

## Tinjauan Pustaka

# Efektivitas Klinis Embolisasi Preoperatif terhadap Luaran Pembedahan Meningioma

Farkhan Setiawan<sup>1</sup>, Tranggono Yudo Utomo<sup>2</sup>, Aditya Anandito Putra<sup>3</sup><sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta<sup>2</sup>Departemen Ilmu Saraf, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta<sup>3</sup>Departemen Ilmu Bedah Saraf, RSUD dr. Chasbullah Abdulmajid, BekasiKorespondensi: [astrathera@gmail.com](mailto:astrathera@gmail.com)

## Abstrak

**Pendahuluan:** Meningioma merupakan tumor primer intrakranial yang paling sering ditemui, bersifat ekstra-aksial, dan berasal dari arachnoid cap cell yang menempel pada duramater. Pada tumor yang tumbuh membesar dan menimbulkan gejala, terapi pembedahan menjadi pilihan utama. Embolisasi preoperatif merupakan pilihan terapi tambahan pada pasien meningioma yang bertujuan melakukan devaskularisasi lesi atau mengurangi aliran darah tumor melalui eliminasi satu atau lebih arteri pemasok nutrisi tumor.

**Metode:** Tinjauan pustaka dilakukan berdasarkan *issue*, metodologi, persamaan, dan proposal penelitian lanjutan. Pencarian literatur dilakukan pada basis data *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar* dengan rentang publikasi 2018 hingga 2025. Dari delapan penelitian yang digunakan, metode yang diterapkan meliputi analisis deskriptif serta pengumpulan data secara retrospektif selama periode penelitian.

**Pembahasan:** Berdasarkan delapan penelitian, embolisasi preoperatif meningioma bertujuan menurunkan vaskularisasi tumor. Pada sebagian besar studi tidak ditemukan perbedaan bermakna dalam komplikasi, *recurrence-free survival*, perkiraan kehilangan darah, waktu pembedahan, serta volume transfusi darah antara kelompok embolisasi dan nonembolisasi. Namun, beberapa studi terkini menunjukkan adanya manfaat pada *subgroup* tertentu seperti meningioma berukuran besar dan meningioma basis kranii.

**Simpulan:** Embolisasi preoperatif tidak selalu memberikan hasil yang menguntungkan secara bermakna. Embolisasi preoperatif lebih direkomendasikan pada pasien dengan kondisi komorbid, meningioma berukuran besar, serta indeks keparahan penyakit yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** Devaskularisasi, Embolisasi, Meningioma

# Clinical Effectiveness of Preoperative Embolization on Surgical Outcomes of Meningioma

## Abstract

**Introduction:** Meningioma is the most common primary intracranial tumor, extra-axial, and originates from arachnoid cap cells attached to the dura mater. Tumors that grow significantly and become symptomatic can undergo surgical therapy. Preoperative embolization is an additional treatment option for meningioma patients, aimed at devascularizing the lesion or reducing tumor blood flow through the elimination of one or more arteries supplying tumor nutrients.

**Method:** A literature review was conducted based on issues, methodologies, similarities, and further research proposals. Literature searches were performed on PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases with publication dates ranging from 2018 to 2025. Of the eight studies used, the methods applied included descriptive analysis and retrospective data collection during the study period.

**Discussion:** Based on eight studies, preoperative embolization of meningiomas aims to reduce tumor vascularization. Most studies showed no significant differences in complications, recurrence-free survival, estimated blood loss, surgical time, or blood transfusion volume between embolization and nonembolization groups. However, several recent studies have demonstrated benefits in specific subgroups such as large meningiomas and skull base meningiomas.

**Conclusion:** Preoperative embolization does not always produce significantly favorable results. Preoperative embolization is recommended in patients with comorbid conditions, large meningiomas, and a higher disease severity index.

**Keywords:** Devascularization, Meningioma, Embolization

## 1. PENDAHULUAN

Meningioma merupakan tumor primer intrakranial yang paling sering ditemui, bersifat ekstra-aksial, dan berasal dari *arachnoid cap cell* yang menempel pada duramater.<sup>1</sup> Tumor ini memiliki tingkat kejadian tertinggi, yaitu 37,6%, di antara seluruh tumor

primer intrakranial dan sistem saraf pusat, dengan insidensi di Indonesia diperkirakan 98 per 100.000 orang dan rasio perempuan terhadap laki-laki 2 berbanding 1.<sup>1,4</sup> Penyebab molekuler meningioma berkaitan dengan delesi kromosom dan mutasi gen, dengan hilangnya kromosom 22q yang

berhubungan dengan mutasi gen *neurofibromatosis type 2* (NF2) pada 40 hingga 60% kasus sporadik.<sup>1,12,13</sup> Berdasarkan klasifikasi *World Health Organization* (WHO), meningioma dibagi menjadi *grade I* (jinak), *grade II* (atipikal), dan *grade III* (anaplastik) berdasarkan tingkat mitotik dan invasi ke otak.<sup>1,3</sup> Meningioma berukuran kecil dengan diameter kurang dari 3 cm umumnya asimtomatik, sedangkan tumor yang lebih besar dapat menimbulkan nyeri kepala, defisit saraf kranial fokal, kejang, serta kelemahan ekstremitas yang memerlukan terapi pembedahan.<sup>3,14</sup>

Terapi meningioma bersifat individual dan ditentukan berdasarkan gejala, lokasi tumor, gambaran vaskular, pengalaman pembedah, serta kemungkinan reseksi.<sup>1</sup> Embolisasi preoperatif menjadi pilihan terapi tambahan yang bertujuan melakukan devaskularisasi lesi atau mengurangi aliran darah tumor melalui eliminasi satu atau lebih arteri pemasok nutrisi, sehingga mengakibatkan nekrosis tumor serta memfasilitasi reseksi melalui pelunakan massa tumor.<sup>1,5,6</sup> Potensi keuntungannya meliputi pengurangan durasi operasi, pengurangan kehilangan darah intraoperatif, pengurangan kebutuhan transfusi, serta peningkatan pencapaian reseksi

yang lebih lengkap.<sup>5,6</sup> Namun, prosedur ini juga berisiko menimbulkan komplikasi berupa diseksi pembuluh darah besar, oklusi arteri atau vena yang tidak disengaja, serta infark iskemik maupun hemoragik.<sup>5</sup> Utilitas embolisasi preoperatif masih menjadi perdebatan sehingga tinjauan pustaka ini bertujuan mengevaluasi efektivitas klinisnya terhadap luaran pembedahan meningioma.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian sekunder dengan jenis tinjauan pustaka. Pencarian jurnal dilakukan pada basis data *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu “embolisasi meningioma”, “*embolization meningioma*”, dan “*pre-operative embolization meningioma*” dengan rentang publikasi diperluas menjadi delapan tahun, yaitu dari tahun 2018 hingga tahun 2025.

Kriteria inklusi pada penelitian ini meliputi publikasi pada periode 2018 hingga 2025, penelitian mengenai embolisasi preoperatif pada pasien meningioma, serta tersedia dalam *full text*. Setiap pertanyaan penelitian telah mengikuti kerangka PICOT, yaitu P sebagai *problem/pasien/populasi*, I atau E sebagai

implementasi/intervensi/*exposure*, C sebagai *control*/intervensi pembanding, O sebagai *outcome*, dan T sebagai *time*. Penulis mengambil seluruh desain penelitian yang digunakan dalam mengidentifikasi embolisasi preoperatif pada pasien meningioma.

### 3. PEMBAHASAN

#### a) Tinjauan Umum Meningioma dan Embolisasi Preoperatif

Karakteristik meningioma umumnya jinak, dapat tumbuh lambat menjadi besar, dan cenderung menyebabkan hiperostosis, infiltrasi, ataupun erosi tulang.<sup>1,2</sup> Penyebab molekuler meningioma berkaitan dengan delesi kromosom dan mutasi gen. Perubahan genetik yang paling sering ditemukan adalah hilangnya kromosom 22q yang berhubungan dengan mutasi gen *neurofibromatosis type 2* (NF2) pada 40 hingga 60% kasus meningioma sporadik.<sup>1,12,13</sup> Mutasi lain yang teridentifikasi pada meningioma non-NF2 meliputi TRAF7, KLF4, AKT1, SMO, PIK3CA, dan POLR2A, dengan distribusi yang bervariasi berdasarkan lokasi anatomis.<sup>12,13</sup> Faktor risiko lain meliputi paparan radioterapi dosis tinggi, faktor hormonal, riwayat cedera kepala, tumor ganas payudara, serta riwayat keluarga.<sup>1</sup>

Berdasarkan klasifikasi *World Health Organization* (WHO), meningioma dibagi menjadi tiga *grade*. Meningioma *grade I* (jinak) memiliki tingkat mitotik kurang dari 4 per sepuluh *high-power fields* (HPF), tanpa invasi ke otak, dan mencakup sembilan sub tipe. Meningioma *grade II* (atipikal) memiliki tingkat mitotik 4 hingga 19 per HPF atau menunjukkan invasi ke otak. Meningioma *grade III* (anaplastik) memiliki tingkat mitotik lebih dari 20 per HPF atau histologi khas seperti *papillary* atau *rhabdoid meningioma*.<sup>1,3</sup>

Gejala dan tanda meningioma dapat asimtomatik, terutama pada meningioma daerah *midline*, *silent area*, tumor dengan pertumbuhan lambat, serta tumor berukuran kecil dengan diameter kurang dari 3 cm.<sup>3,14</sup> Bila meningioma menimbulkan peningkatan tekanan intrakranial, dapat muncul gejala berupa nyeri kepala (33,3 hingga 36,7%), defisit saraf kranial fokal (28,8 hingga 31,3%), kejang (16,9 hingga 24,6%), perubahan kognitif (14,4%), serta kelemahan ekstremitas (11,1%).<sup>14</sup> Penegakan diagnosis meningioma dapat dilakukan dengan *brain imaging* menggunakan CT-scan dan MRI. Meningioma tampak sebagai tumor soliter yang menempel pada duramater serta menyangat kuat dengan pemberian kontras (*contrast enhanced*).<sup>1</sup>

Embolisasi preoperatif dilakukan melalui mikrokaterisasi selektif pada arteri pemasok tumor yang umumnya berasal dari cabang arteri karotis eksterna, seperti arteri *meningeal media*, arteri *accessory meningeal*, arteri *ascending pharyngeal*, atau arteri *occipital*.<sup>5</sup> Material embolisasi meliputi agen *particulate* seperti partikel PVA (*polyvinyl acetate*), *trisacryl gelatin microspheres*, dan *cellulose beads*, serta agen *liquid* seperti *n-butyl cyanoacrylate* (NBCA), *ethylene vinyl alcohol copolymer* (Onyx), dan *fibrin glue*.<sup>1</sup> Namun, komplikasi yang dapat timbul dari embolisasi meliputi diseksi pembuluh darah besar, fraktur mikrokater, oklusi arteri dan vena yang tidak disengaja, serta infark iskemik maupun hemoragik. Embolisasi juga dapat menyebabkan perubahan histopatologi tumor berupa nekrosis dan iskemia yang dapat menyulitkan pemeriksaan histologis karena tumor menyerupai *grade* yang lebih tinggi.<sup>5</sup>

#### **b) Langkah Penelitian atau Metode Penelitian yang Digunakan**

Tinjauan pustaka dilakukan berdasarkan issue, metodologi, persamaan, dan proposal penelitian lanjutan. Dari delapan penelitian yang digunakan, metode yang diterapkan meliputi analisis deskriptif, studi kohort retrospektif, propensity-matched analysis, serta

tinjauan sistematis dengan meta-analisis selama periode penelitian.

#### **c) Analisis Terhadap Persamaan dan Perbedaan dari Setiap Penelitian**

Penelitian oleh Yin, *et al.*<sup>7</sup> tahun 2022 mengenai hasil klinis dan komplikasi embolisasi preoperatif untuk tumorektomi *giant meningioma* intrakranial melibatkan 333 kasus meningioma, dengan 66 pasien yang menjalani embolisasi preoperatif. Waktu pembedahan pada kelompok embolisasi adalah 203,50 menit, sedangkan pada kelompok nonembolisasi 300 menit ( $p = 0,35$ ). Tidak ditemukan perbedaan bermakna pada tingkat reseksi total antara kedua kelompok. Perkiraan kehilangan darah pada kelompok embolisasi mencapai 600 mL, sedangkan pada kelompok nonembolisasi sebesar 500 mL ( $p = 0,31$ ). Tidak terdapat perbedaan bermakna dalam penurunan hemoglobin perioperatif antara kedua kelompok ( $p = 0,09$ ). Sebanyak 35 pasien (53,03%) pada kelompok embolisasi dan 28 pasien (42,42%) pada kelompok nonembolisasi menerima transfusi darah selama operasi ( $p = 0,35$ ). Tidak terdapat perbedaan bermakna pada volume transfusi darah antara kedua kelompok ( $p = 0,63$ ).

Pada kelompok embolisasi, dua pasien (3,03%) mengalami hematoma intrakranial pascaoperasi, sedangkan pada kelompok nonembolisasi sebanyak

tiga pasien (4,54%). Komplikasi infark hemisfer, edema serebri, dan hemiplegia kronis pascaoperasi ditemukan pada dua pasien (3,03%) kelompok embolisasi dan empat pasien (6,06%) kelompok nonembolisasi. Herniasi otak akibat hematoma pascaoperasi terjadi pada kelompok tanpa embolisasi. Pengukuran hasil fungsional pascaoperasi dengan skor *modified Rankin Scale* (mRS) menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna antara kedua kelompok ( $p = 0,167$ ). Tingkat fungsional pasien dengan penurunan skor mRS lebih tinggi pada kelompok nonembolisasi (31,81%) dibandingkan kelompok embolisasi (15,15%) ( $p = 0,04$ ). Pasien dengan embolisasi mengalami komplikasi sebesar 21,21%, sedangkan pasien tanpa embolisasi 39,39% ( $p = 0,02$ ). Penelitian ini menunjukkan tingkat komplikasi bedah jangka panjang yang lebih rendah secara bermakna pada pasien meningioma yang menjalani embolisasi preoperatif, meskipun tidak terdapat perbedaan bermakna pada perkiraan kehilangan darah, waktu pembedahan, dan volume transfusi darah.<sup>7</sup>

Pada penelitian oleh Przybylowski, *et al.*<sup>8</sup> tahun 2020 mengenai meningioma intrakranial *grade* I WHO, studi kohort retrospektif melibatkan 753 pasien, yaitu 52 pasien (7%) menjalani embolisasi preoperatif dan 701 pasien (93%) tanpa embolisasi. Estimasi kehilangan darah pada

kelompok embolisasi sebesar  $660,4 \pm 637,1$  mL, sedangkan pada kelompok nonembolisasi  $509,2 \pm 422,0$  mL ( $p = 0,17$ ). Nilai *grade* reseksi Simpson tidak menunjukkan perbedaan bermakna ( $p = 0,15$ ). Simpson *grade* IV ditemukan pada 32,7% kelompok embolisasi dan 25,0% kelompok nonembolisasi ( $p = 0,39$ ). Pada 17 pasien kelompok embolisasi dengan reseksi Simpson *grade* IV, luas eksisi berkisar antara 85% hingga 99%, sedangkan pada 13 pasien kelompok nonembolisasi luas eksisi berkisar antara 90% hingga 97%.

Komplikasi ditemukan pada 11 pasien (21,2%) kelompok embolisasi dan 10 pasien (19,2%) kelompok nonembolisasi ( $p = 0,81$ ). Jumlah total komplikasi endovaskular dan bedah mencapai 14 pasien (26,9%) pada kelompok embolisasi dan 10 pasien (19,2%) pada kelompok nonembolisasi ( $p = 0,35$ ). Perkembangan defisit neurologis baru yang permanen terjadi pada 5,8% pasien embolisasi dan 7,7% pasien nonembolisasi ( $p = 0,70$ ). Skor mRS 0 hingga 2 ditemukan pada 96,0% kelompok embolisasi dan 92,3% kelompok nonembolisasi ( $p = 0,43$ ). Pasien pada kelompok embolisasi (50,0%) lebih mungkin mengalami peningkatan skor mRS dibandingkan kelompok nonembolisasi (28,8%) ( $p = 0,03$ ). Penelitian ini menyimpulkan bahwa embolisasi preoperatif meningioma tidak meningkatkan hasil bedah, tetapi memberikan kemungkinan perbaikan klinis yang lebih besar

dibandingkan pasien tanpa embolisasi.<sup>8</sup>

Penelitian Brandel, *et al.*<sup>9</sup> tahun 2018 membahas dampak embolisasi preoperatif pada hasil reseksi meningioma. Sebanyak 27.008 pasien memenuhi kriteria inklusi, yaitu 633 pasien (2,34%) menjalani embolisasi preoperatif dan 26.375 pasien (97,66%) tidak. Kelompok embolisasi berusia lebih muda, yaitu 55,17 tahun, dibandingkan kelompok nonembolisasi 57,69 tahun ( $p < 0,001$ ). Embolisasi preoperatif dikaitkan dengan peningkatan bermakna pada tingkat hematoma yang mempersulit prosedur operasi (3,6%) dibandingkan kelompok nonembolisasi (1,7%) ( $p < 0,001$ ). Komplikasi infark atau hemoragik lebih banyak ditemukan pada pasien embolisasi (7,6%) dibandingkan nonembolisasi (3,8%) ( $p < 0,001$ ). Pasien embolisasi juga memiliki tingkat anemia atau transfusi pascahemoragik yang lebih tinggi (21,8%) dibandingkan nonembolisasi (11,4%) ( $p < 0,001$ ). Edema serebri ditemukan pada 25,2% pasien embolisasi dan 17,7% pasien nonembolisasi. Penelitian ini merekomendasikan embolisasi preoperatif pada pasien dengan kondisi komorbid dan indeks keparahan penyakit yang lebih tinggi.<sup>9</sup>

Penelitian oleh Akimoto, *et al.*<sup>10</sup> tahun 2023 mengenai embolisasi preoperatif yang dapat memperpanjang waktu rekurensi meningioma melibatkan 186 pasien

meningioma *grade* I WHO yang menjalani pembedahan pada Januari 2010 hingga Desember 2020, yaitu 71 pasien (38,2%) menjalani embolisasi preoperatif. Kehilangan darah intraoperatif lebih rendah secara bermakna pada kelompok embolisasi ( $178 \pm 203$  mL) dibandingkan nonembolisasi ( $221 \pm 165$  mL) ( $p = 0,009$ ). Durasi operasi juga lebih singkat ( $5,6 \pm 2,0$  jam) pada kelompok embolisasi dibandingkan nonembolisasi ( $6,8 \pm 2,8$  jam) ( $p = 0,036$ ). Simpson *grade* IV ditemukan pada 14 kasus (33,3%) kelompok embolisasi dan 12 kasus (28,6%) kelompok nonembolisasi, tanpa perbedaan bermakna ( $p = 0,185$ ). Komplikasi bedah tidak berbeda bermakna antara kedua kelompok ( $p = 0,746$ ). Rata-rata *recurrence-free survival* (RFS) pada kelompok embolisasi mencapai 49,3 bulan dan 24,2 bulan pada kelompok nonembolisasi. Embolisasi preoperatif meningioma tidak meningkatkan derajat Simpson atau hasil akhir fungsional, tetapi memperpanjang RFS tanpa meningkatkan komplikasi.<sup>10</sup>

Penelitian oleh Wirsching, *et al.*<sup>11</sup> tahun 2018 menganalisis komplikasi kardiovaskular dan waktu rekurensi meningioma pada pasien dengan atau tanpa embolisasi preoperatif. Penelitian dilakukan pada 741 pasien, dengan embolisasi preoperatif pada 337 pasien (42%). Kejadian kardiovaskular pascaoperasi sebagian besar terdiri atas trombosis vena dalam ( $n = 39$ ) dan emboli paru ( $n = 64$ ). Pada

analisis multivariat, efek samping kardiovaskular pascaoperasi berhubungan dengan embolisasi (OR 2,38; IK 95% 1,37 hingga 4,00) dan dengan jenis kelamin perempuan (OR 2,18; IK 95% 1,17 hingga 4,08). Rata-rata RFS pada pasien embolisasi dengan meningioma *grade* II atau III WHO adalah 4,3 tahun dibandingkan 7,0 tahun pada pasien nonembolisasi ( $p = 0,029$ ). Pada pasien dengan meningioma subtype metilasi gen *intermediate* atau malignan, median RFS mencapai 2,0 tahun pada kelompok embolisasi dan 8,2 tahun pada kelompok nonembolisasi ( $p = 0,005$ ). Penelitian ini menyimpulkan bahwa embolisasi preoperatif meningioma dapat menyebabkan komplikasi kardiovaskular serta berhubungan dengan RFS yang lebih pendek pada subkelompok tertentu.<sup>11</sup>

Meta-analisis *matched cohort* oleh Schartz, *et al.*<sup>15</sup> tahun 2023 mengevaluasi enam studi kohort dengan total 219 pasien embolisasi dan 215 pasien nonembolisasi. Tidak ditemukan perbedaan bermakna pada kehilangan darah intraoperatif ( $p = 0,87$ ). Namun, kelompok embolisasi menunjukkan *odds ratio* komplikasi bedah mayor yang lebih rendah (OR 0,37; IK 95% 0,21 hingga 0,67;  $p = 0,0009$ ) serta tingkat kemandirian fungsional pascaoperasi (mRS 0 hingga 2) yang lebih tinggi (OR 2,3; IK 95% 1,06 hingga 5,02;  $p = 0,04$ ). Meta-analisis ini menyimpulkan bahwa embolisasi preoperatif memfasilitasi penurunan

komplikasi bedah mayor dan perbaikan kemandirian fungsional pada meningioma terpilih.<sup>15</sup>

Penelitian Onyinz, *et al.*<sup>16</sup> tahun 2024 mengevaluasi keamanan dan efektivitas embolisasi preoperatif pada *giant meningioma* intrakranial dibandingkan reseksi bedah tunggal. Studi kohort retrospektif ini menemukan bahwa pasien yang terpilih untuk embolisasi preoperatif umumnya memiliki ukuran tumor yang lebih besar dan lokasi pada basis kranii. Pada populasi dengan seleksi pasien yang tepat, embolisasi preoperatif menunjukkan profil keamanan yang memadai, penurunan waktu operasi, serta pelunakan tumor yang memfasilitasi reseksi. Penelitian ini menegaskan pentingnya seleksi pasien berdasarkan ukuran tumor, lokasi, dan karakteristik vaskular.<sup>16</sup>

Tabel 1. Ringkasan Penelitian mengenai Embolisasi Preoperatif Meningioma

Penulis (Tahun)	Desain dan Sampel	Temuan Utama
Yin, <i>et al.</i> (2022) <sup>7</sup>	Kohort retrospektif <i>matched</i> ; 66 vs 66 pasien <i>giant meningioma</i>	EBL, durasi operasi, volume transfusi tidak berbeda bermakna. Komplikasi total lebih rendah pada kelompok embolisasi (21,21% vs 39,39%; $p = 0,02$ )
Przybylowski, <i>et al.</i> (2020) <sup>8</sup>	Kohort retrospektif; 52 vs 701 pasien meningioma <i>grade I</i> WHO	EBL, derajat Simpson, komplikasi, dan skor mRS akhir tidak berbeda bermakna. Perbaikan skor mRS lebih besar pada kelompok embolisasi (50,0% vs 28,8%; $p = 0,03$ )
Brandel, <i>et al.</i> (2018) <sup>9</sup>	Analisis <i>database</i> nasional; 633 vs 26.375 pasien	Hematoma perioperatif, infark/hemoragik, anemia pascahemoragik, dan edema serebri lebih tinggi pada kelompok embolisasi ( $p < 0,001$ )
Akimoto, <i>et al.</i> (2023) <sup>10</sup>	Kohort retrospektif <i>propensity-matched</i> ; 71 vs 115 pasien meningioma <i>grade I</i> WHO	EBL lebih rendah ( $p = 0,009$ ) dan durasi operasi lebih singkat ( $p = 0,036$ ) pada kelompok embolisasi. Rerata RFS lebih panjang (49,3 vs 24,2 bulan)
Wirsching, <i>et al.</i> (2018) <sup>11</sup>	Kohort retrospektif; 337 vs 404 pasien	Efek samping kardiovaskular pascaoperasi berhubungan dengan embolisasi (OR 2,38; IK 95% 1,37 hingga 4,00). RFS lebih pendek pada meningioma <i>grade II/III</i> ( $p = 0,029$ )
Schartz, <i>et al.</i> (2023) <sup>15</sup>	Meta-analisis 6 studi <i>matched cohort</i> ; 219 vs 215 pasien	EBL tidak berbeda bermakna. Komplikasi bedah mayor lebih rendah (OR 0,37; IK 95% 0,21 hingga 0,67) dan kemandirian fungsional lebih tinggi (OR 2,3; IK 95% 1,06 hingga 5,02)
Onyinz, <i>et al.</i> (2024) <sup>16</sup>	Kohort retrospektif <i>giant meningioma</i> ; embolisasi vs reseksi tunggal	Profil keamanan memadai pada pasien terpilih; penurunan waktu operasi dan pelunakan tumor memfasilitasi reseksi pada meningioma basis kranii berukuran besar
Riaz, <i>et al.</i> (2025) <sup>17</sup>	Tinjauan sistematis dan meta-analisis 13 studi nonrandomisasi (2017 hingga 2025)	Komplikasi keseluruhan lebih rendah pada kelompok embolisasi (OR 0,68; IK 95% 0,53 hingga 0,88). EBL, waktu operasi, dan reseksi total menunjukkan heterogenitas tinggi

EBL = *estimated blood loss*; mRS = *modified Rankin Scale*; RFS = *recurrence-free survival*; OR = *odds ratio*; IK = interval kepercayaan.

Tinjauan sistematis dan meta-analisis terbaru oleh Riaz, *et al.*<sup>17</sup> tahun 2025 yang mencakup 13 studi nonrandomisasi berbahasa Inggris dari tahun 2017 hingga 2025 memberikan bukti terkini yang paling komprehensif. Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa embolisasi preoperatif secara bermakna menurunkan komplikasi keseluruhan (OR 0,68; IK 95% 0,53 hingga 0,88). Namun, hasil untuk kehilangan darah intraoperatif, waktu operasi,

dan tingkat reseksi total menunjukkan heterogenitas tinggi, sehingga efek pastinya masih bergantung pada karakteristik tumor dan seleksi pasien. Studi ini memperkuat pandangan bahwa manfaat embolisasi preoperatif bersifat *subgroup specific*.<sup>17</sup>

#### e) Sintesis Temuan dan Arah Simpulan

Berdasarkan Tabel 1, terdapat heterogenitas arah simpulan antarpelitian. Studi berbasis

*database* dengan ukuran sampel sangat besar, seperti Brandel, *et al.*, cenderung menunjukkan peningkatan komplikasi perioperatif pada kelompok embolisasi, kemungkinan akibat *selection bias* karena pasien yang diembolisasi biasanya memiliki tumor yang lebih besar dan lebih kompleks. Sebaliknya, studi kohort *propensity-matched* seperti Akimoto, *et al.* dan meta-analisis Schartz, *et al.* yang mengontrol faktor perancu menunjukkan manfaat embolisasi preoperatif, khususnya pada penurunan kehilangan darah intraoperatif, pemendekan durasi operasi, perpanjangan *recurrence-free survival*, serta penurunan komplikasi bedah mayor dan peningkatan kemandirian fungsional pascaoperasi. Tinjauan sistematis dan meta-analisis terbaru oleh Riaz, *et al.* tahun 2025 memperkuat simpulan ini dengan menunjukkan penurunan komplikasi keseluruhan yang bermakna (OR 0,68; IK 95% 0,53 hingga 0,88), namun dengan heterogenitas tinggi pada luaran lain.

Secara keseluruhan, arah temuan mengerucut pada simpulan bahwa embolisasi preoperatif meningioma tidak seragam menguntungkan untuk seluruh pasien. Manfaat terbesar diperoleh pada pasien terpilih, yaitu meningioma berukuran besar, meningioma basis kranii dengan suplai vaskular yang mudah diakses, serta pasien dengan komorbid yang memerlukan minimalisasi perdarahan

intraoperatif. Pada meningioma kecil atau meningioma konveksitas dengan akses langsung terhadap arteri pemasok, manfaat tambahan embolisasi preoperatif relatif kecil dibandingkan risiko prosedur. Oleh karena itu, pendekatan individual berdasarkan ukuran tumor, lokasi, pola vaskular pada angiografi, dan kondisi komorbid pasien menjadi kunci keberhasilan terapi.

#### 4. KESIMPULAN

Meningioma merupakan tumor primer intrakranial yang paling sering ditemui, bersifat ekstra-aksial, dan berasal dari *arachnoid cap cell* yang menempel pada duramater. Terapi pada pasien meningioma bersifat individual dengan pemilihan terapi berdasarkan gejala yang muncul, lokasi meningioma, gambaran tumor terhadap pembuluh darah, pengalaman pembedah, dan kemungkinan reseksi. Embolisasi preoperatif menjadi pilihan terapi tambahan yang bertujuan melakukan devaskularisasi lesi atau mengurangi aliran darah tumor. Berdasarkan kedelapan penelitian yang ditinjau, efektivitas klinis embolisasi preoperatif bersifat *subgroup specific*. Embolisasi preoperatif lebih direkomendasikan pada pasien dengan kondisi komorbid, meningioma berukuran besar, meningioma basis kranii dengan akses vaskular yang memadai, serta indeks keparahan penyakit yang lebih tinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/397/2020 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tumor Otak. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2020.
2. *American Brain Tumor Association. Meningioma.* Chicago: American Brain Tumor Association; 2017.
3. Departemen Ilmu Bedah Saraf Universitas Airlangga. Panduan Nasional Praktek Klinis Ilmu Bedah Saraf 2016. Surabaya: Universitas Airlangga; 2016.
4. Goldbrunner R, Stavrinou P, Jenkinson MD, Kaley T, Lefranc F, Lund-Johansen M, *et al.* EANO guideline on the diagnosis and management of meningiomas. *Neuro-Oncology.* 2021;23(11):1821–34.
5. Raper DMS, Starke RM, Henderson F, Ding D, Simon S, Evans AJ, *et al.* Preoperative embolization of intracranial meningiomas: efficacy, technical considerations, and complications. *American Journal of Neuroradiology.* 2014;35(9):1798–804.
6. Dubel GJ, Ahn SH, Soares GM. Contemporary endovascular embolotherapy for meningioma. *Seminars in Interventional Radiology.* 2013;30(3):263–77.
7. Yin Y, Li Y, Jiang Z, Zhang C, Ge H, Chen Z, *et al.* Clinical outcomes and complications of preoperative embolization for intracranial giant meningioma tumorectomy: a retrospective, observational, matched cohort study. *Frontiers in Oncology.* 2022;12:852327.
8. Przybylowski CJ, Zhao X, Baranoski JF, Dalal S, Cole TS, Catapano JS, *et al.* Preoperative embolization versus no embolization for WHO grade I intracranial meningioma: a retrospective matched cohort study. *Journal of Neurosurgery.* 2021;134(3):693–700.
9. Brandel MG, Rennert RC, Wali AR, Santiago-Dieppa DR, Steinberg JA, Murphy JD, *et al.* Impact of preoperative endovascular embolization on immediate meningioma resection outcomes. *Neurosurgical Focus.* 2018;44(4):E6.
10. Akimoto T, Ohtake M, Miyake S, Kawasaki T, Ueda R, Shimohigoshi W, *et al.* Preoperative tumor embolization prolongs time to recurrence of meningiomas: a retrospective propensity-matched analysis. *Journal of NeuroInterventional Surgery.* 2023;15(11):1089–94.
11. Wirsching HG, Richter JK, Sahm F, Morel C, Krayenbuehl N, Rushing EJ, *et al.* Post-operative cardiovascular complications and time to recurrence in meningioma patients treated with versus without pre-operative

- embolization: a retrospective cohort study of 741 patients. *Journal of Neuro-Oncology*. 2018;140(3):659–67.
12. Suppiah S, Nassiri F, Bi WL, Dunn IF, Hanemann CO, Horbinski CM, *et al*. Molecular and translational advances in meningiomas. *Neuro-Oncology*. 2019;21(Suppl 1):i4–17.
  13. Huntoon K, Toland AMS, Dahiya S. Meningioma: a review of clinicopathological and molecular aspects. *Frontiers in Oncology*. 2020;10:579599.
  14. Ogasawara C, Philbrick BD, Adamson DC. Meningioma: a review of epidemiology, pathology, diagnosis, treatment, and future directions. *Biomedicines*. 2021;9(3):319.
  15. Scharz D, Furst T, Ellens N, Kohli GS, Rahmani R, Akkipeddi SMK, *et al*. Preoperative embolization of meningiomas facilitates reduced surgical complications and improved clinical outcomes: a meta-analysis of matched cohort studies. *Clinical Neuroradiology*. 2023;33(3):755–62.
  16. Onyinzo C, Berlis A, Abel M, Kudernatsch M, Maurer C. Safety and efficacy of preoperative embolization in giant intracranial meningiomas compared with resection surgery alone. *Archives of Neuroscience*. 2024;11(1):e142629.
  17. Riaz I, Grassia F, Shah HK, Hassan MA, Khan CF, Sameen DE, *et al*. Preoperative embolization in intracranial meningioma surgery: an updated systematic review and meta-analysis. *Surgical Neurology International*. 2026;17:170.