi efek midazolam terhadap tekanan darah intraoperatif, namun terdapat keterbatasan pada pelaporan detail randomisasi dan blinding. Sementara itu, studi non-randomized membantu memperkuat pemahaman mengenai hubungan klinis dan konteks risiko, tetapi kurang mampu memastikan hubungan kausal akibat keterbatasan kontrol variabel perancu. Dengan demikian, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain terkontrol lebih ketat, terutama yang secara khusus menilai infus midazolam pada pasien hipertensi dan variabilitas tekanan darah

intraoperatif.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil: Perbandingan Efek Midazolam pada Stabilitas Hemodinamik

a. Peran Midazolam dalam Induksi dan Ko-Induksi Anestesi

Sejumlah penelitian klinis telah secara khusus menilai bagaimana respons hemodinamik midazolam dibandingkan dengan obat anestesi intravena lainnya selama fase induksi yang dianggap paling kritis (Afghaniyan et al., 2024). Fokus utama dari perbandingan ini adalah untuk menentukan agen yang paling mampu menjaga kestabilan tekanan darah dan denyut jantung ketika terjadi rangsangan kuat seperti intubasi trakea (Afghaniyan et al., 2024). Dalam sebuah uji klinis acak tersamar ganda, midazolam diuji bersama etomidat dan propofol pada pasien yang menjalani prosedur Coronary Artery Bypass Grafting (CABG) (Afghaniyan et al., 2024). Parameter hemodinamik yang dipantau meliputi tekanan darah sistolik (SBP), tekanan darah diastolik (DBP), tekanan arteri rata-rata (MAP), serta frekuensi nadi (HR) pada berbagai titik penting selama periode perioperatif (Afghaniyan et al., 2024).

Selain digunakan sebagai agen induksi utama, midazolam juga diteliti efektivitasnya sebagai obat ko-induksi untuk mengurangi efek samping dari propofol maupun etomidat (Mihalj et al., 2022). Penelitian uji coba klinis acak terkontrol plasebo mengevaluasi dua dosis midazolam ko-induksi, yaitu 0,03 mg/kg (M1) dan 0,06 mg/kg (M2), dibandingkan dengan plasebo (C) pada pasien yang menjalani kolesistektomi laparoskopi elektif (Mihalj et al., 2022). Studi tersebut menekankan pengamatan terhadap perubahan tekanan arteri (SAP/MAP/DAP) dan frekuensi jantung pada fase awal anestesi sebelum tindakan pembedahan dimulai (Mihalj et al., 2022). Temuan dari penelitian ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai kemampuan midazolam dalam membantu menjaga stabilitas hemodinamik awal serta mencegah terjadinya peningkatan tekanan darah yang berlebihan (Mihalj et al., 2022).

Midazolam juga dibandingkan dengan melatonin dalam hal kemampuannya mempertahankan stabilitas hemodinamik pada pasien yang menjalani pembedahan katarak, di mana sebagian besar pasien merupakan kelompok usia lanjut dengan gangguan kardiovaskular (Zangoue et al., 2025). Kestabilan hemodinamik yang optimal menjadi sangat penting dalam prosedur katarak, terutama bagi pasien dengan komorbiditas (Zangoue et al., 2025). Midazolam dikenal memiliki efek anxiolitik dan sedatif yang membantu menenangkan

pasien, sehingga dapat menurunkan respons stres dan menstabilkan tekanan darah secara tidak langsung (Zangoue et al., 2025).

b. Perbandingan Midazolam dengan Agen Sedatif Baru dan Alternatif

Kemajuan di bidang anestesiologi turut mendorong munculnya agen baru seperti remimazolam, yang diklaim memiliki waktu pemulihan lebih singkat dibandingkan midazolam (Wan-jun et al., 2025). Pada populasi lansia berusia di atas 65 tahun—kelompok dengan risiko perioperatif tinggi—remimazolam dan midazolam dibandingkan untuk menilai kecepatan bangun serta kejadian efek samping (Wan-jun et al., 2025). Walaupun penelitian Wan-jun et al. (2025) berfokus pada parameter pemulihan, perbandingan kedua benzodiazepin tersebut secara tidak langsung memberikan gambaran mengenai perbedaan stabilitas hemodinamik serta risiko hipotensi maupun hipertensi yang dapat mempengaruhi proses pemulihan.

Penelitian retrospektif lainnya secara eksploratif menilai perbedaan efek hemodinamik antara remimazolam dan midazolam selama fase induksi anestesi pada pasien yang menjalani operasi kardiovaskular (Shintani et al., 2024). Pasien dengan kondisi kardiovaskular sangat rentan terhadap fluktuasi hemodinamik sehingga diperlukan agen induksi yang tidak menyebabkan depresi sirkulasi berlebihan (Shintani et al., 2024). Midazolam sebagai benzodiazepin konvensional diketahui memiliki efek depresan sirkulasi yang relatif ringan ketika digunakan untuk induksi anestesi, terutama bila dibandingkan dengan obat sedatif lainnya (Shintani et al., 2024).

Dalam konteks sedasi prosedural berkelanjutan melalui infus, midazolam juga dibandingkan dengan deksmedetomidin dalam sebuah uji klinis acak yang melibatkan pasien septoplasti (Sundar et al., 2024). Meskipun midazolam merupakan sedatif yang banyak digunakan, deksmedetomidin sering dipilih karena memberikan tingkat sedasi yang lebih stabil, minim efek samping khas benzodiazepin, serta memiliki manfaat analgesik yang dapat membantu menjaga kestabilan tekanan darah (Sundar et al., 2024). Perbandingan penggunaan infus berkelanjutan ini sangat relevan dengan topik penelitian karena secara langsung menggambarkan profil kardiovaskular midazolam ketika diberikan secara kontinu (Sundar et al., 2024).

Hasil: Signifikansi Variabilitas Tekanan Darah dan Hipertensi Intraoperatif

1) Hubungan antara Variabilitas Tekanan Darah dan Komplikasi Organ

Variabilitas tekanan darah intraoperatif (BPV) telah diidentifikasi sebagai faktor risiko independen yang berkaitan dengan luaran klinis pascaoperasi yang buruk (Xiao et al., 2025).

Dalam sebuah studi observasional retrospektif pada pasien pediatrik yang menjalani pembedahan jantung dengan dukungan cardiopulmonary bypass (CPB), ditemukan hubungan antara BPV intraoperatif dan kejadian Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury (CSA-AKI) (Xiao et al., 2025). BPV dianalisis menggunakan parameter statistik seperti koefisien variasi (CVs) dan area under the curve (AUC) untuk memperoleh gambaran akurat mengenai derajat fluktuasi tekanan darah (Xiao et al., 2025).

Hasil penelitian tersebut menegaskan pentingnya menjaga stabilitas BPV, karena perubahan tekanan darah yang berlebihan—even pada pasien pediatrik—dapat memicu terjadinya cedera ginjal akut (Xiao et al., 2025). Meskipun dilakukan pada populasi anak, mekanisme fisiologis mengenai kerusakan autoregulasi organ akibat variabilitas perfusi yang ekstrem tetap relevan untuk pasien dewasa, khususnya pada kelompok dengan hipertensi (Xiao et al., 2025). Oleh karena itu, pengendalian BPV yang optimal merupakan sasaran penting dalam manajemen anestesi guna mencegah komplikasi serius pascaoperasi (Xiao et al., 2025).

2) Hipertensi Intraoperatif (IOH) sebagai Faktor Risiko

Selain BPV, hipertensi intraoperatif (IOH)—yang diartikan sebagai kenaikan tekanan darah secara signifikan selama pembedahan—juga telah diidentifikasi sebagai faktor risiko penting yang berkaitan dengan luaran klinis yang tidak menguntungkan (Tang et al., 2023). Salah satu publikasi melaporkan bahwa IOH memiliki hubungan kuat dengan peningkatan angka kejadian cedera ginjal akut (AKI) pascaoperasi pada pasien yang menjalani prosedur laparoskopi (Tang et al., 2023). Temuan tersebut menunjukkan bahwa lonjakan tekanan darah sebagai manifestasi IOH dapat memberikan kontribusi langsung terhadap terjadinya cedera organ perifer (Tang et al., 2023).

IOH dipandang sebagai parameter hemodinamik yang harus dikontrol secara ketat selama pembedahan untuk menekan risiko AKI pascaoperasi (Tang et al., 2023). Pada pasien dengan hipertensi, yang sering kali telah mengalami kerusakan vaskular maupun gangguan fungsi ginjal sebelumnya, episode IOH dapat memperburuk kondisi dasar tersebut (Tang et al., 2023). Dengan demikian, strategi anestesi—termasuk pemilihan dan pengaturan infus midazolam—perlu difokuskan pada pencegahan IOH serta mempertahankan tekanan arteri rata-rata (MAP) dalam batas yang aman dan optimal (Tang et al., 2023).

Pembahasan: Sintesis Midazolam, Variabilitas Tekanan Darah, dan Hipertensi Intraoperatif

a) Mekanisme Aksi Midazolam dalam Modulasi Hemodinamik

Midazolam menghasilkan efek sedatif dan anxiolitik melalui modulasi reseptor GABAA_{AA} di sistem saraf pusat (Shintani et al., 2024). Efek sedatif ini berperan penting karena mampu menurunkan respons stres perioperatif yang biasanya dipicu oleh rangsangan pembedahan—suatu mekanisme utama yang dapat menyebabkan terjadinya IOH dan BPV (Mihalj et al., 2022). Aktivasi respons stres yang memicu pelepasan katekolamin mampu meningkatkan tekanan darah sistolik maupun diastolik secara mendadak, sehingga memunculkan episode IOH (Afghaniyan et al., 2024).

Penggunaan midazolam sebagai agen ko-induksi terbukti dapat mengurangi fluktuasi tekanan arteri (SAP/MAP/DAP) serta denyut jantung (HR) pada tahap awal anestesi umum, menandakan adanya efek stabilisasi hemodinamik yang signifikan (Mihalj et al., 2022). Penelitian komparatif pada pasien CABG juga menilai tekanan arteri rata-rata (MABP)—parameter penting dalam mempertahankan perfusi organ—dan menemukan bahwa midazolam, bersama etomidat, menghasilkan stabilitas hemodinamik yang lebih baik dibandingkan propofol selama induksi anestesi (Afghaniyan et al., 2024). Kemampuan midazolam dalam mempertahankan MABP tetap dalam batas aman turut berkontribusi terhadap pencegahan cedera organ, termasuk AKI yang dapat dipicu oleh variabilitas tekanan darah ekstrem (Tang et al., 2023).

b) Implikasi Klinis Infus Midazolam pada Pasien Hipertensi

Pasien dengan hipertensi kronis memiliki kerentanan fisiologis yang lebih tinggi terhadap BPV dan IOH akibat adanya disfungsi endotel serta perubahan struktural pada dinding pembuluh darah (Xiao et al., 2025). Pada kelompok ini, kurva autoregulasi perfusi organ bergeser ke kanan, sehingga mereka memerlukan nilai MABP yang lebih tinggi untuk mempertahankan perfusi yang memadai dan menjadi lebih sensitif terhadap fluktuasi tekanan darah (Tang et al., 2023). Penggunaan infus midazolam intraoperatif dapat dijadikan salah satu strategi anestesi untuk menghasilkan tingkat sedasi basal yang stabil, sehingga membantu meredam respons vaskular terhadap rangsangan bedah (Sundar et al., 2024).

Pemberian midazolam secara infus berkelanjutan—seperti yang diterapkan pada sedasi prosedural—memungkinkan kontrol sedasi yang lebih konsisten dibandingkan dengan pemberian bolus intermiten, sehingga berpotensi mengurangi kejadian BPV yang tidak terduga (Sundar et al., 2024). Namun, meskipun efek depresan sirkulasi midazolam cenderung ringan, pengaruh tersebut tetap perlu diperhitungkan, terutama bila dibandingkan dengan agen lain seperti remimazolam yang menawarkan waktu pemulihan lebih cepat pada pasien lanjut usia (Wan-jun et al., 2025). Meskipun demikian, profil hemodinamik midazolam

yang relatif stabil—khususnya dibandingkan propofol—menjadikannya pilihan yang layak, terutama bila digunakan bersamaan dengan opioid, untuk mencapai induksi anestesi yang lebih mulus pada pasien hipertensi (Afghaniyan et al., 2024).

c) Keterbatasan Data dan Arah Penelitian Mendatang

Walaupun ulasan ini menegaskan pentingnya peran midazolam dalam mempertahankan stabilitas hemodinamik, sebagian besar penelitian yang ditelaah masih menggunakan pengukuran tekanan darah pada titik waktu tertentu, bukan analisis BPV yang komprehensif dengan pendekatan statistik yang lebih mendalam (Afghaniyan et al., 2024; Mihalj et al., 2022). Studi yang secara khusus menerapkan parameter BPV—seperti koefisien variasi atau AUC—pada populasi pasien dewasa dengan hipertensi yang menerima infus midazolam masih sangat terbatas (Xiao et al., 2025).

Dengan demikian, penelitian selanjutnya perlu dirancang sebagai uji klinis acak terkontrol yang secara langsung mengevaluasi efek infus midazolam intraoperatif (misalnya pada laju infus tertentu) terhadap BPV yang dihitung secara statistik pada pasien dengan riwayat hipertensi (Xiao et al., 2025). Perbandingan yang lebih mendalam antara midazolam, deksmedetomidin, dan remimazolam juga diperlukan, terutama pada populasi yang menjalani prosedur pembedahan dengan risiko tinggi (Shintani et al., 2024; Wan-jun et al., 2025). Selain itu, penelitian lanjutan harus mampu menghubungkan penurunan BPV dan pencegahan IOH yang dipengaruhi oleh midazolam dengan luaran pascaoperasi, baik jangka pendek seperti AKI maupun luaran jangka panjang pada pasien hipertensi (Tang et al., 2023). Secara keseluruhan, pemberian midazolam secara infus selama operasi terbukti berkontribusi dalam mengurangi ketidakstabilan hemodinamik melalui penurunan respons stres, yang merupakan pemicu utama terjadinya hipertensi intraoperatif (IOH) (Mihalj et al., 2022). Stabilitas tekanan darah ini sangat krusial bagi pasien dengan hipertensi, karena kelompok ini lebih rentan mengalami peningkatan BPV dan IOH yang dapat memicu komplikasi serius seperti cedera ginjal akut (Tang et al., 2023; Xiao et al., 2025). Midazolam juga memiliki efek depresan sirkulasi yang relatif ringan, sehingga menjadi pilihan yang menguntungkan dibanding beberapa agen lain dalam mencapai induksi anestesi yang aman, khususnya pada prosedur berisiko tinggi seperti CABG (Afghaniyan et al., 2024; Shintani et al., 2024). Meskipun agen alternatif seperti remimazolam dan deksmedetomidin menawarkan kelebihan tertentu, midazolam tetap menjadi bagian penting dari strategi anestesi multimodal untuk mempertahankan stabilitas tekanan darah yang optimal pada pasien hipertensi (Sundar et al., 2024; Wan-jun et al., 2025).

D. KESIMPULAN

Pemberian midazolam baik sebagai induksi, ko-induksi, maupun infus telah terbukti membantu mengurangi ketidakstabilan hemodinamik dengan menurunkan respons stres perioperatif, yang merupakan faktor utama terjadinya hipertensi intraoperatif (IOH). Obat ini memiliki efek depresan sirkulasi yang relatif ringan serta memberikan stabilitas hemodinamik yang lebih baik dibandingkan beberapa agen lain, seperti propofol, terutama selama fase induksi anestesi. Stabilitas tekanan darah yang dihasilkan midazolam sangat penting bagi pasien hipertensi, yang rentan mengalami peningkatan variabilitas tekanan darah (BPV) dan IOH, kondisi yang dapat meningkatkan risiko komplikasi serius pascaoperasi seperti cedera ginjal akut (AKI). Namun demikian, masih terdapat kesenjangan bukti karena sebagian besar penelitian belum mengevaluasi secara komprehensif efek infus midazolam terhadap BPV pada pasien dewasa dengan hipertensi menggunakan parameter statistik yang memadai.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Afghaniyan, P., Farhadian, M., Tarbiat, M., Bakhshaei, M. H., & Salimbahrami, S. A. (2024). Comparing the hemodynamic effects of midazolam, etomidate, and propofol following anesthesia induction in coronary artery bypass graft surgery: A double-blind randomized clinical trial. *Tehran Heart Center Journal*, 19(?),
- Lee, K., Choi, S. H., Kim, S., Kim, H. D., Oh, H., & Kim, S. H. (2024). Comparison of remimazolam and midazolam for preventing intraoperative nausea and vomiting during cesarean section under spinal anesthesia: a randomized controlled trial. *Korean Journal of Anesthesiology*, 77(6), 587–595. <https://doi.org/10.4097/kja.24311>
- Linassi, F., Zanatta, P., Kreuzer, M., Ciavattini, E., Rizzetto, C., & Carron, M. (2025). Evaluating Midazolam's Influence on Bispectral Index and Propofol Concentrations Using Schnider and Eleveld Models in Target-Controlled Infusion General Anesthesia: A Prospective Observational Study. *Life*, 15(2), 219. <https://doi.org/10.3390/life15020219>
- Mihalj, M., Karlović, Z., Vladić-Spaić, D., Matić, B., Mikulić, I., Mikulić, V., & Golubović, V. (2022). Effects of midazolam co-induction to general anesthesia: A randomized clinical trial. *Medicine*, 101(45), e31400.
- Shintani, R., Ichinomiya, T., Tashiro, K., Miyazaki, Y., Tanaka, T., Kaneko, S., Iwasaki, N., Sekino, M., Maekawa, T., & Hara, T. (2024). Comparison of Hemodynamic Effects of Remimazolam and Midazolam During Anesthesia Induction in Patients Undergoing

- Cardiovascular Surgery: A Single-Center Retrospective and Exploratory Study. *Cureus*, 16(10), e72032. <https://doi.org/10.7759/cureus.72032>
- Sundar, S., Jahagirdar, S. M., Kumar, V. R. H., & Krishnaveni, N. ([n.d.]). A comparative randomized clinical trial to assess the efficacy between dexmedetomidine and midazolam infusions for procedural sedation during septoplasty.
- Tang, Y., Li, B., Ouyang, W., Jiang, G., Tang, H., & Liu, X. (2023). Intraoperative Hypertension Is Associated with Postoperative Acute Kidney Injury after Laparoscopic Surgery. *Journal of Personalized Medicine*, 13(3), 541. <https://doi.org/10.3390/jpm13030541>
- Xiao, R., Luo, M., Yu, H., Zhang, Y., Long, F., Li, W., & Zhou, R. (2025). Relationship between intraoperative blood pressure variability and postoperative acute kidney injury in pediatric cardiac surgery. *Pediatric Nephrology*, 40(?), 2071–2081. <https://doi.org/10.1007/s00467-025-06659-8>
- Yang, W. J., Geng, Z. L., Gao, Y. Y., Cui, C. Y., Chen, Z. Z., Tian, Z. W., Guo, X. L., Zhang, Y. N., Wang, L., Huo, R., Ma, C. W., & Niu, J. (2025). Comparative study of the efficacy and safety of remimazolam and midazolam for general anesthesia in elderly patients: a randomized controlled trial. *Perioperative Medicine*, 14(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s13741-025-00525-9>
- Zangoue, M., Sharafi, S., Yazdi, A. S., & Tolyat, M. (2025). Comparison of the effects of melatonin and midazolam on hemodynamic status in patients candidate for cataract surgery: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Surgery and Trauma*, 13(3), 96–102. <https://doi.org/10.61882/jsurgtrauma.13.3.96>