



Artikel Penelitian

Karakteristik Derajat Lesi *White Matter* dan Usia pada Pasien Stroke Iskemik Lakunar Berdasarkan *Magnetic Resonance Imaging*
Characteristics of White Matter Lesion Severity and Age in Patients with Lacunar Ischemic Stroke Diagnosed by Magnetic Resonance Imaging

Syafiq Ariza Amourisva¹, Yuyun Yueniwati¹, Achmad Bayhaqi Nasir Aslam¹

¹Departemen Radiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

Diterima 4 Desember 2025; direvisi 14 Januari 2026; publikasi 29 Oktober 2026

INFORMASI ARTIKEL

Penulis Korespondensi:

Syafiq Ariza Amourisva,
Departemen Radiologi, Fakultas
Kedokteran Universitas Brawijaya,
Malang, Jawa Timur, Indonesia.

Email:

syafiq.ariz@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Stroke iskemik lakunar merupakan manifestasi *small vessel disease* (SVD) yang ditandai oleh infark kecil pada jaringan subkortikal akibat oklusi arteri perforan. *White Matter Hyperintensities* (WMH) merupakan temuan pencitraan yang mencerminkan perubahan degeneratif akibat iskemia kronik dan dapat dinilai menggunakan skala Fazekas.

Tujuan: Mengetahui korelasi antara usia dan derajat Fazekas pada pasien stroke iskemik lakunar berdasarkan MRI di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

Metode: Penelitian analitik observasional retrospektif dilakukan menggunakan data rekam medis dan MRI kepala pasien stroke iskemik lakunar periode Januari 2023–Januari 2024. Interpretasi MRI dilakukan oleh dua dokter spesialis radiologi, dengan kesepakatan antarpenilai dinilai menggunakan uji Kappa. Hubungan usia dan derajat WMH dianalisis menggunakan uji Spearman.

Hasil: Sebanyak 59 pasien diikutsertakan, terdiri atas 1 pasien (1,7%) berusia 18–40 tahun, 27 pasien (45,8%) berusia 41–60 tahun, dan 31 pasien (52,5%) berusia >60 tahun. Seluruh pasien berusia 18–40 tahun memiliki Fazekas I. Pada kelompok 41–60 tahun, 10 pasien (37%) memiliki Fazekas I, 14 (51,9%) Fazekas II, dan 3 (11,1%) Fazekas III. Pada kelompok >60 tahun, masing-masing 4 pasien (12,9%) memiliki Fazekas I dan III, sedangkan 23 (74,2%) memiliki Fazekas II. Uji Spearman menunjukkan hubungan signifikan dengan korelasi positif lemah ($r = 0,269$; $p = 0,039$).

Kesimpulan: Terdapat hubungan positif yang signifikan antara usia dan derajat keparahan WMH pada pasien stroke iskemik lakunar.

Kata Kunci: Lesi white matter; stroke iskemik; usia; magnetic resonance imaging

ABSTRACT

Introduction: Lacunar ischemic stroke is a manifestation of *small vessel disease* (SVD), characterized by small subcortical infarctions caused by perforating artery occlusion. *White Matter Hyperintensities* (WMH) are imaging findings that reflect degenerative changes due to chronic ischemia and can be assessed using the Fazekas scale.

Objective: To determine the correlation between age and Fazekas grade in patients with lacunar ischemic stroke based on MRI findings at Dr. Saiful Anwar Regional General Hospital, Malang.

Methods: This retrospective observational analytical study used medical records and brain MRI data from patients with lacunar ischemic stroke between January 2023 and January 2024. MRI scans were interpreted by two radiologists, and inter-rater agreement was assessed using the Kappa test. The correlation between age and WMH severity was analyzed using Spearman's rank correlation test.

Results: A total of 59 patients were included: 1 (1.7%) aged 18–40 years, 27 (45.8%) aged 41–60 years, and 31 (52.5%) aged over 60 years. All patients aged 18–40 years



had Fazekas grade I. Among those aged 41–60 years, 10 (37%) had grade I, 14 (51.9%) grade II, and 3 (11.1%) grade III. Among patients aged over 60 years, 4 (12.9%) had grade I, 23 (74.2%) grade II, and 4 (12.9%) grade III. Spearman's test showed a significant, weak positive correlation between age and WMH severity ($r = 0.269$; $p = 0.039$).

Conclusion: Age is significantly associated with WMH severity in patients with lacunar ischemic stroke.

Keywords: White matter hyperintensities; ischemic lacunar stroke; age; magnetic resonance imaging

PENDAHULUAN

Stroke adalah defisit neurologis akibat gangguan aliran darah ke otak.^[1] Menurut World Stroke Organization, terdapat lebih dari 12,2 juta kasus stroke baru setiap tahunnya di seluruh dunia, dan satu dari empat orang berusia di atas 25 tahun akan mengalami stroke seumur hidupnya.^[2] Secara global, stroke merupakan penyebab kematian terbesar kedua dengan kontribusi 11,6% dari seluruh kematian pada tahun 2019. Risiko seumur hidup untuk semua jenis stroke pada individu di atas 25 tahun mencapai 24,9%, dengan risiko khusus untuk stroke iskemik sebesar 18,3%.^[3] Stroke menjadi masalah serius di negara berpenghasilan menengah ke bawah, termasuk Indonesia. WHO memprediksi pada tahun 2030 stroke akan menjadi salah satu penyebab utama kematian bersama penyakit jantung iskemik, PPOK, dan pneumonia.^[4] Selain menimbulkan kecacatan jangka panjang, stroke juga berdampak pada beban ekonomi dan sosial, termasuk isolasi sosial dan depresi.^[5]

Berdasarkan penyebabnya, stroke dibagi menjadi iskemik dan hemoragik. Stroke iskemik umumnya disebabkan oleh trombotik atau aterosklerosis ($\pm 50\%$), emboli ($\pm 25\%$), dan oklusi arteri kecil ($\pm 25\%$), sedangkan stroke hemoragik disebabkan oleh ruptur pembuluh darah atau aneurisma.^[1] Stroke iskemik merupakan tipe terbanyak, mencakup sekitar 62,4% kasus global pada tahun 2019.^[3] Infark lakunar, sebagai salah satu bentuk stroke iskemik, menyumbang 20–30% kasus dan terjadi akibat oklusi arteri kecil dengan diameter ≤ 15 mm.^[6]

Infark lakunar asimtomatik sering ditemukan secara insidental pada MRI otak dengan prevalensi sekitar 7%, meningkat hingga 25–30% pada usia >70 tahun.^[6] Salah satu temuan radiologis yang sering menyertai stroke lakunar adalah *White Matter Hyperintensities* (WMH), yang

berhubungan dengan peningkatan risiko stroke dan demensia.^[7] Baik WMH maupun infark lakunar termasuk dalam spektrum *small vessel disease* (SVD), yang berkaitan dengan degenerasi vaskular dan inflamasi kronis. WMH derajat berat berhubungan dengan risiko stroke berulang, gangguan kognitif, dan disabilitas fungsional pada lansia.^[8]

WMH ditandai oleh peningkatan sinyal hiperintensitas pada pencitraan MRI sekuens *T2-weighted image* (T2WI) dan *Fluid Attenuated Inversion Recovery* (FLAIR).^[9] Penilaian keparahan WMH dilakukan menggunakan skala Fazekas berdasarkan citra FLAIR dan T2WI. Skala ini terdiri dari empat derajat (0–3): grade 0 tanpa lesi, grade 1 menunjukkan lesi periventrikular halus atau fokus kecil di *deep white matter*, grade 2 menggambarkan halo periventrikular dan konvergensi lesi subkortikal, sedangkan grade 3 menunjukkan leukoaraiosis berat yang konfluen hingga *deep white matter* subkortikal.^[10] Baik WMH maupun infark lakunar memiliki faktor risiko serupa, terutama usia dan hipertensi, sehingga keduanya sering muncul bersamaan. Volume WMH yang besar berhubungan dengan gangguan kognitif, demensia, gangguan berjalan, dan depresi. Meskipun sebagian besar infark lakunar bersifat asimtomatik, keduanya diyakini berkontribusi terhadap penurunan fungsi kognitif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa progresivitas WMH berhubungan signifikan dengan munculnya infark lakunar dan dapat menjadi indikator independen terjadinya kondisi tersebut.^[8]

Penelitian mengenai hubungan antara usia dan derajat keparahan WMH pada pasien stroke iskemik lakunar masih terbatas di Indonesia. Sebagian besar penelitian hanya menilai hubungan WMH dengan faktor risiko vaskular secara umum. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui insidensi antara derajat keparahan WMH dengan usia pada pasien

stroke iskemik lakunar di RSUD Dr. Saiful Anwar tahun 2023–2024.

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian analitik observasional dengan rancangan penelitian *cross-sectional* yang menggunakan data rekam medis dan hasil MRI untuk menilai hubungan antara usia dan derajat keparahan *White Matter Hyperintensities* (WMH) pada pasien stroke iskemik lakunar di RSUD dr. Saiful Anwar Malang selama periode Januari 2023 hingga Januari 2024. Populasi penelitian mencakup seluruh pasien yang terdiagnosis stroke infark lakunar dan WMH berdasarkan pemeriksaan MRI kepala. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *total sampling*, melibatkan semua pasien yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu tercatat dalam *Radiology Information System* (RIS) serta memiliki diagnosis stroke lakunar dengan WMH pada pemeriksaan MRI. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini meliputi data rekam medis yang tidak memiliki sekuens FLAIR, DWI, dan ADC, serta pasien dengan temuan selain gangguan pembuluh darah otak.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari RIS RSUD dr. Saiful Anwar Malang. Interpretasi MRI dilakukan oleh dua dokter spesialis radiologi, dan tingkat kesepakatan antar penilai dievaluasi menggunakan uji Kappa.

Selanjutnya, data dianalisis secara bivariat menggunakan uji Spearman untuk menilai korelasi antara derajat keparahan *White Matter Hyperintensities* (WMH) dengan usia pasien.

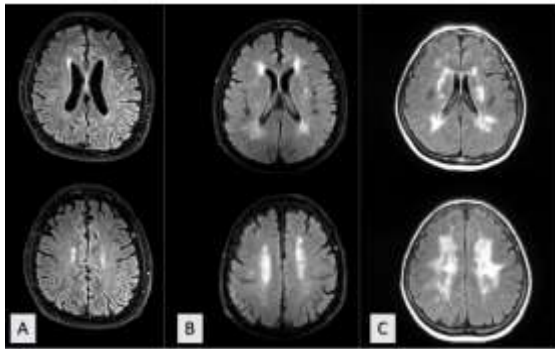
HASIL

Penelitian ini dilakukan di RSUD dr. Saiful Anwar Malang menggunakan data rekam medis pasien stroke iskemik lakunar kronik yang menjalani pemeriksaan MRI otak dengan sekuens FLAIR, DWI, dan ADC pada periode Januari 2023–Januari 2024. Sebanyak 59 sampel memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Interpretasi citra MRI dilakukan secara independen oleh dua dokter spesialis radiologi berpengalaman lebih dari lima tahun untuk menilai derajat Fazekas dan mengidentifikasi infark lakunar.

Uji Kappa digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian hasil pembacaan MRI antara dua dokter spesialis radiologi. Apabila terdapat perbedaan hasil pembacaan, dilakukan peninjauan ulang bersama hingga dicapai kesepakatan. Nilai Kappa yang diperoleh sebesar 0,755 ($p < 0,05$) menunjukkan tingkat kesepakatan yang substansial. Hasil pembacaan akhir oleh peneliti kemudian dijadikan dasar dalam pengolahan data deskriptif mengenai distribusi usia dan derajat degenerasi Fazekas pada pasien stroke iskemik lakunar.

Tabel 1. Hasil Analisis Bivariat Derajat Keparahannya *White matter Hyperintensities* (WMH) Dengan Usia Pada Pasien Stroke Iskemik Kronis.

Derajat Keparahan <i>White matter Hyperintensities</i> (WMH)									p value	r
Usia	1		2		3		Total			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
18 - 40	1	1,7	0	0.0	0	0.0	1	1,7	0,039	0,269
41 - 60	10	16,9	14	23,7	3	5,1	27	45,8		
> 60	4	6,8	23	39.0	4	6,8	31	52,5		



Gambar 1. Citra MRI FLAIR Aksial Yang Menunjukkan Derajat Keparahan *White Matter Hyperintensities* Berdasarkan Skala Fazekas. (A) Fazekas Derajat 1, (B) Fazekas Derajat 2, dan (C) Fazekas Derajat 3.

Distribusi derajat Fazekas menunjukkan pola peningkatan seiring pertambahan usia, pada kelompok usia 18–40 tahun, seluruh subjek (100%) menunjukkan derajat Fazekas I, tanpa ditemukan pasien dengan derajat Fazekas II maupun III. Pada kelompok usia 41–60 tahun, terdapat 10 pasien (37%) dengan derajat Fazekas I, 14 pasien (51,9%) dengan derajat Fazekas II, dan 3 pasien (11,1%) dengan derajat Fazekas III. Sementara itu, pada kelompok usia >60 tahun, didapatkan 4 pasien (12,9%) dengan derajat Fazekas I, 23 pasien (74,2%) dengan derajat Fazekas II, dan 4 pasien (12,9%) dengan derajat Fazekas III. Berdasarkan hasil analisis bivariat didapatkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan derajat keparahan *White Matter hyperintensities* (WMH) pada pasien stroke iskemik kronik. Hasil uji Spearman menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,039 (<0,05) yang menandakan adanya hubungan bermakna antara kedua variabel tersebut. Nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,269 menunjukkan bahwa kekuatan hubungan bersifat lemah, namun searah, artinya semakin bertambah usia pasien, maka derajat keparahan WMH cenderung meningkat.

PEMBAHASAN

Masa dewasa terbagi menjadi tiga periode, yaitu dewasa awal (18–40 tahun), dewasa madya (41–60 tahun), dan dewasa akhir (>60 tahun), di mana setiap tahap menunjukkan penurunan fisik dan psikologis yang semakin jelas seiring bertambahnya usia.^[11] Pada penelitian ini, proporsi derajat Fazekas II dan III meningkat seiring bertambahnya usia, menunjukkan bahwa proses degeneratif pada *white matter* cenderung lebih berat pada kelompok usia lanjut. Secara patofisiologis, stroke iskemik lakunar merupakan manifestasi dari *small vessel disease* (SVD), yaitu gangguan pada pembuluh darah kecil otak yang terjadi akibat perubahan struktural kronik seperti lipohialinosis dan mikroateroma.^[12,13] Proses tersebut menyebabkan penyempitan atau sumbatan arteri perforan, sehingga aliran darah ke jaringan subkortikal berkurang dan menimbulkan infark lakunar serta perubahan iskemik kronik pada *white matter* otak. Seiring bertambahnya usia, perubahan degeneratif pada sistem vaskular otak menjadi semakin nyata. Penuaan menyebabkan penurunan elastisitas dinding pembuluh darah, disfungsi endotel, gangguan autoregulasi aliran darah, serta kerusakan sawar darah otak, yang secara kumulatif mengakibatkan hipoperfusi kronik dan gangguan metabolisme jaringan otak.^[7] Kondisi ini berperan dalam kerusakan serabut saraf dan jaringan glial, yang tampak sebagai *white matter hyperintensities* (WMH) pada pencitraan MRI sekuens FLAIR.^[9]

Penelitian lain menunjukkan bahwa progresi *white matter hyperintensities* (WMH) berhubungan signifikan dengan terjadinya infark lakunar baru, yang sebelumnya belum tampak pada pencitraan awal. Temuan ini memperkuat hubungan antara usia lanjut, *small vessel disease* (SVD), dan peningkatan lesi *white matter*, di mana derajat WMH yang lebih tinggi

meningkatkan risiko infark lakunar berikutnya. Meskipun penelitian ini tidak menganalisis faktor risiko lain secara langsung, hubungan antara usia lanjut dan peningkatan derajat Fazekas menegaskan peran penting penuaan dalam patogenesis gangguan mikrovaskular otak. Secara klinis, peningkatan derajat WMH berhubungan dengan penurunan fungsi kognitif, gangguan berjalan, serta meningkatnya risiko stroke berulang dan demensia vaskular.^[14,15] Namun, pada penelitian ini, jumlah subjek pada kelompok usia 18–40 tahun hanya satu pasien (1,7%), sehingga hasil pada kelompok tersebut kurang representatif dan dapat menimbulkan bias dalam interpretasi hubungan antara usia dan derajat degenerasi Fazekas. Ketidakseimbangan jumlah sampel antar kelompok usia juga merupakan keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam penafsiran hasil penelitian ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa derajat degenerasi Fazekas pada pasien stroke iskemik lakunar di RSUD dr. Saiful Anwar Malang cenderung meningkat seiring dengan pertambahan usia. Hasil uji statistik menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara peningkatan usia dan derajat degenerasi Fazekas. Mayoritas pasien berusia di atas 60 tahun menunjukkan derajat Fazekas II dan III, yang menggambarkan proses degeneratif white matter yang lebih berat pada kelompok usia lanjut. Namun, jumlah subjek pada kelompok usia 18–40 tahun yang hanya terdiri atas satu pasien (1,7%) dapat menyebabkan hasil pada kelompok tersebut kurang representatif dan membatasi generalisasi temuan penelitian ini.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan seimbang antar kelompok usia, serta mempertimbangkan analisis faktor risiko lain seperti hipertensi, diabetes

melitus, dan dislipidemia untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perubahan degeneratif white matter pada stroke iskemik lakunar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bawiskar D. A Case Report on Physiotherapy Rehabilitation of Patient with Lacunar Infarct. *Biosci Biotechnol Res Commun*. 2021 Jun 15;14(6):01–4.
2. Miceli G, Basso MG, Rizzo G, Pintus C, Cocciola E, Pennacchio AR, et al. Artificial Intelligence in Acute Ischemic Stroke Subtypes According to Toast Classification: A Comprehensive Narrative Review. Vol. 11, *Biomedicines*. MDPI; 2023.
3. Pu L, Wang L, Zhang R, Zhao T, Jiang Y, Han L. Projected Global Trends in Ischemic Stroke Incidence, Deaths and Disability-Adjusted Life Years From 2020 to 2030. *Stroke*. 2023 May 1;54(5):1330–9.
4. Manajemen J, Farmasi P, Setyawan IA, Andayani TM, Pinzon RT. ANALYSIS OF HEMORRHAGE STROKE DISEASE AT HOSPITAL.
5. Salsabila M, Susanti N, Sabilla NN, Irene H, Hulu N. Analisis Kebijakan Kesehatan tentang Pencegahan dan Penanganan Stroke di Indonesia. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health E-ISSN*. 2024;
6. Bilski AE, Aparicio HJ, Gutierrez J, De Leeuw FE, Hilkens NA. Antiplatelet Therapy or Not for Asymptomatic/Incidental Lacunar Infarction. *Stroke*. 2023 Jul 1;54(7):1954–9.
7. Muñoz Maniega S, Chappell FM, Valdés Hernández MC, Armitage PA, Makin SD, Heye AK, et al. Integrity of normal-appearing white matter: Influence of age, visible lesion burden and hypertension in patients with small-vessel disease. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 2017;37(2):644–56.
8. Xu X, Gao Y, Liu R, Qian L, Chen Y, Wang X, et al. Progression of white matter hyperintensities contributes to lacunar infarction. *Aging Dis*. 2018 Jun 1;9(3):444–52.
9. Zhao Y, Ke Z, He W, Cai Z. Volume of white matter hyperintensities increases with blood pressure in patients with hypertension. *Journal of International Medical Research*. 2019 Aug 1;47(8):3681–9.
10. Hooper D, Nisar T, McCane D, Lee J, Ling KC, Vahidy F, et al. Severe Cerebral Small Vessel Disease Burden Is Associated With Poor Outcomes After Endovascular Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke With Large Vessel Occlusion. *Cureus*. 2021 Feb 4;
11. Papatungan F, Ilmu Pendidikan F. Karakteristik Perkembangan Masa Dewasa Awal Developmental Characteristics of Early Adulthood. Vol. 3, *Media Online) Journal of Education and Culture (JEaC)*. 2023.

12. Yaghi S, Raz E, Yang D, Cutting S, Mac Grory B, Elkind MSV, et al. Lacunar stroke: Mechanisms and therapeutic implications. Vol. 92, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. BMJ Publishing Group; 2021. p. 823–30.
13. Lee MJ, Moon S, Cho S, Chung JW, Seo WK, Bang OY, et al. Mechanisms Involved in Lacunar Infarction and Their Role in Early Neurological Deterioration. *Journal of Neurosonology and Neuroimaging*. 2020 Jun 30;12(1):26–32.
14. Xu X, Gao Y, Liu R, Qian L, Chen Y, Wang X, et al. Progression of white matter hyperintensities contributes to lacunar infarction. *Aging Dis*. 2018 Jun 1;9(3):444–52.
15. Zeng W, Chen Y, Zhu Z, Gao S, Xia J, Chen X, et al. Severity of white matter hyperintensities: Lesion patterns, cognition, and microstructural changes. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 2020 Dec 1;40(12):2454–63.