

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke iskemik adalah salah satu tantangan kesehatan global yang sangat signifikan, karena berkontribusi besar terhadap meningkatnya angka kecacatan dan kematian di berbagai belahan dunia. Keadaan ini muncul karena terjadinya sumbatan pada aliran darah menuju otak, sehingga suplai oksigen berkurang dan akhirnya menimbulkan kerusakan pada jaringan sel otak. Menurut laporan terbaru World Stroke Organization pada tahun 2022, setiap tahun tercatat lebih dari 7,6 juta kasus baru stroke iskemik di seluruh dunia, dengan angka tersebut mewakili lebih dari 62% dari keseluruhan kejadian stroke. Angka ini menegaskan dominansi stroke iskemik sebagai subtype stroke yang paling sering terjadi.

World Health Organization (WHO) mendefinisikan stroke sebagai manifestasi klinis akibat gangguan fungsi otak, baik lokal maupun menyeluruh, yang muncul secara mendadak, menetap lebih dari 24 jam, atau bahkan dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan faktor jenis kelamin, pria memiliki kecenderungan lebih tinggi mengalami stroke dibandingkan wanita, meskipun pada usia lanjut insidensi stroke lebih banyak ditemukan pada perempuan.

Berdasarkan hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, prevalensi stroke di Provinsi Sulawesi Selatan tercatat sebesar 7,9 per 1.000 penduduk, atau setara dengan sekitar 0,79% dari populasi. Data ini memberikan gambaran yang cukup representatif mengenai beban penyakit stroke di tengah masyarakat. Di Indonesia, stroke masih menempati posisi sebagai salah satu penyebab terbesar terjadinya kecacatan maupun kematian pada masyarakat.

Meskipun fokus utama dalam penanganan stroke iskemik seringkali tertuju pada sistem arteri yang membawa darah ke otak, sistem vena serebral yang berperan dalam mengalirkan darah kembali dari otak juga memiliki peran penting. Gangguan pada drainase vena, seperti trombosis vena serebral (CVT), dapat memperparah iskemia atau bahkan menjadi penyebab langsung stroke (Ghoneim *et al.*, 2020). Pemahaman mendalam tentang anatomi normal dan variasi pola vena serebral merupakan prasyarat untuk mengidentifikasi keadaan patologi. Oleh karena itu, memahami karakteristik aliran dan struktur vena serebral pada pasien stroke iskemik dapat memberikan wawasan tambahan yang berharga bagi diagnosis, prognosis, dan potensi strategi terapi, sebuah aspek yang masih sering terabaikan dalam pencitraan neurovaskular (Freeman *et al.*, 2019).

Digital Subtraction Angiography (DSA) menjadi cara yang efektif untuk memvisualisasikan sistem kardiovaskular setelah injeksi bahan kontras intravena. Prosedur ini menawarkan pencitraan berkualitas tinggi untuk berbagai pembuluh darah, termasuk ventrikel kiri, aorta toraks dan cabangnya, arteri karotis, aorta abdomen dan cabangnya, pembuluh ekstremitas bawah, serta pembuluh intraserebral (Shaban *et al.*, 2022a). Pencitraan otak berupa *Digital Subtraction Angiography* (DSA), memegang peranan penting dalam evaluasi pasien stroke karena kemampuannya untuk memvisualisasikan pembuluh darah otak dengan sangat detail (Gao *et al.*, 2019). Banyak kemajuan telah dilakukan untuk meningkatkan keamanan penggunaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) serebral, termasuk kontras yang lebih aman, kateter yang lebih kecil, guidewire (hydrophilic guides), dan sistem pengamatan digital yang lebih baik. DSA telah menjadi standar utama untuk memeriksa penderita gangguan serebrovaskular (Subandi *et al.*, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, mengingat tingginya insidensi stroke iskemik, dan pemeriksaan angiografi serebral merupakan pemeriksaan yang dapat mengidentifikasi dan mengevaluasi pembuluh darah pada penderita stroke iskemik, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai karakteristik angiografi pasien stroke iskemik pada pasien yang dirawat di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar periode 2023-2024.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik aliran vena serebral yang tampak pada pemeriksaan angiografi pasien stroke iskemik di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo tahun 2023-2024?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan karakteristik aliran vena serebral yang tampak pada pemeriksaan angiografi pasien stroke iskemik di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo selama tahun 2023-2024.

1.3.2 Tujuan Khusus

Beberapa tujuan khusus yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan angka kejadian pasien stroke iskemik yang melakukan pemeriksaan angiografi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.
2. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan usia pasien stroke iskemik yang melakukan pemeriksaan angiografi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.
3. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan jenis kelamin pasien stroke iskemik yang melakukan pemeriksaan angiografi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.
4. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan komorbid pasien stroke iskemik yang melakukan pemeriksaan angiografi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.
5. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan riwayat konsumsi obat pada pasien stroke iskemik yang melakukan pemeriksaan angiografi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.
6. Untuk mengetahui distribusi karakteristik aliran vena serebral berdasarkan aliran pembuluh darah vena pada pemeriksaan angiografi pasien stroke iskemik di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Klinis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik aliran vena serebral dengan pemeriksaan *digital subtraction angiography* (DSA) pada pasien stroke iskemik di RSUP Wahidin Sudirohusodo tahun 2023-2024.

1.4.2 Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pengetahuan dan wawasan karakteristik aliran vena serebral dengan pemeriksaan *digital subtraction angiography* (DSA) pada pasien stroke iskemik di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo tahun 2023-2024.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stroke Iskemik

2.1.1 Definisi

Stroke iskemik merupakan keadaan ketika terjadi penyumbatan pada pembuluh darah otak, sehingga suplai darah berkurang ke jaringan tertentu. Akibatnya, sel-sel otak mengalami kekurangan oksigen bahkan hingga tidak mendapatkannya sama sekali (Aulyra Familah *et al.*, 2023-2024).

2.1.2 Etiologi

Penyebab utama stroke iskemik adalah proses trombosis atau peristiwa emboli yang menghalangi aliran darah menuju bagian tertentu dari otak. Pada peristiwa trombotik, trombus (bekuan) di dalam pembuluh darah menghentikan aliran darah ke otak, biasanya karena penyakit aterosklerosis, diseksi arteri, displasia fibromuskular, atau kondisi peradangan (Ntaios, 2020).

Trombosis, hipoperfusi, atau fenomena emboli adalah tiga mekanisme utama yang dapat menyebabkan stroke iskemik. Ketika gumpalan bergerak dari sumbernya untuk menyumbat arteri serebral yang lebih distal, maka terjadilah stroke emboli, yang menyebabkan terhentinya perfusi jaringan otak dan iskemia. Sumber emboli dapat berasal dari jantung, aorta, atau arteri dapat berasal dari sumber vena di panggul atau tungkai bawah; mungkin juga berasal dari pirau jantung yang menyebabkan emboli paradoksal atau mungkin berasal dari sumber yang tidak diketahui (Ibrahim and Murr, 2022).

2.1.3 Patofisiologi

Awal terjadinya trombosis, proses penyumbatan yang mencegah aliran darah ke beberapa area otak. Emboli terbentuk ketika bekuan berasal dari thrombus pada arteri di tubuh. Umum dari perdarahan adalah ganglia basal (50%), lobus serebral (10% hingga 20%), talamus (15%), pons dan batang otak (10% hingga 20%), dan otak kecil (10%), hematoma mengganggu neuron dan glia. Hal ini menyebabkan oligaemia, pelepasan neuro-transmitter, disfungsi mitokondria, dan pembengkakan sel. Trombin mengaktifkan mikroglia dan menyebabkan peradangan dan edema.

Stroke iskemik berawal dari berkurangnya suplai darah ke area tertentu di otak. Pada fase awal, terbentuk daerah infark dengan kerusakan inti jaringan yang terjadi hanya dalam beberapa menit. Dalam kasus trombosis, aliran darah terhambat akibat penyempitan pembuluh darah yang disebabkan oleh aterosklerosis. Akumulasi plak dapat mempersempit lumen pembuluh, memicu terbentuknya bekuan yang berujung pada stroke trombotik. Kondisi ini menurunkan perfusi otak, menimbulkan stres berat, serta mengakibatkan kematian sel yang abnormal (nekrosis). Proses nekrosis kemudian disertai dengan kerusakan membran plasma, pembesaran organel, keluarnya isi sel ke ruang ekstraseluler, dan akhirnya hilangnya fungsi neuron (Kuriakose and Xiao, 2020).

2.2 Faktor Risiko

a. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi:

1. Usia

Dengan bertambahnya usia, fungsi sel endotel yang melapisi dinding dalam pembuluh darah cenderung menurun efektivitasnya. Ada kemungkinan bahwa ketersediaan oksida nitrat (NO) berkurang, suatu vasodilator kuat yang membantu mengatur tonus pembuluh darah dan aliran darah serebral, berkurang sebagai akibat dari disfungsi ini. Akibatnya, pembuluh darah cenderung menyempit dan kaku, yang mengakibatkan peningkatan risiko peradangan dan pembentukan thrombus (Liu *et al.*, 2023-2024).

Insiden stroke iskemik meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia. Risiko ini bahkan disebutkan dapat berlipat ganda setiap 10 tahun setelah usia 55 tahun. Sekitar tiga perempat dari semua kasus stroke terjadi pada individu berusia ≥ 65 tahun (Yousufuddin and Young, 2019).

2. Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin menjadi salah satu faktor utama yang berperan dalam memengaruhi kemungkinan terjadinya stroke iskemik. Secara umum, pria lebih sering mengalami stroke iskemik dibandingkan wanita, terutama pada usia muda hingga pertengahan. Hal ini dikaitkan dengan faktor risiko seperti merokok, konsumsi alkohol, hipertensi, dan dislipidemia. Pria juga lebih sering mengalami stroke berulang, yang dikaitkan dengan kebiasaan gaya hidup dan kontrol faktor risiko yang kurang efektif. Di sisi lain, wanita lebih sering mengalami stroke iskemik, terutama pada usia lanjut (lebih dari 75 tahun), sebagai akibat dari penurunan hormon estrogen, yang berfungsi untuk melindungi sistem vaskular. Pada wanita, hipertensi, diabetes mellitus, migrain dengan aura, dan kondisi khusus seperti kehamilan, preeklampsia, dan penggunaan terapi hormon adalah faktor risiko yang lebih dominan. Secara biologis, baik pria maupun wanita memiliki kerentanan yang berbeda terhadap stroke akibat variasi struktur vaskular, pola hemodinamik, dan respons hormonal terhadap inflamasi serta aterosklerosis (Rexrode *et al.*, 2022).

3. Ras

Ras atau etnis menunjukkan bahwa orang-orang dari kelompok ras tertentu, terutama kulit hitam dan hispanik, memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami stroke iskemik dibandingkan dengan orang kulit putih (Simonetto *et al.*, 2023).

4. Genetik

Risiko stroke iskemik meningkat secara signifikan karena faktor genetik. Seseorang yang memiliki riwayat stroke dalam keluarga mereka, terutama pada orang tua atau saudara kandung, memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami stroke dibandingkan dengan individu yang tidak memiliki riwayat tersebut telah menunjukkan bahwa kontribusi genetik terhadap stroke iskemik dapat mencapai sekitar 38–40% (Zhang *et al.*, 2022).

b. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi:

1. Hipertensi

Salah satu penyebab utama risiko stroke, khususnya stroke iskemik, adalah hipertensi. Hipertensi atau tekanan darah tinggi yang berkelanjutan dapat merusak dinding pembuluh darah. Proses yang disebut aterosklerosis sehingga dapat memicu kerusakan pada pembuluh darah, sehingga pembuluh darah menyempit dan mengeras. Akibatnya, aliran darah ke otak terganggu atau bahkan terhenti, menyebabkan stroke iskemik (Saifullah *et al.*, 2024).

2. Diabetes melitus

Diabetes melitus memiliki hubungan yang erat dengan kejadian stroke iskemik karena kadar glukosa yang terus meningkat dalam jangka panjang dapat merusak lapisan dinding pembuluh darah, mempercepat proses aterosklerosis, dan meningkatkan kecenderungan terbentuknya gumpalan darah (Singh *et al.*, 2019).

3. Hiperkolesterolemia

Hiperkolesterolemia dapat meningkatkan risiko terjadinya stroke iskemik yang disebabkan oleh penumpukan LDL pada tubuh yang berlebih sehingga memicu berbagai perubahan metabolik dan gangguan pada sistem pembuluh darah. Selain itu, kadar kolesterol yang tinggi mempercepat proses aterosklerosis. Plak ini dapat mempersempit atau menyumbat arteri yang membawa darah ke otak, sehingga aliran darah berkurang atau terhenti dan memicu terjadinya stroke iskemik (Mitchell *et al.*, 2015).

c. Riwayat Mengonsumsi Obat:

1. Obat Anti-hipertensi

Obat anti-hipertensi merupakan kelompok yang digunakan untuk menurunkan tekanan darah dengan berbagai jenis cara yakni menurunkan volume intravascular, menurunkan

resistensi vascular, menekan sistem saraf, dan hormonal yang dapat meningkatkan tekanan darah dengan tujuan untuk mencegah terjadinya komplikasi dari hipertensi (Oster *et al.*, 2023).

2. Obat Diabetes melitus

Obat diabetes melitus adalah kelompok obat yang digunakan untuk menurunkan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus dengan cara meningkatkan sekresi insulin, meningkatkan sensitivitas insulin, pengurangan produksi glukosa oleh hati, peningkatan ekskresi glukosa melalui ginjal, atau pemberian insulin dari luar tubuh (Chaudhury *et al.*, 2017).

3. Obat Kolesterol

Obat penurun kolesterol adalah obat yang digunakan untuk menurunkan kadar lipoprotein-kolesterol khususnya kolesterol LDL (*Low-Density Lipoprotein*) dan trigliserida serta meningkatkan HDL (*High-Density Lipoprotein*), dengan tujuan mencegah atau mengurangi risiko penyakit vaskular aterosklerosis (Chhetry and Jialal, 2023).

2.3 Manifestasi Klinik Stroke

Menurut (Murphy and Werring, 2020), manifestasi klinik berupa tanda dan gejala umum dari stroke iskemik, yaitu:

1. Kelemahan atau kelumpuhan pada satu sisi tubuh (hemiparesis/hemiplegia)
2. Kesulitan berbicara (afasia, disartria)
3. Gangguan bahasa atau pemahaman (afasia ekspresif atau reseptif)
4. Gangguan penglihatan (penglihatan ganda, hemianopsia)
5. Sensasi abnormal (parestesia), kebas atau berkurangnya sensitivitas

‘Vertigo, kehilangan keseimbangan, dan ataksia

Menurut (Guo *et al.*, 2021), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebral anterior:

1. Kelemahan motorik kontralateral yang lebih menonjol pada tungkai lebih dominan dibandingkan lengan
2. Kurangnya inisiatif/dorongan dalam berpikir, bertindak, berbicara
3. Hilangnya kemampuan dalam menulis (*agraphia*)

Menurut (Gao *et al.*, 2023), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebri media:

1. Kelemahan dalam menggerakkan salah satu sisi tubuh (hemiparesis)
2. Kehilangan kemampuan dalam berbicara (afasia broca) atau memahami (afasia wernicke)
3. Hilangnya setengah lapangan pandang pada kedua mata (hemianopia)

Menurut (Thapa *et al.*, 2023), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri koroidal anterior:

1. Kelemahan dalam menggerakkan salah satu sisi tubuh (hemiparesis)
2. Hilangnya setengah lapangan pandang mata sisi kanan atau sisi kiri pada kedua mata (kontralateral hemianopia)
3. Hilangnya sensasi pada satu sisi tubuh (hemianestesia)

Menurut (Maus *et al.*, 2021), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebral posterior:

1. Kelemahan dalam menggerakkan salah satu sisi tubuh (hemiparesis)
2. Hilangnya setengah lapangan pandang pada kedua mata (hemianopia)

Menurut (Thapliyal *et al.*, 2022), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebelar posterior inferior:

1. Pusing berputar (*vertigo*)
2. Kesulitan menelan (*disfagia*)
3. Gangguan koordinasi dan keseimbangan tubuh (ataksia)
4. Hilangnya sensasi nyeri pada salah satu sisi tubuh (ipilateral)

Menurut (Ahmed *et al.*, 2023a), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebelar superior:

1. Gangguan koordinasi dan keseimbangan satu sisi tubuh (ipilateral)
2. Gangguan dalam berbicara yang jelas (*disartria*)

Menurut (Ahmed *et al.*, 2023b), manifestasi klinik jika terjadi pada arteri serebelar anterior inferior:

1. Pusing berputar (*vertigo*)
2. Mual/muntah (*vomiting*)
3. Gangguan koordinasi dan keseimbangan tubuh (ataksia)
4. Gerakan *involunter* bola mata yang cepat dan berulang

Menurut (Salerno *et al.*, 2021), manifestasi klinik jika terjadi pada sistem vertebrobasilar:

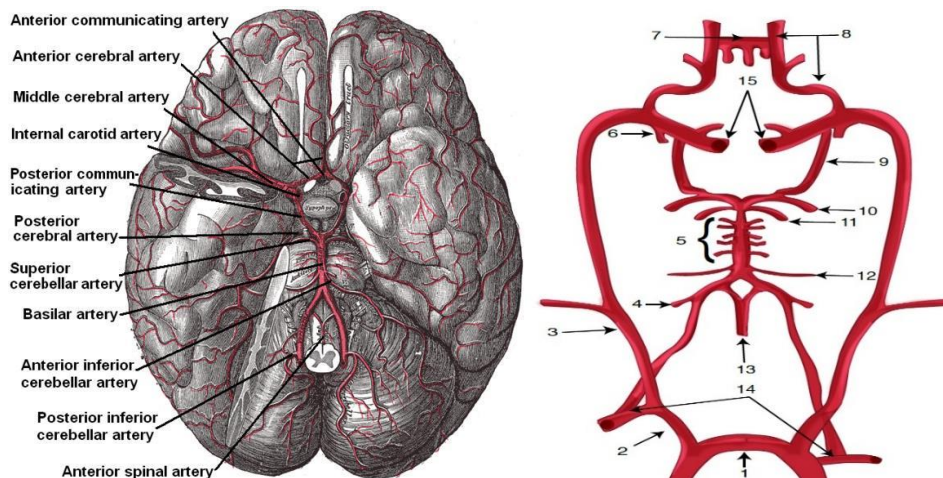
1. Gangguan penglihatan berupa penglihatan ganda (*diplopia*), penurunan kelopak mata (*ptosis*), pupil abnormal
2. Mual/muntah (*vomiting*)
3. Pusing berputar (*vertigo*)
4. Penurunan kesadaran (*stupor*) hingga pingsan (*sinkop*)
5. Kelumpuhan keempat ekstremitas

2.4 Klasifikasi Stroke Iskemik

Menurut Adams and Victor's stroke dibagi atas gambaran klinik, patologi anatomi, sistem pembuluh darah, dan stadiumnya yaitu:

- a. Berdasarkan waktu terjadinya:
 1. *Complete stroke*
 2. *Stroke in evolution* (SIE)
 3. *Reversible ischemic neurological deficit* (RIND)
 4. *Transient ischemic attack* (TIA)
- b. Berdasarkan patologi anatomi penyebab:
 1. Stroke hemoragik:
 - a. Perdarahan subarachnoid
 - b. Perdarahan intraserebral
 2. Stroke iskemik:
 - a. Emboli serebri
 - b. Trombosis serebri
 - c. *Transient ischemic attack* (TIA)
 3. Berdasarkan sistem pembuluh darah:
 - a. Sistem vertebrobasilar
 - b. Sistem karotis

2.5 Anatomi Vaskularisasi Otak



Gambar 1. Anatomi arteri serebri (Yu and Lui, 2022)

2.5.1 Arteri Serebri Anterior

Arteri serebri anterior merupakan salah satu cabang terminal arteri karotis interna yang terbagi dalam lima segmen, yaitu A1 (*pre-communicating*) yang berjalan dari bifurkasi karotis interna menuju arteri komunikans anterior, A2 (*post-communicating/infrakallosal*) yang melintas di bawah genu korpus kallosum, A3 (*perikallosal*) yang melengkung mengitari genu, A4 (*suprakallosal*) yang berjalan di atas badan korpus kallosum, dan A5 (*postkallosal*) yang mendekati splenium korpus kallosum (Morales-Roccuzzo *et al.*, 2023-2024a).

2.5.2 Arteri Serebri Media

Arteri cerebri media merupakan cabang terbesar dari arteri karotis interna dan berperan sebagai pemasok utama darah ke dua pertiga lateral hemisfer serebri. MCA umumnya dibagi menjadi empat segmen, yaitu M1 (*horizontal/sfenoidal*), M2 (*insular*), M3 (*operkular*), dan M4 (*kortikal*). Segmen M1 berjalan secara lateral dari bifurkasi karotis interna menuju fissura Sylvii dan biasanya bercabang menjadi bifurkasi atau trifurkasi utama, yang kemudian berlanjut sebagai M2 di permukaan insula. Dari M2, cabang-cabang menembus operkulum (M3) sebelum menyebar luas di permukaan korteks serebral lateral sebagai M4 (Kashtiara *et al.*, 2024).

2.5.3 Arteri Koroidal Anterior

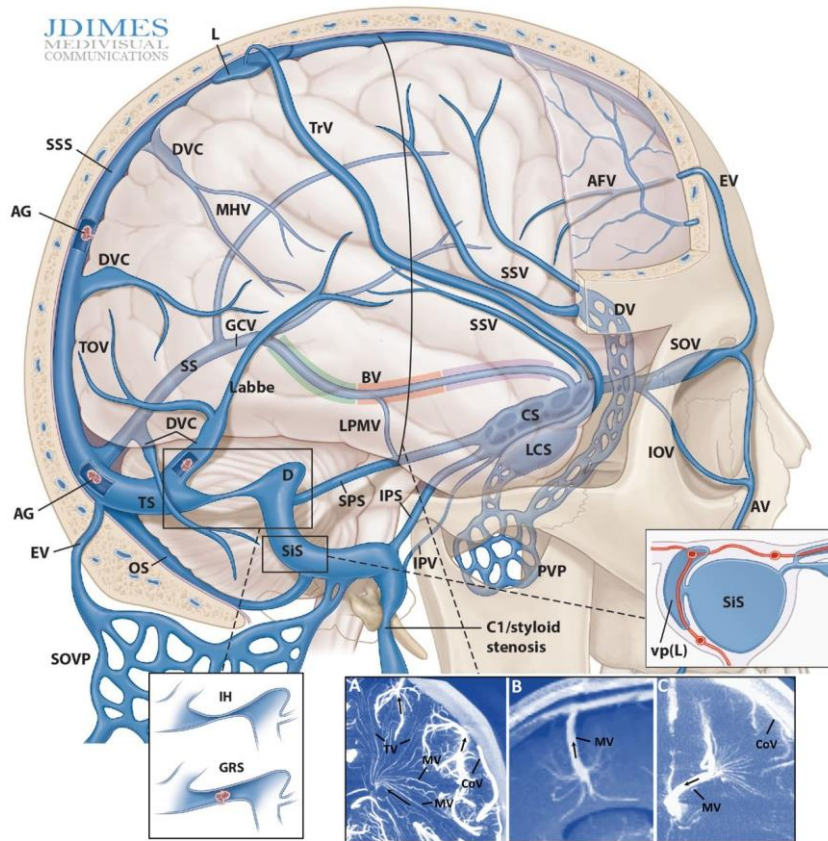
Arteri koroidal anterior merupakan cabang kecil dari arteri karotis interna, dengan ukuran berkisar 5 mm dari asal arteri komunikans posterior dan sebelum bifurkasi terminal, bergerak posterior-medial sepanjang medan optik dan kemudian memasuki ventrikel lateral melalui fissura koroidalia secara anatomis terbagi menjadi segmen cisternal melintas di dekat traktus optikus dan menuju pleksus koroideus, dengan cabang-kecil yang memasok darah pada regio penting seperti kapsula interna posterior, globus pallidus, hipotalamus, talamus khususnya badan genikulat lateral, struktur visual, hippocampus, dan inti merah di mesensefalon (Yu *et al.*, 2018).

2.5.4 Arteri Serebelar Posterior Inferior

Arteri serebelar posterior inferior (PICA) merupakan cabang terbesar dari arteri vertebralis, yang tampak di permukaan postero-lateral arteri vertebralis dengan ukuran sekitar 10 mm di atas foramen magnum, dan berkelok di sekitar medula oblongata berakhir di permukaan suboksipital serebelum sebagai salah satu pemasok darah pada bagian posterior inferior serebelum dan vermis inferior (Ballesteros-Acuña *et al.*, 2022).

2.5.5 Arteri Serebelar Anterior Inferior

Arteri serebelar anterior inferior merupakan cabang lateral dari arteri basilar yang dapat terlihat sekitar permulaan junction pons–medula, menempuh lintasan posterolateral di ventral pons menuju sudut cerebellopontine, lalu menyuplai struktur penting seperti pedunkel serebelar tengah, pons inferolateral, flocculus serebelar, dan permukaan anteroinferior serebelum, serta sering memberikan cabang ke arteri labirin (*internal auditory artery*) yang mendukung koklea dan saraf fasialis/vestibulokoklear (Hou *et al.*, 2020).



Gambar 2. Anatomi vena serebri (Shapiro *et al.*, 2023)

2.5.6 Vena Serebri Superfisial

Vena serebri superfisial merupakan sistem vena di permukaan hemisfer serebri yang mengalirkan darah dari korteks serebral dan substansia alba superfisial menuju sinus dural. Sistem ini memiliki banyak variasi, namun pola utama mencakup *bridging veins* ke sinus sagitalis superior, vena sylvian.

a. Vena serebri superior

Vena serebri superior merupakan pembuluh darah vena di sepanjang falx cerebri yang memiliki fungsi sebagai mengalirkan darah dari berbagai struktur serebral dan juga berperan sebagai saluran drainase darah dari otak (Ye *et al.*, 2024).

b. Vena serebri media superfisial

Vena serebri media superfisial adalah vena utama yang mengalir sepanjang fisura Sylvian, berperan dalam drainase darah dari permukaan lateral hemisfer serebral (Imada *et al.*, 2019).

c. Vena serebri inferior

Vena serebri inferior merupakan salah satu vena utama yang terletak di tepi bawah falx cerebri, berada tepat di atas corpus callosum. Vena ini berfungsi sebagai saluran drainase darah dari bagian medial dan inferior hemisfer serebral, termasuk lobus limbik dan struktur medial lobus temporal. Vena serebri inferior bergabung dengan vena magna cerebri sehingga membentuk sinus lurus yang berlanjut menuju sinus konfluensia (Terada and Ishiguro, 2024).

2.5.7 Vena Serebri Profunda

Vena serebri profunda adalah sistem drainase utama dari struktur dalam otak, terutama nukleus subkortikal, thalamus, hipokampus, septum, dan kapsula interna. Semua bermuara menuju vena magna Galeni (great cerebral vein / vein of Galen), dan menuju ke sinus rectus (Brzegowy *et al.*, 2019).

a. Vena thalamostriata

Vena thalamostriata adalah vena yang terletak di antara thalamus dan striatum (ganglia basal) dan berfungsi mengalirkan darah dari area-area medial dan basal otak, termasuk nucleus caudatus, kapsula interna, dan sebagian substansi putih lobus frontoparietal (Hou *et al.*, 2021).

b. Vena septi pellucidi

Vena septi pellucidi adalah vena kecil yang terletak di dalam septum pellucidum yang merupakan sebuah struktur membran tipis yang memisahkan antara kedua kornea frontal pada ventrikel lateral. Vena ini juga mengalirkan darah dari permukaan medial ventrikel lateral dan berhubungan dengan vena koroid plexus. Septum pellucidum sendiri terbentuk dari dua lembar membran tipis yang berperan sebagai batas medial anterior kedua ventrikel lateral (Hou *et al.*, 2021).

c. Vena choroidea superior

Vena choroidea superior adalah vena utama yang berfungsi mengalirkan darah dari pleksus koroid pada ventrikel lateral otak. Vena ini terbentuk dari beberapa vena kecil yang berada di bagian dalam glomus choroideum dan area sekitar pleksus koroid pada ventrikel lateral. Vena ini berjalan di sepanjang margin superior glomus choroideum dan bergabung dengan vena internal cerebral yang mengalir ke vena besar Galen (Javed *et al.*, 2023).

d. Vena interna serebri

Vena interna serebri (internal cerebral vein) merupakan vena utama dari sistem vena dalam otak yang mengalirkan darah dari bagian dalam hemisfer serebral, termasuk struktur basal ganglia, thalamus, dan ventrikel lateral. Vena ini terbentuk dari gabungan beberapa vena dalam otak dan berjalan di bawah splenium corpus callosum menuju vena besar Galen (Hufnagle and Tadi, 2025).

2.5.8 Vena Serebri Posterior

Vena serebri posterior merujuk pada kumpulan vena yang memfasilitasi drainase darah dari daerah posterior otak termasuk lobus oksipital, permukaan inferior temporalis, serebelum, dan batang otak menuju sinus venosus dural (Morales-Roccuzzo *et al.*, 2023-2024b).

2.6 Angiografi Serebral Pasien Stroke Iskemik

Digital Subtraction Angiography (DSA) merupakan metode pencitraan vaskular serebral yang menggunakan teknik subtraksi digital untuk memperjelas gambaran pembuluh darah otak dengan mengurangi atau “menyubtraksi” struktur jaringan lain di sekitarnya. DSA memungkinkan visualisasi detail arteri dan vena intrakranial secara real-time melalui injeksi media kontras, sehingga menghasilkan citra vaskular yang tajam dan akurat. DSA dianggap sebagai pemeriksaan standar emas dalam mengevaluasi anatomi vaskular di otak. DSA masih memegang peran sentral karena memiliki tingkat sensitivitas dan spesifisitasnya yang superior, khususnya dalam menilai detail pembuluh darah kecil atau lesi kompleks (Shaban *et al.*, 2022b).



Gambar 3.Hasil digital subtraksi angiografi (Qu *et al.*, 2013).

Fungsi utama DSA dalam pemeriksaan stroke iskemik adalah untuk mendiagnosis secara akurat adanya oklusi atau stenosis pada pembuluh darah otak, menentukan lokasi lesi. DSA memungkinkan identifikasi secara mendetail morfologi trombus, derajat penyempitan lumen pembuluh darah, serta percabangan vaskular (Lee *et al.*, 2021).

Tujuan pemeriksaa DSA pada pasien stroke iskemik memiliki 2 tujuan yaitu,

a. Tujuan umum:

Menilai secara detail anatomi dan dinamika vaskular serebral, sistem arteri dan vena, pada pasien stroke iskemik.

b. Tujuan khusus:

1. Menentukan lokasi dan derajat kelainan vaskular serebral.
2. Mengevaluasi aliran vaskular, termasuk fase vena serebral.
3. Menilai pola drainase dan dominansi aliran vena serebral.

Pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) penting pada pasien stroke karena merupakan metode pencitraan vaskular serebral dengan resolusi spasial tertinggi yang memungkinkan visualisasi anatomi dan dinamika aliran pembuluh darah otak secara detail, baik pada sistem arteri maupun vena. DSA berperan sebagai standar emas dalam mengevaluasi kelainan vaskular serebral, seperti oklusi, stenosis, serta pola aliran dan drainase vena, sehingga memberikan gambaran vaskular yang detail yang tidak dapat diperoleh melalui modalitas pencitraan non-invasif.