

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke adalah disfungsi cerebral fokal atau global yang berlangsung 24 jam atau lebih yang dapat menyebabkan disabilitas atau kematian (WHO, 2016). Kondisi ini mencakup infark serebral, perdarahan intraserebral, dan perdarahan subaraknoid (Sacco et al., 2013). Secara global, stroke menjadi penyebab utama morbiditas serta mortalitas dengan angka kejadian yang terus meningkat (Pu et al., 2023). Stroke iskemik, sebagai jenis yang paling sering terjadi, didefinisikan sebagai disfungsi neurologis yang disebabkan oleh infark fokal pada otak, medula spinalis, atau retina. Diagnosis ditegakkan berdasarkan bukti patologis, pencitraan, atau indikator objektif lainnya yang menunjukkan cedera iskemik pada distribusi vaskular tertentu (Sacco et al., 2013).

Pada tahun 2019, stroke menjadi penyebab kematian tertinggi kedua di dunia, berkontribusi terhadap 11,6% dari total kematian stroke iskemik mencakup 62,4% dari seluruh kasus stroke dengan angka kejadian yang terus meningkat ("global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019," 2021). Di Indonesia, angka kejadian stroke pada tahun yang sama tercatat sebesar 293,33 per 100.000 individu, sementara angka prevalensi mencapai 2.097,22 per 100.000 individu (Vita et al., 2022). Insiden stroke iskemik yang tinggi di Indonesia menimbulkan dampak besar terhadap kesehatan masyarakat dan beban ekonomi, dengan biaya perawatan yang terus meningkat setiap tahunnya (Finkelstein et al., 2014).

Gangguan fungsi kognitif pasca-stroke (*post-stroke cognitive impairment/PSCI*) merupakan salah satu komplikasi utama yang dapat terjadi setelah stroke. Kondisi ini tidak hanya terbatas pada gangguan fungsi spesifik sesuai area otak yang terdampak tetapi juga mencakup disfungsi kognitif tingkat lanjut, seperti gangguan memori, atensi, dan fungsi eksekutif (Quinn et al., 2021; Rundek et al., 2022). Tingkat keparahan gangguan kognitif pasca-stroke sangat bervariasi, mulai dari ringan hingga berat, dan berkontribusi terhadap penurunan kualitas hidup pasien (Guo et al., 2024; El Hussein et al., 2023).

Mekanisme patofisiologi post stroke cognitive impairment masih belum sepenuhnya dipahami, tetapi penelitian menunjukkan adanya keterkaitan antara

berbagai faktor vaskular, termasuk aterosklerosis, dengan perkembangan gangguan fungsi kognitif. Aterosklerosis pada arteri karotis interna, yang ditandai dengan penebalan tunika intima media (TIM), telah diketahui berhubungan dengan hipoperfusi otak yang dapat berkontribusi terhadap defisit kognitif. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi hubungan antara ketebalan tunika intima media arteri karotis interna dengan gangguan kognitif dan tanpa gangguan kognitif pasca-stroke iskemik guna meningkatkan pemahaman terhadap faktor risiko dan mekanisme yang mendasarinya (Rost et al., 2021; Wong & Mok, 2015).

Beberapa studi sebelumnya telah meneliti hubungan antara ketebalan tunika intima media arteri karotis interna dengan gangguan kognitif, termasuk pada populasi pasien stroke iskemik (Adriana et al., 2017). Beberapa penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan ketebalan tunika intima media dan gangguan kognitif, sementara yang lain tidak menemukan hubungan yang signifikan (Yue et al., 2016). Studi-studi yang telah dilakukan sebagian besar berfokus pada pasien dengan serangan stroke pertama kali dan memiliki onset tiga bulan setelah stroke, sehingga masih terdapat kesenjangan dalam memahami keterkaitan ini dalam jangka panjang dan di populasi yang lebih luas (El Husseini et al., 2023; Adriana et al., 2017). Selain itu, penelitian mengenai hubungan antara ketebalan tunika intima media dan gangguan kognitif pasca-stroke iskemik di Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih komprehensif untuk mengevaluasi potensi ketebalan tunika intima media sebagai indikator prediktif gangguan kognitif pasca-stroke iskemik, khususnya dalam populasi Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan ketebalan tunika intima media arteri karotis interna antara pasien pasca-stroke iskemik dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif. Studi ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah peningkatan ketebalan tunika intima media dapat menjadi indikator prediktif bagi gangguan kognitif pasca-stroke iskemik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam skrining dini serta penatalaksanaan yang lebih baik bagi pasien dengan risiko tinggi mengalami gangguan kognitif setelah stroke.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Stroke Iskemik

1.2.1.1 Definisi Stroke Iskemik

Stroke adalah disfungsi cerebral fokal atau global yang berlangsung 24 jam atau lebih yang dapat menyebabkan disabilitas atau kematian (WHO, 2016). Kondisi ini mencakup infark serebral, perdarahan intraserebral, dan perdarahan subaraknoid. Secara global, stroke menjadi penyebab utama morbiditas serta mortalitas dengan angka kejadian yang terus meningkat (Sacco et al., 2013).

Stroke iskemik, sebagai jenis yang paling sering terjadi, didefinisikan sebagai disfungsi neurologis yang disebabkan oleh infark fokal pada otak, medula spinalis, atau retina. Diagnosis ditegakkan berdasarkan bukti patologis, pencitraan, atau indikator objektif lainnya yang menunjukkan cedera iskemik pada distribusi vaskular tertentu. Diagnosis juga dapat didasarkan pada gejala yang bertahan selama 24 jam atau lebih dengan menyingkirkan kemungkinan penyebab lain (Sacco et al., 2013).

1.2.1.2 Hubungan Stroke Iskemik dengan Gangguan Fungsi Kognitif

Gangguan fungsi kognitif pasca-stroke (*post-stroke cognitive impairment/PSCI*) mengacu pada berbagai bentuk defisit kognitif yang muncul setelah kejadian stroke, terlepas dari penyebab stroke yang mendasarinya (Lim et al., 2021). Kondisi ini tidak hanya terbatas pada gangguan fungsi spesifik sesuai area otak yang terdampak, seperti afasia, apraksia, akalkulia, atau gangguan memori, tetapi juga mencakup disfungsi kognitif tingkat lanjut (Al-Qazzaz et al., 2014).

Sebanyak 50% penyintas stroke mengalami performa kognitif di bawah rata-rata, dengan defisit yang paling sering ditemukan pada kecepatan pemrosesan informasi, memori kerja, serta atensi (Schaapsmeeders et al., 2013). Gangguan kognitif pasca-stroke tidak hanya berdampak pada fungsi intelektual tetapi juga berkaitan dengan berbagai konsekuensi lain, termasuk peningkatan risiko disabilitas fisik, gangguan tidur, depresi, serta perubahan kepribadian dan perilaku (Lanctôt et al., 2020).

1.2.2 Gangguan Fungsi Kognitif pada Pasien Pasca Stroke Iskemik

1.2.2.1 Definisi Gangguan Fungsi Kognitif

Gangguan fungsi kognitif pasca-stroke mengacu pada berbagai bentuk defisit kognitif yang muncul setelah kejadian stroke, terlepas dari penyebab stroke yang mendasarinya. Kondisi ini dapat muncul segera setelah stroke dan kemudian stabil, mengalami progresi bertahap, berkembang setelah stroke

berulang, muncul bersamaan dengan gangguan kognitif yang sudah ada sebelumnya, atau baru terdeteksi lebih dari 3 hingga 6 bulan setelah stroke (El Hussein et al., 2023). Gangguan fungsi kognitif pasca-stroke sangat bervariasi, mulai dari ringan hingga berat (Guo et al., 2024). Kondisi ini ditemukan pada 60% penyintas stroke dalam tahun pertama setelah kejadian stroke, dengan prevalensi yang lebih tinggi pada fase akut. Sekitar 20% individu dengan gangguan kognitif ringan dapat pulih sepenuhnya, terutama dalam periode awal setelah stroke (El Hussein et al., 2023).

1.2.2.2 Penyebab Gangguan Kognitif

Gangguan kognitif pasca stroke merupakan salah satu komplikasi yang sering dijumpai dan dapat memengaruhi kualitas hidup pasien. Kondisi ini tidak hanya ditentukan oleh ukuran dan lokasi infark, tetapi juga melibatkan berbagai kelainan struktural otak yang berhubungan dengan cerebral small vessel disease (SVD). Beberapa faktor penting yang berperan antara lain:

1. Lacunar infark

Lacunar infark adalah infark kecil yang terjadi akibat oklusi arteri perforan, sering dikaitkan dengan hipertensi dan penyakit vaskular kronis. Meski ukurannya kecil, akumulasi multipel dapat menimbulkan gangguan fungsi eksekutif, atensi, dan kecepatan pemrosesan, sehingga berkontribusi terhadap *subcortical vascular dementia* (Li et al., 2023).

2. White Matter Lesion (WML)

Lesi pada substansia alba yang terdeteksi sebagai white matter hyperintensity pada MRI merupakan manifestasi kerusakan kronis akibat SVD. Lesi ini menyebabkan disfungsi konektivitas antar jaringan otak, yang berhubungan dengan penurunan fungsi kognitif, khususnya memori kerja dan fungsi eksekutif (Roseborough et al., 2023).

3. Cerebral Microbleeding

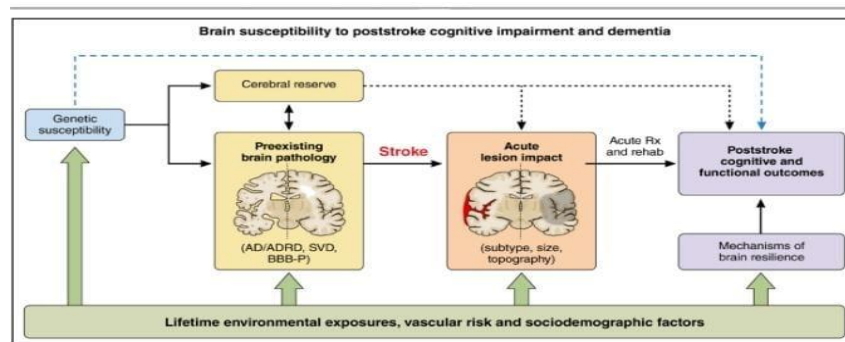
Mikroperdarahan otak adalah deposit hemosiderin kecil akibat ruptur mikrovaskular, sering ditemukan pada pasien hipertensi dan amyloid angiopathy. Kehadiran cerebral microbleed tidak hanya mencerminkan kerusakan vaskular difus, tetapi juga dikaitkan dengan peningkatan risiko demensia dan penurunan kognitif progresif (Nannoni et al., 2022).

4. Enlarged Perivascular Space (EPVS)

Ruang perivaskular yang membesar merefleksikan gangguan drainase cairan interstisial otak dan menjadi salah satu penanda SVD. EPVS banyak ditemukan pada pasien dengan hipertensi, diabetes, maupun aterosklerosis, dan berhubungan dengan gangguan memori serta fungsi visuospasial (Wen et al., 2025).

1.2.2.3 Faktor yang Berkontribusi terhadap Gangguan Kognitif Pasca Stroke

Faktor yang memengaruhi perjalanan gangguan kognitif ini meliputi lokasi stroke, riwayat gangguan kognitif sebelum stroke, penyakit pembuluh darah kecil, komorbiditas, serta faktor sosial dan demografi seperti status ekonomi, usia, serta jenis kelamin. Beberapa lokasi lesi otak berkorelasi lebih kuat dengan gangguan kognitif, termasuk area frontotemporal kiri, talamus kiri, lobus parietal kanan, serta wilayah arteri serebri media kiri (Nannoni et al., 2022).



Gambar 1

Kerangka konseptual yang menggambarkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap patofisiologi gangguan kognitif pascastroke (Poststroke Cognitive Impairment/PSCI).

1.2.3 Tunika Intima Media Arteri Carotis Interna pada Stroke Iskemik

Tunika intima media (TIM) arteri karotis merupakan parameter yang digunakan sebagai penanda awal aterosklerosis pada pembuluh darah karotis. Aterosklerosis didefinisikan sebagai penyakit inflamasi kronis yang utamanya menyerang lapisan intima arteri. Proses ini ditandai dengan akumulasi lipid, migrasi sel otot polos vaskular, serta deposisi kalsium yang membentuk plak. Lipid yang terperangkap di dinding arteri mengalami oksidasi oleh radikal bebas, yang kemudian memicu endotel untuk menarik monosit ke dalam dinding arteri dan mengubahnya menjadi makrofag. Seiring bertambahnya usia, plak aterosklerotik sering kali tetap asimtomatik hingga proses inflamasi berlanjut

dan menyebabkan ulserasi plak atau stenosis arteri, yang dapat menghambat sirkulasi darah (Iulita et al., 2018; Palombo & Kozakova, 2016).

Pengukuran ketebalan tunika intima media arteri karotis merupakan metode noninvasif yang digunakan dalam praktik klinis untuk menilai aterosklerosis. Teknik ini dilakukan menggunakan ultrasonografi dengan pengukuran yang biasanya dilakukan pada dinding jauh arteri karotis komunis atau interna. Pada individu dengan aterosklerosis serebral, penebalan dinding arteri kecil dan arteriol menyebabkan penyempitan lumen serta gangguan reaktivitas motorik pembuluh darah, yang selanjutnya menurunkan perfusi otak dan meningkatkan risiko cedera iskemik. Kondisi ini diperkirakan sebagai penyebab utama lesi white matter difus yang sering ditemukan pada pasien dengan gangguan kognitif pasca-stroke (Talelli et al., 2004; Yue et al., 2016).

Ketebalan tunika intima-media (TIM) arteri karotis—dinilai melalui *carotid intima-media thickness* (cIMT), telah diakui sebagai indikator aterosklerosis subklinis dan risiko kardiovaskular. Kian meningkatnya bukti menunjukkan bahwa peningkatan cIMT tidak hanya berkaitan dengan stroke, tetapi juga memiliki hubungan erat dengan penurunan kognitif. Sebagai contoh, penelitian oleh Park et al. (2019) menemukan bahwa pada lansia, kombinasi antara *mild cognitive impairment* (MCI) dan pra-kelemahan (pre-frailty) terkait dengan nilai cIMT yang lebih tinggi dibanding kelompok tanpa MCI maupun frailty, dengan rata-rata cIMT tertinggi di antara mereka yang mengalami MCI dan pra-frailty (Park et al., 2019). Studi lain meta-analisis juga mendukung bahwa cIMT merupakan penanda atherosclerosis subklinis yang berasosiasi dengan penurunan kognitif. Ulasan menyeluruh oleh Baradaran et al. (2021) menegaskan bahwa aterosklerosis karotis asimtomatik, termasuk peningkatan cIMT—dapat menyebabkan cedera parenkim serebral dan berkontribusi terhadap disfungsi kognitif maupun demensia, melalui berbagai mekanisme vaskular (Baradaran et al., 2021).

Meskipun berbagai penelitian menunjukkan adanya hubungan signifikan antara peningkatan ketebalan tunika intima-media (TIM) arteri karotis dengan penurunan fungsi kognitif pasca stroke, perlu dicatat bahwa hubungan ini sebagian besar masih bersifat asosiatif. Dengan kata lain, cIMT saat ini lebih diakui sebagai indikator prediktif aterosklerosis subklinis dan risiko gangguan kognitif, namun belum dapat dipastikan sebagai penyebab kausal secara langsung (Ferreira et al., 2023). Hal ini karena peningkatan cIMT dapat mencerminkan perubahan vaskular sistemik lain, seperti aterosklerosis difus,

disfungsi endotel, atau penurunan perfusi serebral yang sebenarnya berperan dalam terjadinya gangguan kognitif. Beberapa penulis menegaskan bahwa untuk memastikan cIMT sebagai faktor penyebab kausal diperlukan studi longitudinal dengan intervensi yang mampu menurunkan cIMT dan mengevaluasi dampaknya terhadap fungsi kognitif. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ketebalan TIM lebih ditempatkan sebagai marker risiko atau penanda vaskular ketimbang sebagai variabel kausal. Aspek ini akan dibahas lebih lanjut dalam bagian diskusi untuk menjawab apakah ketebalan TIM benar-benar merupakan penyebab gangguan kognitif atau sekadar indikator yang berasosiasi dengan mekanisme patofisiologis lain (Zheng et al., 2020).

1.3 Metode Evaluasi

1.3.1 Pengukuran Ketebalan Tunika Intima Media

Pemeriksaan tunika intima media dilakukan menggunakan ultrasonografi Doppler pada arteri karotis interna di kedua sisi leher. Standar pemeriksaan mencakup teknik B-mode dengan resolusi tinggi untuk mendapatkan gambar optimal. Pengukuran dilakukan pada dinding jauh arteri karotis komunis, sekitar 10 mm proksimal dari bifurkasio, dengan memastikan sudut insonasi yang optimal, yaitu 90° terhadap dinding pembuluh darah, guna meningkatkan akurasi hasil. Penggunaan transduser linear dengan frekuensi >7 MHz disarankan untuk memperoleh resolusi yang lebih baik. Selain itu, kedalaman fokus dan pengaturan *gain* disesuaikan agar batas lumen-intima serta media-adventitia tampak jelas, karena TIM diukur sebagai jarak antara dua garis *echogenic* yang mewakili lapisan tersebut (Simova, 2015).

Nilai ketebalan tunika intima media diklasifikasikan sebagai risiko tinggi dan risiko rata-rata/rendah berdasarkan referensi usia dan jenis tunika intima media pada atau di atas persentil ke-75 menandakan peningkatan risiko kardiovaskular, sedangkan nilai antara persentil ke-25 dan ke-75 dianggap sebagai risiko rata-rata, dan nilai di bawah persentil ke-25 menunjukkan risiko yang lebih rendah. Pendekatan konservatif lain menyarankan bahwa nilai tunika intima media yang mencapai persentil ke-97,5 berdasarkan usia harus dianggap abnormal, karena risiko vaskular cenderung meningkat secara signifikan hanya pada kelompok dengan ketebalan tunika intima media tertinggi dalam populasi (Stein et al., 2008). Nilai tunika intima media yang lebih tinggi dari 0,9 mm sering

dikategorikan sebagai abnormal dan menunjukkan peningkatan risiko vaskular yang lebih tinggi (Mfeukeu-Kuate et al., 2022).

Beberapa studi epidemiologis terkini menunjukkan bahwa individu keturunan kulit hitam, terutama dari kelompok African American, memiliki ketebalan tunika intima-media (TIM) arteri karotis yang lebih besar dibandingkan kelompok ras lain seperti Kaukasia, Asia, dan Hispanik. Sebagai contoh, dalam meta-analisis data dari lebih dari 34.000 partisipan multi-etnis, TEM yang dinilai setelah penyesuaian faktor risiko kardiovaskular tetap paling tinggi pada populasi African American, diikuti populasi Asia, Eropa, dan Hispanik, dengan populasi Afrika (yang masih di benua) memiliki TIM terendah (Nonterah et al., 2022). Temuan serupa diperkuat oleh studi MESA, yang menemukan bahwa wanita African American memiliki TIM sekitar 23.4 μm lebih tebal, sedangkan wanita keturunan Cina memiliki TIM yang lebih tipis sekitar 53.6 μm dibandingkan wanita Kaukasian (Jones et al., 2015). Keseluruhan bukti menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan cepat pada TIM sejak usia muda—seperti terlihat pada studi longitudinal yang menemukan bahwa remaja dan dewasa muda kulit hitam sudah menunjukkan TIM yang lebih tinggi dibandingkan kulit putih, meski pola pertumbuhannya paralel (Hao et al., 2016).

Ketebalan tunika intima-media (TIM) arteri karotis banyak digunakan sebagai penanda subklinis aterosklerosis dan prediktor risiko penyakit kardiovaskular. Berbagai faktor risiko terbukti berhubungan dengan peningkatan TIM, di antaranya usia, hipertensi, diabetes melitus, dislipidemia, obesitas, dan kebiasaan merokok. Penuaan fisiologis menyebabkan penurunan elastisitas dinding arteri dan deposisi kolagen yang mengakibatkan penebalan TIM. Hipertensi kronis meningkatkan stres hemodinamik sehingga mempercepat remodeling vaskular. Diabetes melitus dan dislipidemia berperan dalam pembentukan plak aterosklerotik melalui mekanisme disfungsi endotel, resistensi insulin, dan stres oksidatif. Merokok mempercepat kerusakan endotel dan menurunkan bioavailabilitas nitric oxide, yang pada akhirnya mempercepat progresi aterosklerosis (Baradaran et al., 2021).

Hubungan faktor risiko tersebut tidak hanya berdampak pada vaskular perifer, tetapi juga pada kesehatan otak. Peningkatan TIM mencerminkan adanya perubahan vaskular sistemik yang dapat menurunkan perfusi serebral dan mengganggu autoregulasi vaskular otak. Studi epidemiologis menunjukkan bahwa individu dengan hipertensi, diabetes, dan dislipidemia memiliki risiko lebih

tinggi mengalami gangguan kognitif dan demensia vaskular. Aterosklerosis yang progresif dapat memicu gangguan mikrosirkulasi serebral, lacunar infarct, white matter lesion, hingga cerebral microbleeding, yang semuanya merupakan substrat patologis dari penurunan fungsi kognitif (Nath et al., 2022). Dengan demikian, faktor risiko kardiometabolik tidak hanya berhubungan dengan peningkatan ketebalan TIM, tetapi juga memiliki peran penting dalam mempercepat terjadinya gangguan kognitif.

1.3.2 Pengukuran Skala Kognitif dengan MoCA-INA

Montreal Cognitive Assessment versi Indonesia (MoCA-INA) adalah instrumen skrining kognitif yang digunakan untuk menilai gangguan fungsi kognitif ringan hingga sedang pada pasien pasca-stroke. MoCA-INA awalnya dikembangkan untuk mendeteksi gangguan kognitif yang lebih halus dibandingkan *Mini-Mental State Examination* (MMSE), dengan sensitivitas yang lebih tinggi dalam mengevaluasi berbagai domain kognitif, seperti perhatian, memori, fungsi eksekutif, bahasa, kemampuan visuospasial, serta orientasi (Panentu & Irfan, 2013).

MoCA-INA telah diadaptasi dan divalidasi untuk populasi Indonesia, memastikan kesesuaian bahasa dan budaya dalam pengukuran fungsi kognitif. Skor maksimal MoCA-INA adalah 30, dengan nilai di bawah 26 sering digunakan sebagai indikator adanya gangguan kognitif. Pada pasien pasca-stroke, skor MoCA-INA dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keparahan defisit kognitif dan membantu dalam menentukan strategi rehabilitasi yang lebih tepat guna (Panentu & Irfan, 2013).

1.4 Rumusan Masalah

Gangguan fungsi kognitif pasca-stroke merupakan komplikasi yang sering terjadi dan berdampak signifikan terhadap kualitas hidup pasien. Meskipun aterosklerosis dan faktor risiko vaskular telah dikaitkan dengan gangguan kognitif, hubungan spesifik antara ketebalan tunika intima media (TIM) arteri karotis interna dengan gangguan kognitif pasca-stroke iskemik masih belum sepenuhnya dipahami, terutama di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah ada hubungan ketebalan TIM arteri carotis interna pada pasien pasca-stroke iskemik dengan dan tanpa gangguan kognitif.

1.5 Hipotesis Penelitian.

Terdapat hubungan ketebalan tunika intima media (TIM) arteri karotis interna pada pasien dengan gangguan fungsi kognitif dan tanpa gangguan fungsi kognitif pasca-stroke iskemik

1.6 Tujuan Penelitian

1.6.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara ketebalan tunika intima media (TIM) arteri karotis interna pada pasien dengan gangguan fungsi kognitif dan tanpa gangguan fungsi kognitif pasca-stroke iskemik.

1.6.2 Tujuan Khusus

1. Mengukur MoCA-Ina pada pasien gangguan kognitif dan tanpa gangguan kognitif pasca stroke iskemik.
2. Mengukur ketebalan tunika intima media arteri karotis interna pada pasien gangguan kognitif dan tanpa gangguan kognitif pasca stroke iskemik.

1.7. Manfaat Penelitian

1.7.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman mengenai patofisiologi gangguan kognitif pasca-stroke, khususnya dalam kaitannya dengan aterosklerosis dan ketebalan TIM arteri karotis interna. Hasil penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam memperkaya literatur ilmiah terkait faktor vaskular dalam gangguan kognitif pasca-stroke.

1.7.2 Manfaat Aplikatif

Temuan dari penelitian ini dapat digunakan dalam praktik klinis untuk meningkatkan deteksi dini pasien pasca-stroke yang berisiko mengalami gangguan kognitif. Jika tunika intima media arteri karotis interna terbukti sebagai indikator prediktif, maka pengukuran tunika intima media arteri karotis interna dapat digunakan dalam protokol skrining untuk menentukan pasien yang membutuhkan pemantauan lebih ketat serta intervensi dini guna mencegah progresi gangguan kognitif.

1.7.3 Manfaat Metodologi

Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan metode skrining berbasis ultrasonografi untuk menilai risiko gangguan kognitif pada pasien pasca-stroke. Selain itu, studi ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam mengevaluasi hubungan antara ketebalan

tunika intima media arteri karotis interna dan gangguan kognitif pada populasi yang lebih luas serta dengan desain studi longitudinal yang lebih komprehensif.

1.8 Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

1.8.1 Kerangka Teori

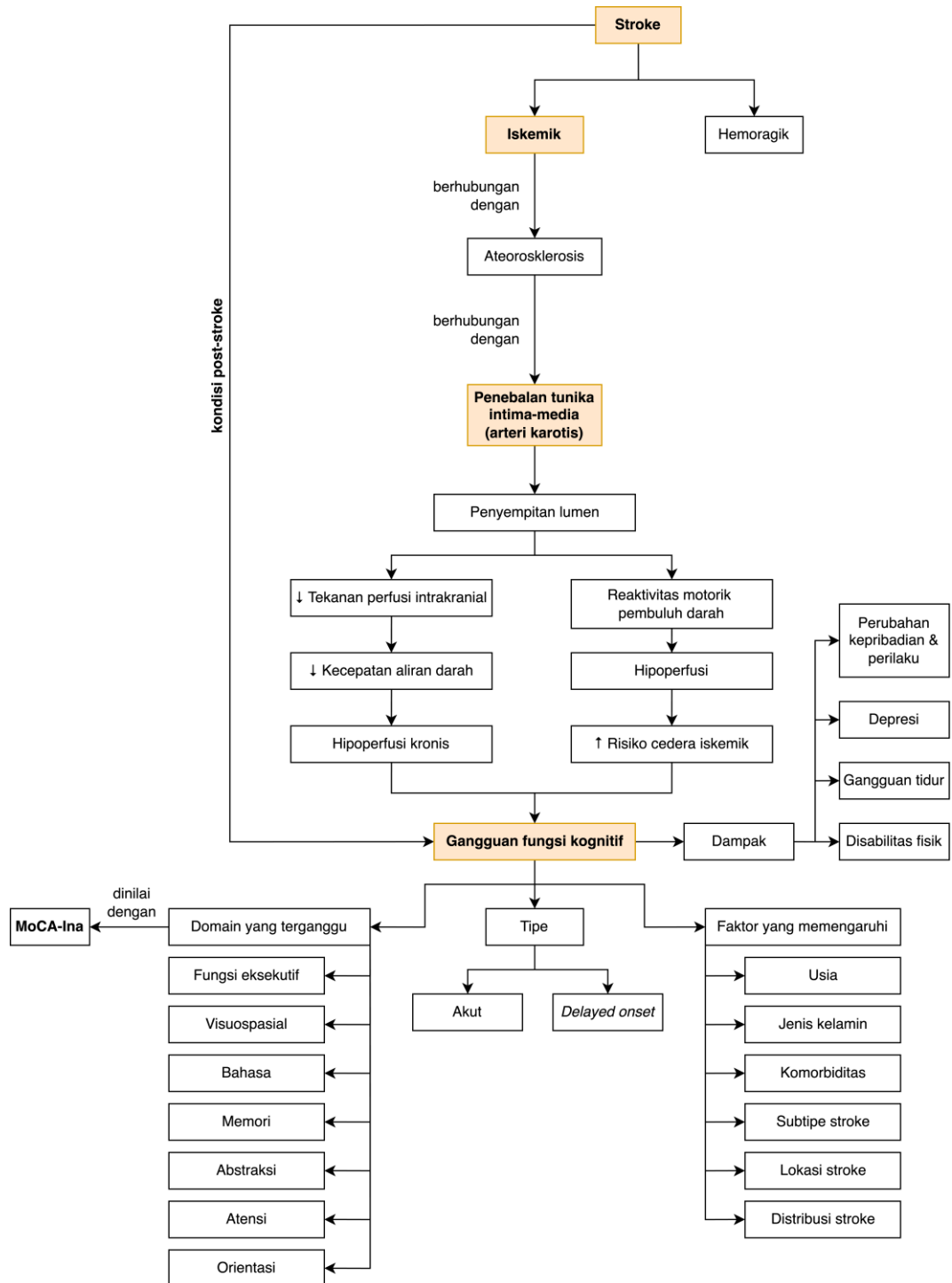
Stroke merupakan kondisi neurologis akibat gangguan vaskular yang menyebabkan iskemia atau perdarahan pada jaringan otak. Stroke iskemik, yang paling umum terjadi, berkaitan erat dengan aterosklerosis, di mana terjadi akumulasi plak lipid di dalam pembuluh darah yang menyebabkan penyempitan lumen. Salah satu indikator awal aterosklerosis adalah penebalan tunika intima media (TIM) arteri karotis, yang dapat mengganggu suplai darah ke otak (Talelli et al., 2004; Yue et al., 2016).

Penyempitan lumen arteri karotis interna mengarah pada penurunan tekanan perfusi intrakranial dan kecepatan aliran darah, sehingga terjadi hipoperfusi kronis yang berdampak pada defisit energi otak. Kondisi ini meningkatkan risiko cedera iskemik yang memperburuk kerusakan jaringan neuron. Selain itu, gangguan reaktivitas motorik pembuluh darah akibat aterosklerosis dapat menyebabkan disregulasi aliran darah, yang semakin memperburuk hipoperfusi otak (Talelli et al., 2004; Yue et al., 2016).

Salah satu konsekuensi utama dari gangguan perfusi otak adalah gangguan fungsi kognitif pasca-stroke (*post-stroke cognitive impairment/PSCI*), yang dapat muncul dalam bentuk akut maupun *delayed onset*. Gangguan ini mencakup berbagai domain kognitif, termasuk fungsi eksekutif, visuospasial, bahasa, memori, abstraksi, atensi, dan orientasi (Schaapsmeeders et al., 2013). *Post stroke cognitive impairment* memiliki dampak luas terhadap kehidupan pasien, termasuk disabilitas fisik, perubahan kepribadian dan perilaku, depresi, serta gangguan tidur, yang semuanya berkontribusi terhadap penurunan kualitas hidup (Lancôt et al., 2020).

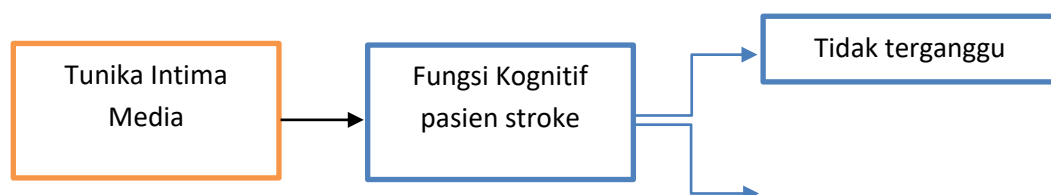
Evaluasi gangguan kognitif pasca-stroke dapat dilakukan menggunakan *Montreal Cognitive Assessment* versi Indonesia (MoCA-Ina), yang mengukur berbagai domain kognitif untuk menilai tingkat keparahan defisit yang dialami pasien (Panentu & Irfan, 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi *Post stroke cognitive impairment* meliputi usia, jenis kelamin, komorbiditas, sub tipe stroke, lokasi stroke, serta distribusi lesi di otak (El Hussein et al., 2023). Mengingat

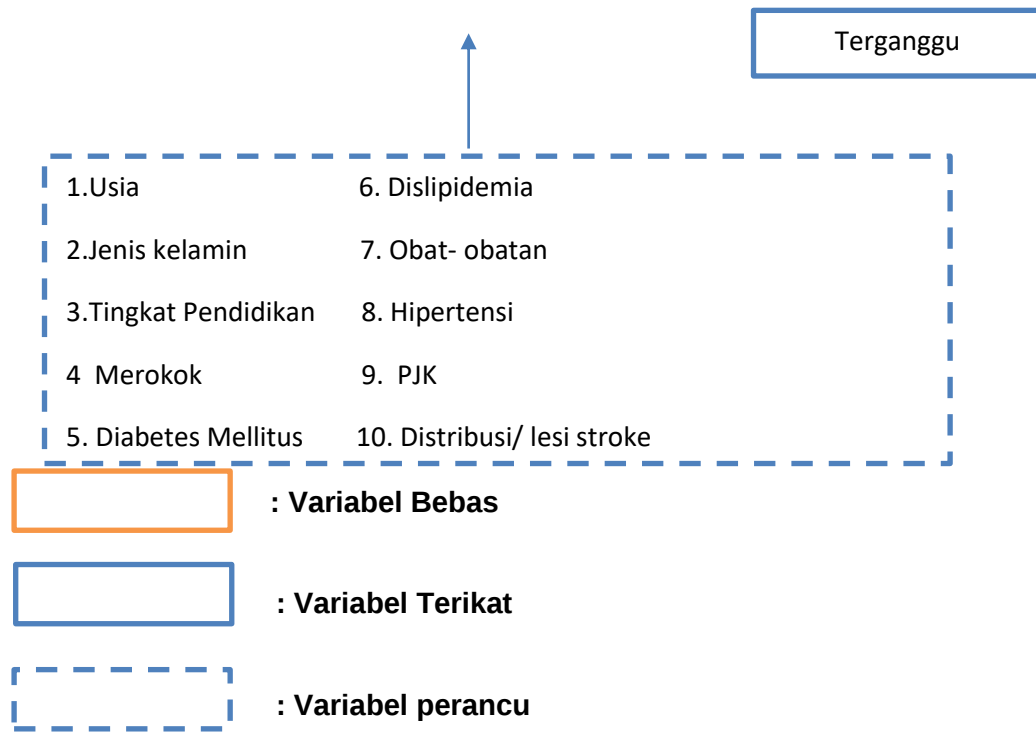
tingginya dampak kognitif pasca-stroke, deteksi dini terhadap faktor risiko vaskular seperti aterosklerosis melalui pemeriksaan ketebalan tunika intima media arteri karotis menjadi sangat penting. Pemantauan progresi aterosklerosis dapat menjadi langkah preventif dalam mengidentifikasi individu yang berisiko mengalami gangguan kognitif pasca-stroke.



Gambar 2. Kerangka Teori Penelitian

1.8.2 Kerangka Konsep





Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian observasional analitik dengan menggunakan desain *cross-sectional* untuk mengevaluasi hubungan antara ketebalan tunika intima media (TIM) arteri karotis pada pasien dengan gangguan fungsi kognitif dan tanpa gangguan fungsi kognitif pasca-stroke iskemik.

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Poliklinik Saraf Rumah Sakit wahidin dan Rumah sakit jejaringnya pada periode Juli hingga Agustus 2025.

2.3 Populasi

2.3.1 Populasi Target

Seluruh pasien pasca-stroke iskemik yang menjalani perawatan atau kontrol di fasilitas kesehatan dan memenuhi kriteria umum penelitian.

2.3.2 Populasi Terjangkau

Pasien pasca-stroke iskemik yang menjalani pemeriksaan di Poliklinik Saraf Rumah Sakit Wahidin dan rumah sakit jejaringnya selama periode penelitian dan memenuhi kriteria inklusi serta tidak termasuk dalam kriteria eksklusi.

2.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

2.4.1 Kriteria Inklusi

1. Pasien dengan diagnosis stroke iskemik yang dikonfirmasi melalui CT-scan atau MRI otak.
2. Pasien dengan usia ≥ 40 -65 tahun.
3. Pasien dengan riwayat stroke ≥ 3 bulan sebelum dilakukan penelitian.
4. Pasien yang bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani *informed consent*.

2.4.2 Kriteria Eksklusi

1. Pasien dengan riwayat stroke hemoragik
2. Pasien dengan gangguan kognitif sebelum stroke yang dikonfirmasi melalui rekam medis atau wawancara keluarga.

3. Pasien dengan riwayat trauma kepala berat, penyakit neurodegeneratif, atau infeksi sistem saraf pusat.
4. Pasien dengan kelainan vaskular kongenital seperti aneurisma atau malformasi arteriovenosa.
5. Pasien dengan kondisi medis terminal atau komorbiditas berat yang dapat mempengaruhi status kognitif.
6. Pasien yang menolak atau tidak dapat menyelesaikan pemeriksaan kognitif dan pengukuran TIM.

2.5 Sampel Penelitian

Besar sampel yang diperlukan untuk pengujian dua sisi diperoleh dengan rumus (Lemeshow, 1998) sebagai berikut :

$$n = \frac{\sigma^2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_0 - \mu_a)^2}$$

$$n = \frac{0.151^2(1.96 + 1.65)^2}{(0.766 - 0.846)^2}$$

$$n = 47$$

Berdasarkan hasil penelitian Talelli, et al (2004) pada jurnal penelitian berjudul "Tear lipid layer thickness with eye drops in meibomian gland dysfunction" maka :

- a. Tingkat kesalahan tipe I dan arah kesalahan tipe I

Kesalahan tipe I (α) yang dipakai sebesar 0,05 atau 5 % dengan arah kesalahan tipe I (α) dua arah (two sided) sehingga nilai Z sebesar 1.96

- b. Tingkat kesalahan tipe II dan arah kesalahan tipe II

Kesalahan tipe II (β) yang dipakai sebesar 0.05 atau 95% dengan arah kesalahan tipe I (β) satu arah (one sided) sehingga nilai Z sebesar 1.65

- c. Nilai mean

Nilai mean CCA-IMT pada kelompok kognitif tidak terganggu sebesar

0.766 sedangkan pada kelompok kognitif terganggu sebesar 0.846.

Jumlah sampel minimal yang diperoleh sebesar 47 sampel.

Sampel penelitian ini ditentukan dengan cara *consecutive sampling* yaitu semua subjek yang datang dan memenuhi kriteria inklusi dan kriteria eksklusi dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subjek yang diperlukan terpenuhi.

2.6 Variabel Penelitian

- Variabel Bebas: Ketebalan tunika intima media arteri karotis interna.
- Variabel Terikat: Gangguan fungsi kognitif pada pasien pasca-stroke iskemik.

2.7 Definisi Operasional

2.7.1 Jenis Kelamin

a. Definisi:

Jenis kelamin adalah karakteristik biologis seseorang yang ditentukan berdasarkan perbedaan anatomi dan fisiologi sejak lahir. Dalam konteks medis, jenis kelamin diklasifikasikan menjadi laki-laki dan perempuan, yang dapat memiliki perbedaan dalam faktor risiko penyakit, respons terhadap terapi, serta kecenderungan terhadap kondisi kesehatan tertentu.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan anamnesis.

c. Alat Ukur:

Formulir penelitian

d. Cara Pengukuran:

Pengukur melakukan anamnesis dan mengisi formulir penelitian.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Laki-laki

2 = Perempuan

2.7.2 Usia

a. Definisi:

Usia adalah lama hidup seseorang yang dinyatakan dalam tahun sejak

lahir. Dalam penelitian ini, usia dikategorikan sebagai lansia (≥ 60 tahun) dan bukan lansia (< 60 tahun) untuk membedakan kelompok berdasarkan faktor risiko kesehatan yang berkaitan dengan penuaan.

- b. Pengukur:
Tenaga medis yang melakukan anamnesis.
- c. Alat Ukur:
Formulir penelitian
- d. Cara Pengukuran:
Pengukur melakukan anamnesis dan mencatat usia pasien dalam kategori yang ditentukan.
- e. Skala Ukur
Nominal.
- f. Hasil Pengukuran:
1 = ≥ 60 tahun
2 = < 60 tahun

2.7.3 Tekanan Darah Sistolik

- a. Definisi:
Tekanan darah sistolik adalah tekanan yang diberikan oleh darah terhadap dinding arteri ketika jantung berkontraksi (fase sistolik dari siklus jantung). Nilai tekanan darah sistolik yang tinggi dapat menjadi indikator hipertensi dan meningkatkan risiko komplikasi kardiovaskular seperti stroke dan penyakit jantung koroner.
- b. Pengukur:
Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan fisik.
- c. Alat Ukur:
Sphygmomanometer.
- d. Cara Pengukuran:
Tekanan darah diukur dalam satuan mmHg dengan metode pemeriksaan fisik.
- e. Skala Ukur
Rasio.
- f. Hasil Pengukuran:
Nilai tekanan darah sistolik dalam mmHg.

2.7.4 Tekanan Darah Diastolik

a. Definisi:

Tekanan darah diastolik adalah tekanan yang diberikan oleh darah terhadap dinding arteri ketika jantung berada dalam fase relaksasi (diastolik), yaitu saat ventrikel jantung mengisi darah kembali. Tekanan darah diastolik yang tinggi dapat mengindikasikan resistensi vaskular yang meningkat dan berhubungan dengan risiko penyakit kardiovaskular.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan fisik.

c. Alat Ukur:

Sphygmomanometer.

d. Cara Pengukuran:

Tekanan darah diukur dalam satuan mmHg dengan metode pemeriksaan fisik.

e. Skala Ukur

Rasio.

f. Hasil Pengukuran:

Nilai tekanan darah diastolik dalam mmHg.

2.7.5 Riwayat Pendidikan

a. Definisi:

Riwayat pendidikan adalah jumlah tahun pendidikan formal yang telah ditempuh oleh pasien, yang dapat berpengaruh terhadap pemahaman pasien mengenai kesehatan, kepatuhan terhadap terapi, serta kemampuan dalam mengakses informasi medis. Pendidikan yang lebih tinggi umumnya dikaitkan dengan kesadaran kesehatan yang lebih baik serta kemampuan dalam pengelolaan penyakit kronis.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan anamnesis.

c. Alat Ukur:

Formulir penelitian

d. Cara Pengukuran:

Pengukur melakukan anamnesis dan mencatat lama pendidikan dalam kategori yang ditentukan.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = <12 tahun

2 = $\geq$ 12 tahun

2.7.6 Riwayat Kebiasaan Merokok

a. Definisi:

Riwayat kebiasaan merokok adalah kebiasaan pasien dalam mengonsumsi produk tembakau, baik dalam bentuk rokok konvensional maupun produk tembakau lainnya, yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan kardiovaskular, pernapasan, dan sistem saraf pusat. Merokok merupakan faktor risiko utama untuk penyakit kronis.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan anamnesis.

c. Alat Ukur:

Formulir penelitian

d. Cara Pengukuran:

Pengukur melakukan anamnesis dan mencatat kebiasaan merokok pasien.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya

2 = Tidak

2.7.7 Riwayat Diabetes Melitus

a. Definisi:

Riwayat diabetes melitus (DM) mengacu pada adanya diagnosis sebelumnya atau hasil pemeriksaan laboratorium yang menunjukkan kadar glukosa darah tinggi yang konsisten dengan diabetes. Diabetes melitus adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan produksi atau efektivitas insulin. Riwayat ini ditentukan berdasarkan rekam medis atau hasil

pemeriksaan kadar glukosa darah puasa (≥ 126 mg/dL) dan/atau tes toleransi glukosa 2 jam (≥ 200 mg/dL).

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan rekam medis.

c. Alat Ukur:

Rekam medis pasien atau hasil tes laboratorium glukosa darah.

d. Cara Pengukuran:

Riwayat diabetes dikonfirmasi melalui pemeriksaan rekam medis atau hasil tes glukosa darah terbaru.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya 2 = Tidak

2.7.8 Riwayat Hipertensi

a. Definisi:

Riwayat hipertensi mengacu pada diagnosis tekanan darah tinggi yang telah ditegakkan oleh tenaga medis berdasarkan pemeriksaan tekanan darah atau rekam medis. Hipertensi didefinisikan sebagai tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg berdasarkan hasil pengukuran berulang atau konsumsi obat antihipertensi secara rutin.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan rekam medis atau pengukuran tekanan darah.

c. Alat Ukur:

Rekam medis atau hasil pengukuran tekanan darah menggunakan sphygmomanometer.

d. Cara Pengukuran:

Riwayat hipertensi dikonfirmasi melalui rekam medis pasien atau dari hasil pengukuran tekanan darah terakhir yang sesuai dengan kriteria hipertensi.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya

2 = Tidak

2.7.9 Riwayat Dislipidemia

a. Definisi:

Riwayat dislipidemia mengacu pada adanya gangguan kadar lipid dalam darah yang telah didiagnosis sebelumnya berdasarkan rekam medis atau hasil pemeriksaan laboratorium. Dislipidemia ditandai dengan kadar kolesterol total ≥ 200 mg/dL, LDL ≥ 130 mg/dL, HDL < 40 mg/dL, atau trigliserida ≥ 150 mg/dL.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan rekam medis atau hasil laboratorium.

c. Alat Ukur:

Rekam medis atau hasil pemeriksaan profil lipid pasien.

d. Cara Pengukuran:

Riwayat dislipidemia dikonfirmasi melalui rekam medis atau hasil laboratorium terbaru yang menunjukkan kelainan lipid.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya

2 = Tidak

2.7.10 Riwayat Penyakit Jantung Koroner (PJK)

a. Definisi:

Riwayat penyakit jantung koroner (PJK) mengacu pada adanya diagnosis PJK yang telah ditegakkan oleh tenaga medis berdasarkan pemeriksaan medis, termasuk elektrokardiografi (EKG), ekokardiografi, atau angiografi koroner. PJK terjadi akibat penyempitan atau penyumbatan arteri koroner yang menyebabkan iskemia miokard.

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan rekam medis.

c. Alat Ukur:

Rekam medis atau hasil pemeriksaan jantung.

d. Cara Pengukuran:

Riwayat PJK dikonfirmasi melalui rekam medis pasien yang menunjukkan hasil pemeriksaan jantung abnormal atau riwayat pengobatan untuk penyakit jantung koroner.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya

2 = Tidak

2.7.11 Riwayat Stroke Sebelumnya

a. Definisi:

Riwayat stroke sebelumnya mengacu pada kejadian stroke yang telah terjadi sebelum waktu penelitian dan telah dikonfirmasi melalui rekam medis atau anamnesis. Stroke didefinisikan sebagai gangguan neurologis akibat gangguan aliran darah ke otak, baik karena penyumbatan (stroke iskemik) atau perdarahan (stroke hemoragik).

b. Pengukur:

Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan rekam medis atau anamnesis.

c. Alat Ukur:

Rekam medis pasien atau hasil pencitraan sebelumnya.

d. Cara Pengukuran:

Riwayat stroke dikonfirmasi melalui rekam medis atau wawancara dengan pasien atau keluarganya mengenai kejadian stroke sebelumnya.

e. Skala Ukur

Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

1 = Ya

2 = Tidak

2.7.12 Subtipe Stroke

a. Definisi:

Subtipe stroke adalah klasifikasi stroke berdasarkan mekanisme penyebabnya yang ditentukan melalui pencitraan otak seperti CT

Scan atau MRI. Subtipe stroke penting untuk menentukan prognosis dan terapi yang tepat.

- b. Pengukur:
Tenaga medis yang menilai hasil pencitraan otak.
- c. Alat Ukur:
Hasil pencitraan CT Scan atau MRI.
- d. Cara Pengukuran:
Interpretasi hasil pencitraan dilakukan untuk menentukan jenis stroke berdasarkan mekanisme yang menyebabkan gangguan aliran darah ke otak.
- e. Skala Ukur
Nominal.
- f. Hasil Pengukuran:
 - 1. = Stroke arteri besar
 - 2 = Kardioemboli
 - 3 = Infark lakunar
 - 3 = Lainnya

2.7.13 Letak Lesi Stroke

- a. Definisi:
Letak lesi stroke adalah lokasi utama dari area yang mengalami iskemia atau perdarahan dalam otak, yang ditentukan melalui pencitraan CT Scan atau MRI.
- b. Pengukur:
Tenaga medis yang menilai hasil pencitraan otak.
- c. Alat Ukur:
Hasil pencitraan CT Scan atau MRI.
- d. Cara Pengukuran:
Lesi stroke diklasifikasikan berdasarkan lokasinya dalam struktur otak berdasarkan hasil pencitraan.
- e. Skala Ukur
Nominal.
- f. Hasil Pengukuran:
 - 1 = Kortikal
 - 2 = Subkortikal

2.7.14 Distribusi Lesi Stroke

- a. Definisi:
Distribusi lesi stroke mengacu pada pola penyebaran area yang terkena dampak akibat gangguan aliran darah ke otak. Distribusi ini berhubungan dengan jenis stroke dan mekanisme patologisnya.
- b. Pengukur:
Tenaga medis yang menilai hasil pencitraan otak.
- c. Alat Ukur:
Hasil pencitraan CT Scan atau MRI.
- d. Cara Pengukuran:
Lesi stroke dikategorikan berdasarkan distribusinya sesuai interpretasi hasil pencitraan.
- e. Skala Ukur
Nominal.
- f. Hasil Pengukuran:
1 = Lakuner 2 = Non-lakuner

2.7.15 Ketebalan Tunika Intima Media

- g. Definisi:
Ketebalan tunika intima media (TIM) adalah ukuran ketebalan lapisan dalam arteri karotis interna, yang digunakan sebagai indikator aterosklerosis subklinis. Peningkatan ketebalan TIM menandakan proses aterosklerosis yang berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular.
- h. Pengukur:
Tenaga medis yang melakukan pemeriksaan menggunakan ultrasonografi Doppler.
- i. Alat Ukur:
Ultrasonografi Doppler pada arteri karotis.
- j. Cara Pengukuran:
Pemeriksaan TIM dilakukan menggunakan ultrasonografi Doppler pada arteri karotis komunis di kedua sisi leher. Standar pemeriksaan mencakup teknik B-mode dengan resolusi tinggi untuk mendapatkan gambar optimal. Pengukuran dilakukan pada dinding jauh arteri karotis komunis, sekitar 10 mm proksimal dari bifurkasio, dengan

memastikan sudut insonasi optimal, yaitu 90° terhadap dinding pembuluh darah, guna meningkatkan akurasi hasil. Penggunaan transduser linear dengan frekuensi >7 MHz disarankan untuk memperoleh resolusi yang lebih baik. Selain itu, kedalaman fokus dan pengaturan gain disesuaikan agar batas lumen-intima serta media-adventitia tampak jelas, karena TIM diukur sebagai jarak antara dua garis echogenic yang mewakili lapisan tersebut (Stein et al., 2008). Hasil yang diukur adalah ketebalan lapisan tunika intima media dalam satuan milimeter (mm).

k. Skala Ukur

Rasio dan nominal.

l. Hasil Pengukuran:

Nilai ketebalan TIM dalam mm yang lebih tinggi dari 0,9 mm dikategorikan sebagai abnormal, yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan persentil sesuai referensi usia dan jenis kelamin.

Pengelompokan berdasarkan standar referensi (Stein et al., 2008):

- Persentil ke-75 atau lebih: Risiko tinggi kardiovaskular.
- Persentil ke-25 hingga ke-75: Risiko rata-rata.
- Persentil di bawah ke-25: Risiko rendah.

Menurut American Society of Echography, nilai TIM yang mencapai persentil ke-97,5 berdasarkan usia harus dianggap abnormal, karena risiko vaskular cenderung meningkat secara signifikan pada kelompok ini. Oleh karena itu, interpretasi hasil dilakukan dengan mempertimbangkan faktor usia dan jenis kelamin pasien untuk memastikan klasifikasi risiko yang lebih akurat (Stein et al., 2008).

2.7.16 Fungsi Kognitif

a. Definisi:

Fungsi kognitif adalah kemampuan individu dalam menerima, mengolah, menyimpan, dan menggunakan informasi dalam kehidupan sehari-hari. Fungsi ini mencakup berbagai aspek, termasuk atensi, memori, bahasa, kemampuan visuospasial, serta fungsi eksekutif seperti perencanaan, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah.

Penilaian fungsi kognitif dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *Montreal Cognitive Assessment* versi Indonesia (MoCA-INA), yang merupakan alat skrining standar untuk mendeteksi gangguan kognitif ringan. MoCA-INA dirancang untuk mengevaluasi defisit kognitif yang dapat terjadi akibat penuaan, penyakit neurodegeneratif, gangguan serebrovaskular, atau faktor risiko lain seperti hipertensi, diabetes melitus, dan dislipidemia.

b. Pengukur:

Tenaga medis atau peneliti yang telah terlatih dalam penggunaan dan interpretasi skala MoCA-INA.

c. Alat Ukur:

Montreal Cognitive Assessment versi Indonesia (MoCA-INA).

d. Cara Pengukuran:

- Pasien diberikan serangkaian tugas dan pertanyaan yang mencakup berbagai aspek kognitif, termasuk atensi dan konsentrasi, memori jangka pendek, orientasi waktu dan tempat, keterampilan bahasa, kemampuan visuospasial, serta fungsi eksekutif.
- Skor diberikan berdasarkan kinerja pasien dalam setiap komponen tes.
- Jika pasien memiliki pendidikan formal ≤ 12 tahun, maka diberikan tambahan skor 1 poin untuk menyesuaikan dengan tingkat pendidikan
- Total skor maksimal adalah 30 poin.
- Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan cut-off score yang telah ditentukan untuk mengklasifikasikan adanya gangguan kognitif atau tidak.

e. Skala Ukur

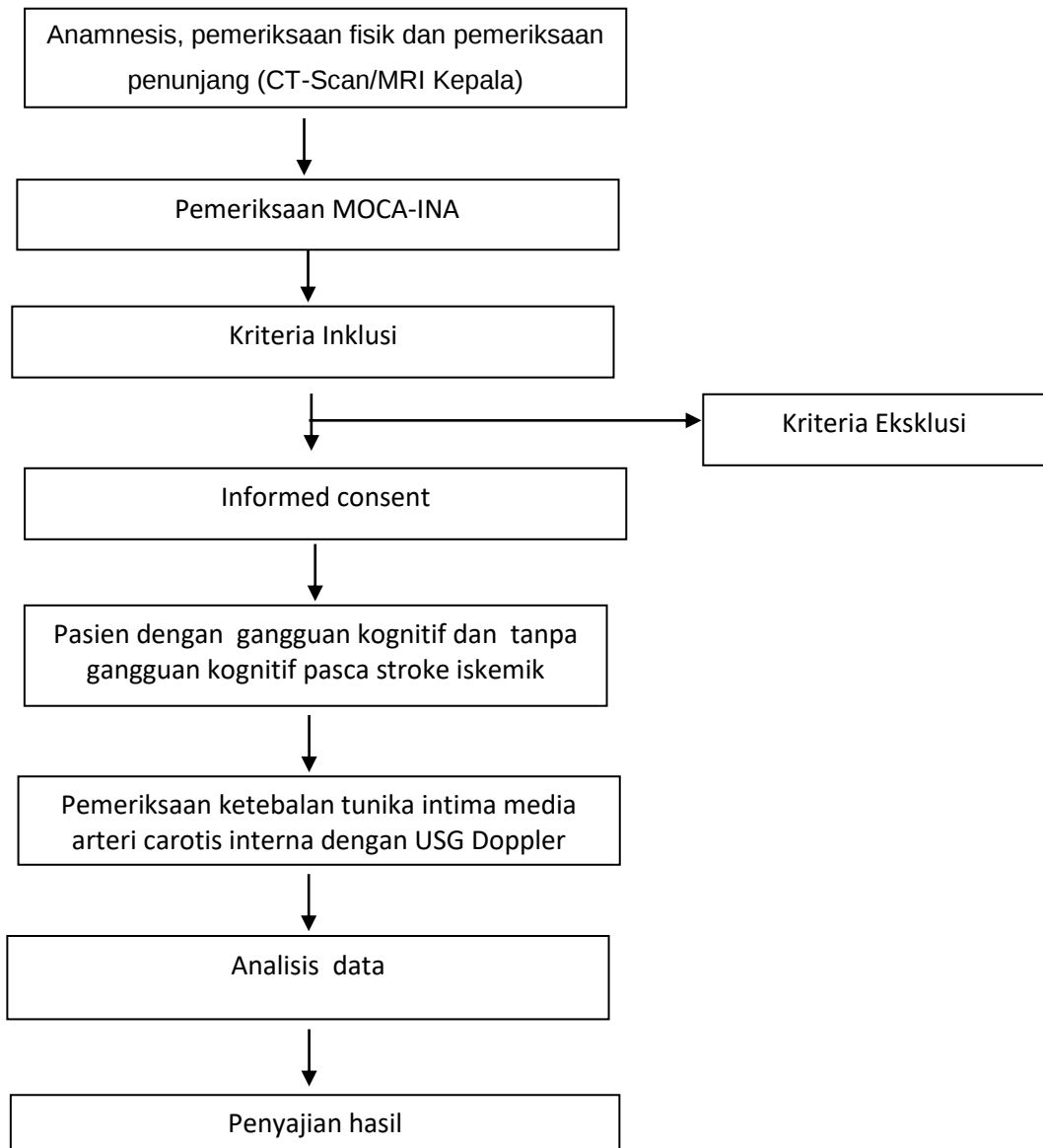
Nominal.

f. Hasil Pengukuran:

Klasifikasi berdasarkan nilai *cut-off score* MoCA-INA:

1 = Gangguan kognitif: Skor < 26 2 = Normal: Skor ≥ 26

2.8 Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

2.9 Cara Kerja Penelitian

2.9.1 Alat dan Bahan

a. Alat Pemeriksaan Kognitif

Montreal Cognitive Assessment versi Bahasa Indonesia (MoCA-INA)

b. Alat Diagnostik

- Ultrasonografi Doppler untuk pengukuran TIM
- CT-scan atau MRI otak untuk konfirmasi diagnosis stroke

c. Alat Pendukung

- Formulir *informed consent*
- Kuesioner faktor risiko vaskular
- Laptop/komputer untuk analisis data

2.9.2 Cara Kerja

1. Rekrutmen Pasien

Pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi direkrut dari Poliklinik Saraf Rumah Sakit Wahidin dan jejaringnya selama periode penelitian. Seleksi dilakukan berdasarkan data rekam medis dan wawancara awal untuk memastikan kesesuaian dengan syarat penelitian.

2. Pemeriksaan Fungsi Kognitif

Status kognitif pasien dievaluasi menggunakan *Montreal Cognitive Assessment* versi Indonesia (MoCA-INA) untuk mengelompokkan pasien ke dalam kelompok gangguan kognitif pasca-stroke dan tanpa gangguan kognitif

Proses penilaian dilakukan melalui wawancara langsung antara pemeriksa dan pasien di lingkungan yang tenang dan minim distraksi. Pemeriksa memberikan instruksi secara lisan, membimbing pasien dalam mengerjakan setiap tugas, dan mencatat jawaban atau respons pasien secara langsung pada lembar penilaian MoCA-INA. Pemeriksaan berlangsung selama 10–15 menit, dan pemeriksa memastikan pasien memahami setiap instruksi sebelum memberikan tugas. Jika pasien mengalami kesulitan memahami instruksi verbal, pemeriksa dapat memberikan contoh tambahan atau mengulang pertanyaan tanpa mengubah makna. Skor maksimum MoCA-INA adalah 30 poin, dengan skor ≥ 26 dikategorikan sebagai tanpa gangguan kognitif, sedangkan skor < 26 dikategorikan sebagai gangguan kognitif pasca-stroke (Panentu & Irfan, 2013).

Setiap domain kognitif dinilai melalui serangkaian tugas yang menguji berbagai aspek fungsi kognitif. Fungsi eksekutif dinilai dengan tugas menggambar pola *alternating trail making*, tugas verbal *phonemic fluency*, dan tugas abstraksi. Memori diuji dengan pemberian lima kata yang harus diulang oleh pasien segera setelah disebutkan dan diingat

kembali setelah beberapa menit. Atensi dan konsentrasi diukur melalui tugas digit span maju dan mundur, penjumlahan serial tujuh (*serial subtraction*), serta uji pencermatan (*tapping task*). Bahasa dinilai dengan tugas penamaan objek berdasarkan gambar hewan, pengulangan kalimat kompleks, serta uji kefasihan verbal (*verbal fluency*). Abstraksi dinilai melalui tugas menilai kesamaan suatu benda. Visuospasial dinilai melalui tugas menggambar kubus tiga dimensi dan uji *clock drawing test*. Orientasi dinilai dengan menanyakan tanggal, bulan, tahun, lokasi, dan institusi tempat pasien berada (Panentu & Irfan, 2013).

3. Pengukuran Ketebalan Tunika Intima Media (TIM) Arteri Karotis Interna
Pemeriksaan ketebalan tunika intima media (TIM) dilakukan menggunakan ultrasonografi Doppler pada arteri karotis komunis di kedua sisi leher. Pengukuran dilakukan oleh tenaga medis yang terlatih guna memastikan data yang diperoleh akurat dan dapat diandalkan. Standar pemeriksaan mencakup teknik pencitraan B-mode beresolusi tinggi untuk menghasilkan gambar yang optimal. Pengukuran dilakukan pada dinding jauh arteri karotis komunis, sekitar 10 mm proksimal dari bifurkasio, dengan sudut insonasi 90° terhadap dinding pembuluh darah guna meningkatkan ketepatan hasil. Penggunaan transduser linear dengan frekuensi di atas 7 MHz dianjurkan untuk meningkatkan resolusi gambar. Selain itu, kedalaman fokus dan pengaturan *gain* disesuaikan agar batas lumen-intima serta media-adventitia tampak jelas, mengingat TIM diukur berdasarkan jarak antara dua garis *echogenic* yang merepresentasikan lapisan tersebut. Untuk meningkatkan reliabilitas, pengukuran dilakukan sebanyak lima kali pada setiap sisi, kemudian dihitung nilai rata-rata sebagai TIM rata-rata.

Analisis TIM dalam penelitian ini dilakukan dalam dua bentuk, yaitu sebagai variabel numerik dan kategorik. Sebagai variabel numerik, peningkatan TIM dievaluasi terhadap risiko gangguan kognitif pasca-stroke menggunakan analisis regresi logistik untuk mengestimasi *odds ratio*, dengan model yang mempertimbangkan setiap peningkatan 1 mm dalam TIM dan dampaknya terhadap risiko gangguan kognitif.

Sebagai variabel kategorik, ketebalan tunika intima media (TIM) diklasifikasikan ke dalam kategori risiko tinggi serta risiko rata-rata/rendah berdasarkan referensi usia dan jenis kelamin (Simova,

2015). American Society of Echocardiography merekomendasikan bahwa nilai TIM yang berada pada atau di atas persentil ke-75 menunjukkan peningkatan risiko kardiovaskular, sementara nilai antara persentil ke-25 hingga ke-75 dikategorikan sebagai risiko rata-rata, dan nilai di bawah persentil ke-25 dianggap sebagai risiko rendah. Pendekatan konservatif lainnya menyarankan bahwa nilai TIM yang mencapai persentil ke-97,5 berdasarkan usia harus diklasifikasikan sebagai abnormal, karena peningkatan risiko vaskular yang signifikan umumnya ditemukan pada individu dengan ketebalan TIM tertinggi dalam populasi (Stein et al., 2008).

4. Pengumpulan Data Karakteristik Pasien

Data demografi, klinis, dan faktor risiko vaskular dikumpulkan melalui wawancara dan pemeriksaan rekam medis. Variabel yang dikaji dalam penelitian ini meliputi jenis kelamin, usia, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, riwayat pendidikan, riwayat konsumsi alkohol, riwayat kebiasaan merokok, riwayat diabetes melitus, riwayat hipertensi, riwayat dislipidemia, riwayat penyakit jantung koroner, riwayat stroke sebelumnya, subtype stroke, letak lesi stroke, dan distribusi lesi stroke.

5. Analisis Statistik

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara TIM arteri karotis dan gangguan kognitif pasca-stroke serta mengidentifikasi faktor risiko lain yang berhubungan dengan gangguan kognitif pasca-stroke.

2.10 Analisis Data dan Uji Statistik

Uji statistik yang digunakan untuk menghubungkan data kategori adalah uji chi square sedangkan untuk korelasi antar data numerik, jika data terdistribusi normal menggunakan uji korelasi pearson sedangkan jika data tidak terdistribusi normal menggunakan uji korelasi spearman. Untuk mengetahui normalitas data menggunakan uji kolmogorov smirnov karena sampel > 50. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data adalah SPSS versi 27.0

2.11 Izin Penelitian dan Kelayakan Etik

Penelitian ini telah disetujui oleh komisi etik penelitian biomedis pada Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar dengan Nomor : 545/UN4.6.4.5.31/ PP36/2025.

Setiap subjek yang ikut serta dalam penelitian ini diberikan penjelasan tentang latar belakang, tujuan penelitian, manfaat serta risiko yang dapat terjadi. Setelah mendapat penjelasan, subjek menandatangani Surat Persetujuan Peserta Penelitian. Setiap tindakan dilakukan atas seizin dan sepengetahuan subjek penelitian