

Hubungan HbA1c dan Pulsatility Index Pada Penderita Stroke Trombotik Akut di RSUD Dr Soetomo

Rio Tasti Surpa Rahmat Bintang*, Yudhi Adrianto, Sita Setyowati

Universitas Airlangga, Indonesia

Email: riotasti1@gmail.com, yudhi_neuro@yahoo.com, sitasetyowatie@gmail.com

Abstract:

Stroke merupakan penyebab utama disabilitas dan kematian nomor dua di dunia, dengan sebagian besar kasus berupa stroke iskemik. Diabetes mellitus menjadi salah satu faktor risiko penting karena hiperglikemia kronis dapat meningkatkan viskositas darah dan resistensi pembuluh serebral. Kadar HbA1c mencerminkan kontrol glikemik jangka panjang, sedangkan nilai *pulsatility index* (PI) dari pemeriksaan *transcranial Doppler* (TCD) menggambarkan resistensi vaskular otak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kadar HbA1c dan PI pada penderita stroke trombotik akut. Penelitian ini menggunakan desain observasional dengan pendekatan *cross-sectional* pada pasien stroke trombotik akut yang dirawat di bangsal saraf RSUD Dr. Soetomo Surabaya periode Oktober 2019–April 2020. Data diperoleh dari rekam medis pasien yang memenuhi kriteria inklusi (usia >18 tahun dan telah menjalani pemeriksaan TCD) serta eksklusi (stroke emboli). Analisis data menggunakan uji korelasi Spearman untuk variabel numerik dan uji Chi-square untuk variabel kategorik dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Sebanyak 32 subjek memenuhi kriteria, terdiri dari 24 laki-laki (75%) dan 8 perempuan (25%) dengan rata-rata usia $56,41 \pm 13,22$ tahun. Nilai rata-rata HbA1c adalah $6,55 \pm 1,9\%$. Sebanyak 14 pasien (43,75%) memiliki PI *Middle Cerebral Artery* (MCA) tidak normal (rata-rata $1,8 \pm 0,97$) dan 18 pasien (56,25%) memiliki PI normal (rata-rata $0,87 \pm 0,15$). Analisis statistik menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar HbA1c dan PI MCA ($r=0,07$; $p=0,73$). Secara klinis, temuan ini menunjukkan bahwa kontrol glikemik pada pasien stroke trombotik akut tidak berhubungan langsung dengan resistensi vaskular serebral, sehingga faktor lain kemungkinan berperan dalam perubahan hemodinamik otak.

Kata kunci : stroke trombotik akut, HbA1c, pulsatility index transcranial doppler, faktor risiko stroke, viskositas darah.

Abstract:

Stroke is the second leading cause of death and a major contributor to disability worldwide, with ischemic stroke being the most prevalent type. Diabetes mellitus is a significant risk factor for ischemic stroke, as chronic hyperglycemia increases blood viscosity and vascular resistance. Glycemic control can be assessed through glycated hemoglobin (HbA1c), while the pulsatility index (PI) measured by transcranial Doppler (TCD) reflects cerebral vascular resistance. This study aimed to determine the relationship between HbA1c levels and the pulsatility index of the middle cerebral artery (MCA) in patients with acute thrombotic stroke. This observational study employed a cross-sectional design using medical records of patients with acute thrombotic stroke admitted to the Neurology Ward of Dr. Soetomo General Hospital, Surabaya, from October 2019 to April 2020. Inclusion criteria included patients over 18 years old who underwent TCD examination, while those with embolic stroke were excluded. Data were analyzed using the Spearman correlation test for numerical data and the Chi-square test for categorical variables, with a significance level of $p < 0.05$. A total of 32 subjects met the inclusion and exclusion criteria, consisting of 24 males (75%) and 8 females (25%) with a mean age of 56.41 ± 13.22 years. The mean HbA1c level was $6.55 \pm 1.9\%$. Abnormal MCA PI values were observed in 14 patients (43.75%), while 18 (56.25%) had normal PI. Statistical analysis showed no significant correlation between HbA1c levels and MCA PI ($r = 0.07$; $p = 0.73$).

Keywords: acute thrombotic stroke, HbA1c, transcranial doppler pulsatility index, stroke risk factors, blood viscosity.

Corresponding: Rio Tasti Surpa Rahmat Bintang*

E-mail: riotasti1@gmail.com



PENDAHULUAN

Stroke adalah penyebab paling umum disabilitas dan menjadi pembunuh nomor dua di dunia (Purba & Utama, 2019; Saputra & Mardiono, 2022). Berdasarkan data World Health Organization (WHO) tahun 2012, stroke merupakan penyebab kematian nomor satu dengan persentase 21%. Data Riskesdas di Indonesia tahun 2013, menunjukkan prevalensi stroke tertinggi di Sulawesi Utara (10,8/1000) diikuti DI Yogyakarta (10,3/1000). Jawa Timur menempati posisi ke-6 dengan angka prevalensi (9,1/1000). Secara umum dalam dua setengah dekade terakhir, terdapat peningkatan signifikan kejadian stroke, terutama di negara berkembang (Saifullah et al., 2024). Namun demikian, berdasarkan data WHO tahun 2012, stroke merupakan penyebab kematian nomor satu dengan persentase 21%.³ Dalam 5 tahun terakhir, prevalensi stroke di Indonesia mengalami peningkatan dari 7% pada tahun 2013 menjadi 10,9% pada tahun 2018. Data Riskesdas di Indonesia tahun 2018, menunjukkan prevalensi stroke tertinggi di Kalimantan Timur (14,7/1000), Jawa Timur menempati posisi ke-8, masih lebih tinggi dari prevalensi nasional (10,9/1000).

Beberapa studi multicenter menunjukkan faktor resiko yang mendasari kejadian stroke di Indonesia, antara lain hipertensi, diabetes mellitus dan dyslipidemia (Gardino et al., 2022; Purwandari et al., 2022; Sholehah et al., 2024). Diantara 5411 pasien stroke, 67,03% merupakan stroke iskemik (Nugraha et al., 2020). Sebanyak 16% pasien dapat mengalami stroke ulang pada tahun yang sama menurut penelitian di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional pada tahun 2014 (Prasetyo & Garini, 2018; Solihah et al., 2024).

Stroke iskemik terjadi karena aliran darah yang memperfusi bagian otak terhenti tiba-tiba karena pembuluh darah mengalami oklusi (Bakrie et al., 2024). Penyebab utama stroke iskemik antara lain trombosis, emboli dan iskemia global (Putri et al., 2024). Pada trombosis serebral terjadi pembentukan trombus pada lumen arteri, seperti arteri karotis interna, arteri vertebralis maupun arteri intrakranial lainnya (Sutia et al., 2020). Trombosis serebral didahului oleh aterosklerosis. Aterosklerosis merupakan penyebab utama obstruksi pembuluh darah yang menyebabkan stroke trombotik (Angeline et al., 2022).

Ultrasonografi transkrania (transcranial Doppler/TCD) merupakan pemeriksaan yang non-invasif, cepat dan menyajikan data real-time terhadap fungsi pembuluh darah otak. TCD dapat memproduksi banyak parameter. Salah satu parameter yang bisa diperoleh adalah Pulsatility Index (PI). PI mengukur resistensi pembuluh darah dan diwujudkan dalam bentuk gelombang spectral. Beberapa faktor perantara diperlukan untuk menjelaskan keterkaitan langsung antara PI dan stroke iskemik. Faktor terpenting yang mempengaruhi PI adalah kecepatan aliran darah dan viskositas darah (Salman et al., 2018; Syakila et al., 2025).

Pembentukan plak aterosklerosis sebagai mekanisme utama penyebab stroke trombotik dipengaruhi beberapa faktor resiko seperti diabetes mellitus, hipertensi dan dislipidemia (Pratidina, 2025). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan keterkaitan antara viskositas darah dan faktor resiko stroke trombotik tersebut. Terdapat viskositas darah lebih tinggi pada pasien diabetes tipe 2 yang disertai sindrom metabolik dibanding yang tidak (Entika et al., 2017). Viskositas darah sendiri disebutkan berasosiasi secara independen terhadap kadar glukosa. Terdapat efek yang berbanding terbalik antara kadar Low Density Lipoprotein (LDL)

dan High Density Lipoprotein (HDL) terhadap viskositas darah (Purnamasari, 2018; Santosa et al., 2024; Tangkau et al., 2025). Begitu pula dengan viskositas darah yang berkaitan dengan level trigliserida plasma (Lestari, 2017). Walaupun demikian, terdapat pula yang menyebutkan bahwa kadar kolesterol LDL dan HDL berkaitan dengan viskositas plasma darah, namun tidak dengan viskositas darah secara keseluruhan (Maulidia, 2021; Tirono et al., 2024).

Hingga saat ini, di RSUD Dr. Soetomo belum terdapat penelitian tentang karakteristik pengukuran PI pada otak terutama pada pasien stroke iskemik. Variabel ini dapat menjadi prediktor potensial kejadian stroke iskemik di masa mendatang. Selain itu, hubungan antara PI dan beberapa faktor resiko atherosklerosis yaitu hiperglikemia melalui HbA1c, hipertensi dan hiperkolesterolemia masih dapat dieksplorasi lebih jauh.

Penelitian oleh Akbar (2024) menunjukkan bahwa kadar glycated hemoglobin (HbA1c) memiliki hubungan signifikan dengan keparahan stroke iskemik akut. Pasien dengan kadar HbA1c tinggi cenderung mengalami infark lebih luas dan prognosis klinis yang lebih buruk. Studi tersebut menegaskan peran hiperglikemia kronis dalam memperburuk disfungsi endotel dan meningkatkan resistensi vaskular otak. Namun, penelitian ini hanya menggunakan parameter laboratorium dan skor klinis (seperti NIHSS) tanpa menilai perubahan hemodinamik secara langsung melalui Transcranial Doppler (TCD). Hal ini membatasi pemahaman mengenai bagaimana hiperglikemia kronik berkontribusi terhadap peningkatan resistensi vaskular serebral secara fisiologis. Sementara itu, penelitian oleh Prasetya (2025) menekankan pentingnya Pulsatility Index (PI) dari pemeriksaan TCD sebagai indikator non-invasif untuk menilai resistensi pembuluh darah otak pada pasien stroke iskemik. Nilai PI yang tinggi dikaitkan dengan gangguan perfusi dan prognosis buruk pasca-stroke. Namun, studi tersebut tidak mengevaluasi hubungan antara PI dan parameter metabolik seperti HbA1c, sehingga belum dapat menjelaskan keterkaitan antara kontrol glikemik jangka panjang dan resistensi vaskular serebral.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kadar HbA1c dan PI pada penderita stroke trombotik akut. Penelitian ini bermanfaat untuk memperkuat dasar ilmiah dalam penggunaan HbA1c sebagai penanda risiko vaskular dan PI sebagai indikator non-invasif untuk memantau resistensi pembuluh darah otak. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan strategi preventif sekunder dan evaluasi prognostik pasien stroke iskemik di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Rancangan Penelitian

1. Jenis Penelitian : Jenis penelitian yang dilakukan bersifat observasional analitik retrospektif.
2. Rancangan Penelitian : Rancangan yang dipakai adalah potong lintang (cross sectional study) retrospektif.

Populasi, Subjek, Besar Subjek dan Teknik Pengambilan Subjek

1. Populasi Target : Populasi target penelitian ini adalah seluruh penderita stroke trombotik akut Oktober 2019 hingga April 2020.
2. Populasi Terjangkau : Populasi terjangkau penelitian ini adalah penderita stroke trombotik akut yang dirawat di ruang Seruni, Seruni B, Seruni A RSUD Dr. Soetomo pada periode Oktober 2019 hingga April 2020.
3. Subjek Penelitian : Penderita stroke trombotik akut yang dirawat ruang Seruni, Seruni B, Seruni A RSUD Dr. Soetomo pada periode Oktober 2019 hingga April 2020 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria Inklusi

1. Penderita stroke trombotik akut
2. Usia > 18 tahun
3. Telah menjalani pemeriksaan transcranial doppler

Kriteria Eksklusi

1. Penderita stroke Emboli
2. Data tidak lengkap

Besar Subjek Penelitian

Besar subjek penelitian ini didapatkan melalui cara total sampling sebesar 32 pasien. Pada dasarnya, besar sampel penelitian dengan dua variabel dapat dihitung berdasarkan proporsi dari penelitian sebelumnya. Besar sampel dapat dihitung melalui rumus. Besar subjek penelitian ini didapatkan melalui rumus uji analisis korelatif.

$$n = \left[\frac{Z\alpha + Z\beta}{0,5\ln[(1+r)/(1-r)]} \right]^2 + 3$$

n = besar subjek penelitian

α = tingkat kemaknaan=0,05; $Z\alpha=1,96$

β = 0,20; $Z\beta=0,8$

r = koefisien korelasi=0,5

$$n = \left[\frac{1,96 + 0,8}{0,5\ln[(1,5)/(0,5)]} \right]^2 + 3$$

= 30

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas : HbA1c
2. Variabel Tergantung : Nilai pulsatility index
3. Variabel Perancu : Usia, jenis kelamin, merokok, pasien yang mengkonsumsi statin dan hipertensi.

Definisi Operasional

1. Stroke Trombotik Akut

Stroke trombotik akut adalah defisit neurologis akibat gangguan fungsi otak akut baik fokal atau global yang timbul mendadak dan menetap lebih dari 24 jam dan pada pemeriksaan CT-Scan kepala tanpa kontras tidak menunjukkan gambaran perdarahan.

2. Pulsatility Index

Pulsatility Index adalah perbedaan kecepatan antara tekanan puncak sistolik dikurangi dan tekanan akhir diastolik dibagi dengan kecepatan rata-rata aliran darah. Pengukuran dilakukan sesuai dengan standar pengukuran Mannheim. Teknik pemeriksaan menggunakan ultrasound B mode resolusi tinggi, model hitam putih, linear pada frekuensi >7 MHz, kedalaman fokus rata-rata 30-40 mm, frame rate optimal 25 Hz (>15 Hz) dan log gain compensation 60 dB. Pengaturan gain dan kedalaman dapat disesuaikan untuk memperoleh gambaran yang baik. Pada penelitian ini, pulsatility index diukur pada arteri serebri media. Pulsatility index tidak normal bila $\geq 1,1$.

Hipertensi

Hipertensi adalah tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan atau tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg menurut kriteria JNC 7.69

1. Diabetes Mellitus, diabetes mellitus adalah terdapat riwayat diabetes mellitus pada anamnesis atau riwayat pemakaian obat-obatan hipoglikemik oral atau insulin atau didapatkan gula darah acak ≥ 200 mg/dl atau gula darah puasa ≥ 126 mg/dl.70 Rekomendasi WHO yaitu HbA1c 6,5% sebagai cut-off untuk diagnosa, nilai di bawah 6,5% tidak mengeksklusi diabetes mellitus yang didiagnosa melalui kadar gula darah.58
2. HbA1c, HbA1c adalah hemoglobin yang ter-glikasi yang menggambarkan hiperglikemia kronik. Pengukuran HbA1c memberikan estimasi tidak langsung dari kadar gula darah untuk tiga bulan sebelumnya. HbA1c tidak normal apabila $\geq 6,5\%$.58
3. Usia, usia adalah rentang kehidupan yang dihitung dengan tahun. Data usia berdasarkan kartu tanda penduduk atau bukti diri resmi lainnya, mulai dari tahun lahir hingga tahun pengambilan data. Usia lanjut apabila lebih dari 60 tahun. Usia belum lanjut apabila diantara 18-60 tahun.
4. Penggunaan statin, penggunaan statin adalah riwayat menggunakan statin dengan teratur.
5. Merokok, Riwayat merokok yaitu sebanyak lebih dari 1 pak setiap hari.
6. Low-Density Lipoprotein (LDL), Low Density lipoprotein (LDL) dikenal dengan kolesterol jahat yang memiliki sifat aterogenik. LDL tinggi apabila ≥ 160 mg/dL.71 LDL dikatakan tidak normal apabila ≥ 160 mg/dL.

Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah rekam medik pasien stroke trombotik akut yang dirawat ruang Seruni, Seruni B, Seruni A RSUD Dr. Soetomo pada periode Oktober 2019 hingga April 2020.

Instrumen Penelitian

Pemeriksaan pulsatility index menggunakan mesin ultrasonografi GE type logic E pro.

Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian, Pengambilan subjek penelitian dilakukan di ruang rawat inap saraf yaitu ruang Seruni A, Seruni B, dan Seruni RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Pemeriksaan PI dilakukan di SMF Neurologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya.
2. Waktu Penelitian, Bulan Mei 2020 hingga Maret 2021.

Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data

Semua subjek penelitian diperoleh dari data rekam medik RSUD Dr Soetomo.

Pengolahan dan Analisis Data

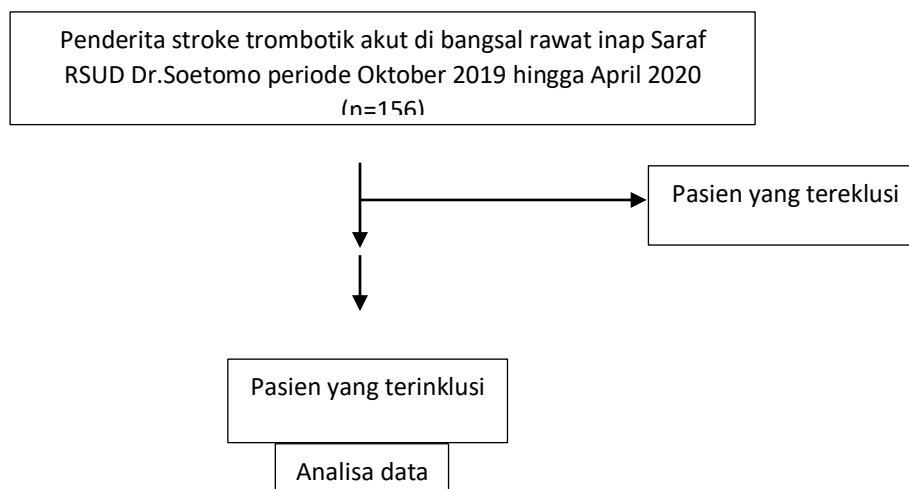
Data yang diperoleh dari lembar pengumpulan data akan dianalisis. Analisis data menggunakan software SPSS versi 24.0. Hubungan HbA1c dengan PI pada penderita stroke trombotik akut dianalisis dengan uji iwayat n Spearman rank correlation dan uji Chi-square.

Etik Penelitian

Etik penelitian didapatkan dari komite etik penelitian iwayat n fakultas kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD. Dr. Soetomo. Penelitian ini sudah dilaksanakan berdasarkan surat keterangan kelaikan etik nomor 0285/LOE/301.4.2/1/2021 tanggal 2 Januari 2021. Kerahasiaan subjek penelitian dijaga dengan baik dengan cara tidak menyebutkan nama, namun ditulis berdasarkan inisial. Data-data hasil penelitian ini hanya digunakan untuk keperluan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek penelitian ini merupakan penderita stroke trombotik akut yang di rawat inap di bangsal Saraf RSUD Dr. Soetomo pada periode bulan Oktober 2019 hingga April 2020 dengan cara total sampling yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari data rekam medik RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Data yang diambil berupa data demografi yang meliputi usia, jenis kelamin, iwayat merokok, penggunaan statin dan iwayat hipertensi, data klinis berupa manifestasi klinis hemiparesis dan facial-lingual palsy, data hasil pemeriksaan Transcranial Doppler (TCD) untuk mengukur pulsatility index dan data laboratorium berupa HbA1c dan LDL. Subjek penelitian ini sebanyak 32 penderita stroke trombotik akut yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi (gambar 5.1). Data demografi, data klinis, hasil pemeriksaan Pulsatility Index dan data laboratorium dianalisis menggunakan uji Chi-Square dan uji korelasi Spearman.



Gambar 1. Penderita stroke trombotik akut yang masuk dalam

Karakteristik Subjek Penelitian

Sebanyak penderita stroke trombotik akut yang masuk dalam penelitian terdiri dari 24 (75%) subjek berjenis kelamin laki-laki dan 8 (25%) perempuan. Usia rata-rata subjek penelitian ini adalah $56,41 \pm 13,22$ tahun dengan usia rata-rata $56,83 \pm 13,77$ tahun pada jenis kelamin laki-laki dan $55,13 \pm 12,19$ tahun pada perempuan. Pada penelitian ini didapatkan semua penderita stroke trombotik akut dengan manifestasi klinis hemiparesis. Hemiparesis sinistra sebanyak 17 (53,13%) subjek dan hemiparesis dextra sebanyak 15 (46,87%) subjek. Hasil pemeriksaan TCD didapatkan PI MCA tidak normal pada 14 (43,75%) subjek dengan rata-rata $1,8 \pm 0,97$ dan PI MCA normal pada 18 (56,25%) subjek dengan rata-rata $0,87 \pm 0,15$. Dari hasil pemeriksaan HbA1c didapatkan normal pada 7 (21,87%) subjek dengan rata-rata $5,66 \pm 0,54\%$ dan tidak normal pada 25 (78,13%) subjek dengan rata-rata $9,75 \pm 1,66\%$. Riwayat penggunaan obat statin sebanyak 3 (9,38%) subjek dan tanpa penggunaan obat statin sebanyak 29 (90,62%) subjek. Riwayat merokok pada 15 (46,87%) subjek dan tidak merokok pada 17 (53,13%) subjek. Hipertensi pada 14 (43,75%) subjek dan tidak hipertensi pada 18 (56,25%) subjek. Hasil pemeriksaan LDL didapatkan normal pada 5 (15,62%) subjek dengan rata-rata $92 \pm 6,28\text{mg/dL}$ dan tidak normal pada 27 (84,38%) subjek dengan rata-rata $140 \pm 40,15\text{mg/dL}$ (tabel 5.1). Tabel 5.1 Karakteristik Subjek Penelitian.

Pulsatility Index Middle Cerebral Artery Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

Pada penelitian ini didapatkan rata-rata hasil pemeriksaan PI MCA 1,29 Rata-rata hasil pemeriksaan PI MCA pada subjek lanjut usia $1,54 \pm 1,02$ dan pada subjek belum lanjut usia $1,18 \pm 0,68$. Tidak didapatkan perbedaan bermakna hasil pemeriksaan PI MCA berdasarkan usia dengan p 0,224.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index

Pada penelitian ini dilakukan analisis beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan PI MCA, antara lain: jenis kelamin, usia, penggunaan statin, merokok, hipertensi dan hasil LDL.

1. Hubungan antara Jenis Kelamin dengan Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index. Tidak didapatkan hubungan antara jenis kelamin dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,217.
2. Hubungan antara Usia dengan Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index. Tidak didapatkan hubungan antara usia dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,212 (tabel 1).

Tabel 1. Hubungan antara Usia dengan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

	PI MCA Normal	PI MCA Tidak Normal	Total	p
Usia				
Lanjut Usia	4	6	10	0,212
Belum Lanjut Usia	14	8	22	

3. Hubungan antara Penggunaan Statin dengan Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index. Tidak didapatkan hubungan antara penggunaan statin dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,702 (tabel 2)

Tabel 2. Hubungan antara Penggunaan Statin dengan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

	PI MCA Normal	PI MCA Tidak Normal	Total	p
Penggunaan Statin				
Ya	2	1	3	0,702
Tidak	16	13	29	

4. Hubungan antara Merokok dengan Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index. Tidak didapatkan hubungan antara merokok dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,067.
5. Hubungan antara Hipertensi dengan Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index. Tidak didapatkan hubungan antara hipertensi dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,119 (tabel 3).

Tabel 3. Hubungan antara Hipertensi dengan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

	PI MCA Normal	PI MCA Tidak Normal	Total	p
Hipertensi				
Ya	6	8	14	0,119
Tidak	13	5	18	

Hubungan Kadar HbA1c dan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan signifikan antara kadar HbA1c dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan p 0,73 yang dianalisis dengan menggunakan uji korelasi Spearman.

Tabel 4. Hubungan Kadar HbA1c dan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

	PI MCA
HbA1c	r = 0,070
	p 0,730
	n = 32

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan hubungan kadar HbA1c dengan hasil pemeriksaan PI MCA. Desain penelitian yang digunakan adalah cross sectional. Subjek penelitian ini merupakan penderita stroke trombotik akut yang di rawat inap di bangsal Saraf RSUD Dr. Soetomo. Data yang diperoleh dianalisis untuk membuktikan hubungan kadar HbA1c dengan hasil pemeriksaan PI MCA yang diperoleh dengan pemeriksaan Transcranial Dopler (TCD).

Karakteristik Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini didominasi jenis kelamin laki-laki sebanyak 24 (75%) sampel. Hal ini berbeda dengan beberapa penelitian yang menghubungkan antara PI dengan beberapa faktor metabolik, antara lain penelitian Farhoudi di Iran yang menggunakan design case-control pada pasien hiperkolesterolemia. Pada penelitian tersebut, subjek pria dibanding perempuan sebesar 14:16.

Rata-rata usia subjek penelitian ini adalah $56,41 \pm 13,22$ tahun. Hal ini tidak jauh berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya, yaitu secara berturut-turut 57,78 tahun dan 53,13 tahun. Rata-rata usia lebih tua didapatkan pada studi dari Han et al., yaitu 68,4 tahun.

Pada penelitian ini didapatkan semua subjek dengan manifestasi klinis hemiparesis dan sebagian facial-lingual palsy dengan data hasil pemeriksaan PI pada MCA rata-rata dari keseluruhan sampel adalah $1,29 \pm 0,80$ dan tidak didapatkan perbedaan bermakna hasil pemeriksaan PI diantara jenis kelamin dan usia dengan p 0,714 dan p 0,224. Didapatkan PI tidak normal dengan cut off 1,1 pada 14 (43,75%) dengan rata-rata $1,8 \pm 0,97$. Hal ini sesuai dengan penelitian Fu mengenai hubungan PI dengan white matter lesions (WMLs) yang parah. Rata-rata PI $1,15 \pm 0,23$ berhubungan dengan WMLs yang parah ($p < 0,001$). Pada penelitian ini disebutkan cut off PI 1,04 dapat mengidentifikasi WMLs yang parah.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Pulsatility Index

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan antara usia yang dibagi menjadi kelompok belum lanjut usia dan lanjut usia dengan hasil pemeriksaan PI MCA ($p 0,212$). Temuan ini berbeda dibandingkan hasil penelitian sebelumnya di Seoul, Korea Selatan yang menunjukkan hubungan antara PI pada MCA dengan usia lanjut, status diabetes dan peningkatan BV.

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan antara jenis kelamin terhadap hasil pemeriksaan PI MCA ($p 0,217$). Filatova melakukan penelitian mengenai pengaruh usia dan jenis kelamin terhadap sifat reologi darah, didapatkan hasil bahwa viskositas darah menurun pada pria lanjut usia tetapi semakin meningkat pada wanita seiring bertambahnya usia. Penelitian ini membagi usia menjadi tiga kelompok, dengan hasil pemeriksaan viskositas darah

3,6 ± 0,07 mPa.s pada bayi hingga masa kanak-kanak, 5,1 ± 0,06 mPa.s pada pria dan 4,3 ± 0,05 mPa.s pada wanita remaja hingga dewasa, 4,7 ± 0,13 mPa.s pada pria dan 4,4 ± 0,09 mPa.s pada wanita lanjut usia. Pada subjek dewasa, nilai viskositas darah berbeda nyata pada pria dan wanita ($p < 0,001$).

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan antara merokok dengan hasil pemeriksaan PI MCA ($p 0,067$). Hal ini berbeda dengan penelitian Almarshad dan Hassan yang mengevaluasi pengaruh merokok pada parameter hematologi. Didapatkan rata-rata viskositas darah pada perokok lebih tinggi yaitu 3,72 ± 0,4 mPa.s dibandingkan tidak merokok 3,25 ± 0,21 mPa.s.⁷⁷ Pada penelitian ini tidak didapatkan data yang lengkap apakah pasien merokok setiap hari maupun apakah sudah berhenti merokok.

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan antara penggunaan statin dengan hasil pemeriksaan PI MCA ($p 0,702$). Penelitian Jung mengenai statin yang dapat menurunkan viskositas darah menyebutkan bahwa viskositas darah signifikan lebih rendah satu bulan setelah pengobatan statin ($p = 0,044$). Statin juga memiliki efek reologi selain efek menurunkan lemak darah.

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan antara hipertensi dengan hasil pemeriksaan PI MCA ($p 0,119$). Hal ini serupa dengan penelitian de Simone mengenai hubungan tekanan darah dengan viskositas darah, disebutkan bahwa viskositas darah pada subjek hipertensi tidak lebih tinggi dibanding normotensi.⁷⁹ Penelitian lain oleh Taco-Vasques mengenai hubungan hipertensi sebagai faktor risiko penyakit kardiovaskular dengan viskositas darah menyebutkan bahwa tekanan darah sistolik dan diastolik tidak berhubungan dengan viskositas darah dengan $p 0,24$ dan $p 0,27$.

Hubungan Kadar HbA1c dan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan bermakna antara kadar HbA1c dengan hasil pemeriksaan PI MCA dengan $p 0,73$. Studi Doppler dari Farhoudi menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara dyslipidemia dan PI MCA. Kondisi hiperkolesterolemia (LDL > 160 mg/dl) bukan merupakan faktor yang mempengaruhi perubahan kondisi hemodinamik pada arteri intracranial.

Penelitian Lee di Seoul menyatakan PI merefleksikan perubahan vaskuler mikro pada penderita DM. Penelitian ini didesain untuk mengetahui perbedaan PI pada penderita DM yang mengalami komplikasi dan tidak mengalami komplikasi dibanding kelompok kontrol. Komplikasi tersebut berupa neuropathy, retinopathy dan nephropathy. Didapatkan perbedaan bermakna PI MCA pada kelompok pasien DM dengan komplikasi dan tanpa komplikasi, serta ketika dibandingkan dengan kelompok control.

Penelitian Shen mengenai hubungan HbA1c dengan risiko stroke pada pasien DM tipe 2 menunjukkan risiko stroke meningkat seiring dengan peningkatan HbA1c. Risiko stroke 1,43 (1,19-1,72) kali lebih tinggi pada pasien DM tipe 2 usia < 60 tahun dengan HbA1c ≥ 10.

KESIMPULAN

Tidak didapatkan hubungan bermakna antara kadar HbA1c dan Pulsatility Index Middle Cerebral Artery pada pasien stroke trombotik akut di RSUD Dr. Soetomo Berdasarkan studi observasional potong-lintang terhadap 32 pasien stroke trombotik akut di RSUD Dr. Soetomo (Oktober 2019–April 2020), rata-rata usia 56,41±13,22 tahun dan mayoritas laki-laki (75%), didapatkan PI MCA tidak normal pada 43,75% (rata-rata 1,8±0,97) dan normal pada 56,25% (0,87±0,15), dengan rerata HbA1c 6,55±1,9%. Uji korelasi Spearman menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara HbA1c dan PI MCA ($r=0,07$; $p=0,73$), dan analisis kategorik juga tidak menemukan kaitan PI dengan usia, jenis kelamin, merokok, hipertensi, atau penggunaan statin. Temuan ini mengindikasikan bahwa kontrol glikemik jangka panjang (HbA1c) tidak merefleksikan resistensi aliran serebral (PI) pada fase akut stroke trombotik, sehingga HbA1c tidak layak dijadikan prediktor tunggal perubahan hemodinamik intrakranial pada kondisi ini. Meski demikian, TCD-PI tetap berguna untuk karakterisasi hemodinamik, sementara faktor lain seperti aterosklerosis dan karakteristik vaskular kemungkinan lebih dominan. Keterbatasan penelitian meliputi desain retrospektif, ukuran sampel kecil, satu pusat layanan, dan potensi perancu yang tidak sepenuhnya terkontrol; penelitian prospektif dengan sampel lebih besar dan penilaian faktor reologi lain disarankan untuk memperkuat bukti.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., Puspita, W. W. E., Bintang, A. K., Soraya, G. V., Lotisna, M., & Bahar, A. (2024). Hubungan Kadar Nitric Oxide (No) Dengan Tingkat Severitas Dan Luaran Klinis Stroke Iskemik Akut Yang Diukur Dengan Nihss Dan mRS. *Medika Alkhairaat: Jurnal Penelitian Kedokteran Dan Kesehatan*, 6(1), 288–297.
- Angeline, H., Pertiwi, J. M., & Tangkudung, G. (2022). Determinan Aterosklerosis Pembuluh Darah Intrakranial Dan Ekstrakranial Pada Stroke Iskemik. *Journal Of The Indonesian Medical Association*, 72(2), 66–75.
- Bakrie, Z. A., Arifin, A. F., Muchsin, A. H., & Kamaluddin, I. D. K. (2024). Hubungan Kadar Leukosit pada Pasien Stroke Iskemik. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 4(6), 430–437.
- Entika, R. H., Ahmad Farudin, S. K. M., & Elida Soviana, S. G. (2017). *Hubungan Status Gizi dan Sindrom Metabolik dengan Kejadian Komplikasi Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Rawat Jalan di RSUD Dr. Moewardi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gardino, S., Firmansyah, Y., & Naibaho, M. L. (2022). Analisis multivariat faktor risiko metabolik penyebab kejadian Stroke (studi kasus kontrol di Puskesmas Kecamatan Cempaka putih). *Jurnal Medika Hutama*, 3(03 April), 2704–2717.
- Lestari, E. T. (2017). *Perbedaan Kadar Trigliserida Serum Dari Darah Yang Dibekukan Sebelum Dicentrifuge Dan Langsung Dicentrifuge*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Maulidia, M. (2021). *Pengaruh Pemberian VCO (Virgin Coconut Oil) Terhadap Kadar Kolesterol HDL, LDL dan IL-6:(Studi Eksperimental Pada Tikus Wistar Jantan Dengan Hiperkolesterol)*. Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia).
- Nugraha, R. A., Astari, R. V., & Heryadi, R. (2020). Perbandingan Profil Lipid Darah Pada Pasien Stroke Iskemik Dan Stroke Hemoragik Di Rsup Fatmawati Tahun 2018. *Seminar*

- Nasional Riset Kedokteran, 1*(1).
- Prasetya, R. J., Maskoen, T. T., & Pison, O. M. (2025). Korelasi Nilai Transcranial Doppler Pulsatility Index (TCD-PI) dengan Durasi Ventilasi Mekanik pada Pasien Pascabedah Otak. *Jurnal Anestesi Perioperatif, 13*(1), 50–59.
- Prasetyo, E., & Garini, A. S. (2018). Prevalensi Dislipidemia pada Pasien Stroke Iskemik Berulang Rawat Jalan dan atau Rawat Inap di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Periode 2015 –Juni 2017. *Majalah Kesehatan Pharmamedika, 10*(1), 31–39.
- Pratidina, A. (2025). *Hubungan Risiko Hipertensi, Diabetes Mellitus Tipe 2, dan Hiperlipidemia terhadap Tingkat Kejadian Stroke Iskemik di RS Muhammadiyah Lamongan*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Purba, M. M., & Utama, N. R. (2019). Disabilitas klien pasca stroke terhadap depresi. *Jurnal Kesehatan, 10*(3), 346–353.
- Purnamasari, E. (2018). Pengaruh Merokok terhadap Viskositas Darah. *Majalah Kesehatan Pharmamedika, 10*(1), 47–56.
- Purwandari, C. A. A., Wirjatmadi, R. B., & Mahmudiono, T. (2022). Faktor Risiko Terjadinya Komplikasi Kronis Diabetes Melitus Tipe 2 pada Pra Lansia. *Amerta Nutrition, 5*(3).
- Putri, R. A. A., Badriah, R. N., Pratama, J. E., Setiadi, A. A. P., Herawati, F., & Gondokesumo, M. E. (2024). Penggunaan Dapt (Dual Antiplatelet) Pada Cva (Cerebrovascular Accident) Trombosis Atau Stroke Iskemik Dengan Riwayat Pjk (Penyakit Jantung Koroner). *MAHESA: Malahayati Health Student Journal, 4*(12), 5616–5624.
- Saifullah, Y. Y., Rachman, M. E., Limoa, L. T., & Hamado, N. (2024). Literature review: Hubungan hipertensi dengan kejadian stroke iskemik dan stroke hemoragik. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran, 4*(10), 695–708.
- Salman, G., Fatimah, S., & Yulianti, K. (2018). Model Matematika untuk Kecepatan Aliran Darah. *Jurnal EurekaMatika, 6*(2), 73–82.
- Santosa, P. E., Ermawati, R., & Suharyati, S. (2024). Pengaruh Penambahan Milk Replacer Dalam Ransum Terhadap Kadar High Density Lipoprotein Dan Low Density Lipoprotein Kambing Cross Boer Jantan. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals), 8*(4), 632–640.
- Saputra, A. U., & Mardiono, S. (2022). Edukasi Kesehatan Tentang Perawatan Lansia Dengan Kejadian Stroke Di Rumah. *Indonesian Journal Of Community Service, 2*(2), 188–193.
- Sholehah, M., Syamsu, R. F., Musa, I. M., Rachman, M. E., & Jaya, M. A. (2024). Faktor Risiko Penyakit Stroke dan Skizofrenia di Indonesia. *Wal'afiat Hospital Journal, 5*(2), 79–87.
- Solihah, I., Alifiar, I., & Pebiansyah, A. (2024). Analisis Kejadian Stroke Iskemik Berulang Pada Pasien Yang Menggunakan Antiplatelet Di RSUD Singaparna Medika Citrautama (SMC) Tasikmalaya. *Bakti Tunas Husada Conference Series, 4*, 22–35.
- Sutia, D., Indra, S., Permana, H., & Rananda, R. M. (2020). Gambaran Ultrasonografi Plak Arteri Karotis. *Human Care Journal, 5*(2), 436–443.
- Syakila, M., Nurhafiza, S., & Maharany, S. (2025). Merajut ilmu: pendekatan interdisipliner dalam pembelajaran IPA melalui studi mekanisme aliran darah. *Science Education and*

Development Journal Archives, 3(1), 10–18.

Tangkau, V. V. J., Assa, Y. A., & Tiho, M. (2025). Hubungan Kadar High Density Lipoprotein (HDL) dengan Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi. *E-CliniC*, 13(2), 234–240.

Tirono, M., Hananto, F. S., & Mansurudin, S. (2024). *Penerapan medan magnet untuk menurunkan kadar kolesterol, asam urat, glukosa dan viscositas darah mencit penderita diabetes.*