



HUBUNGAN KADAR GLIAL FIBRILLARY ACIDIC PROTEIN SERUM DENGAN SKOR NIHSS DAN ICH SCORE PADA PASIEN STROKE HEMORAGIK

Dicky Lesmana¹, Syarif Indra¹, Restu Susanti^{1□}, Yuliarni Syafrita¹, Dedi Sutia¹, Lydia Susanti¹

Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Alamat e-mail : restususanti@yahoo.com

Abstrak

Stroke hemoragik, khususnya *intracerebral hemorrhage* (ICH), merupakan salah satu penyebab utama mortalitas dan morbiditas dengan outcome yang lebih buruk dibandingkan stroke iskemik. Penilaian keparahan ICH umumnya menggunakan *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS) dan *ICH score*. *Glial fibrillary acidic protein* (GFAP) merupakan protein astrosit yang dilepaskan ke sirkulasi akibat kerusakan jaringan glial dan diketahui meningkat pada berbagai jenis stroke, dengan konsentrasi yang umumnya lebih tinggi pada ICH. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi GFAP sebagai indikator derajat keparahan dan luaran klinis pada ICH. Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional* pada pasien stroke hemoragik yang dirawat di instalasi rawat inap RSUP Dr. M. Djamil Padang pada Februari hingga Juli 2025. Kadar GFAP serum diukur menggunakan metode ELISA, sedangkan derajat keparahan dan mortalitas pasien dinilai dengan NIHSS dan *ICH score*. Analisis statistik dilakukan menggunakan uji *one way ANOVA* atau *Kruskal-Wallis* untuk hubungan GFAP dengan NIHSS, serta uji korelasi *Pearson* atau *Spearman* untuk hubungan GFAP dengan *ICH score*. Mayoritas subjek berada pada derajat keparahan sedang berdasarkan skor NIHSS (48,57%). Median kadar GFAP serum adalah 3,41 ng/mL (1,75–17,7). Analisis menunjukkan terdapat perbedaan signifikan kadar GFAP pada ketiga derajat keparahan NIHSS ($p=0,001$), terutama antara kelompok ringan–berat ($p=0,002$) dan sedang–berat ($p=0,001$). Uji korelasi *Spearman* menunjukkan hubungan positif signifikan antara kadar GFAP dan *ICH score* ($p=0,000$; $r=0,481$). Selain itu, kadar GFAP juga lebih tinggi secara bermakna pada pasien dengan volume perdarahan >30 cc dibandingkan ≤ 30 cc (median 7,29 vs 3,24 ng/mL; $p=0,000$). Kadar GFAP serum berhubungan signifikan dengan skor NIHSS, *ICH score*, dan volume perdarahan pada pasien stroke hemoragik. Hasil ini mendukung penggunaan GFAP sebagai biomarker untuk menilai keparahan dan prognosis stroke hemoragik.

Kata Kunci: *Stroke hemoragik, Glial fibrillary acidic protein, NIHSS, ICH score*

Abstract

Hemorrhagic stroke, particularly *intracerebral hemorrhage* (ICH), is a major cause of mortality and morbidity and is associated with poorer outcomes than ischemic stroke. The severity of ICH is commonly assessed using the *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS) and the *ICH score*. *Glial fibrillary acidic protein* (GFAP) is an astrocytic protein released into the circulation as a result of glial tissue injury and is known to be elevated in various types of stroke, with generally higher concentrations in ICH. This study aimed to evaluate the potential of GFAP as an indicator of disease severity and clinical outcomes in ICH. This was an observational analytic study with a *cross-sectional* design conducted in patients with hemorrhagic stroke hospitalized at RSUP Dr. M. Djamil Padang from February to July 2025. Serum GFAP levels were measured using the ELISA method, while disease severity and mortality were assessed using the NIHSS and *ICH score*. Statistical analysis was performed using *one-way ANOVA* or the *Kruskal–Wallis* test to examine the relationship between GFAP and NIHSS, and *Pearson* or *Spearman* correlation tests to evaluate the relationship between GFAP and the *ICH score*. Most subjects had moderate stroke severity based on the NIHSS (48.57%). The median serum GFAP level was 3.41 ng/mL (1.75–17.7). Analysis showed a significant difference in GFAP levels across the three NIHSS severity categories ($p = 0.001$), particularly between the mild–severe ($p = 0.002$) and moderate–severe ($p = 0.001$) groups. *Spearman* correlation analysis demonstrated a significant positive correlation between GFAP levels and the *ICH score* ($p = 0.000$; $r = 0.481$). In addition, GFAP levels were significantly higher in patients with hemorrhage volumes >30 cc compared with those ≤ 30 cc (median 7.29 vs 3.24 ng/mL; $p = 0.000$). Serum GFAP levels were significantly associated with NIHSS score, *ICH score*, and hemorrhage volume in patients with hemorrhagic stroke. These findings support the use of GFAP as a biomarker for assessing severity and prognosis in hemorrhagic stroke.

Keywords: *Haemorrhagic stroke, Glial fibrillary acidic protein, NIHSS, ICH score.*

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2026

* Corresponding author : Restu Susanti

Address : Jalan Perintis Kemerdekaan No. 94, Jati, Padang, Sumatera Barat

Email : restususanti@yahoo.com

Phone : +6285274490010

PENDAHULUAN

Stroke hemoragik merupakan salah satu bentuk stroke dengan angka morbiditas dan mortalitas tertinggi secara global. Kondisi ini terjadi akibat pecahnya pembuluh darah intrakranial yang menyebabkan perdarahan ke dalam parenkim otak atau ruang subaraknoid, dengan *intracerebral hemorrhage* (ICH) sebagai subtype yang paling sering ditemukan dan memiliki luaran klinis yang buruk dibandingkan stroke iskemik (Suri et al., 2022; Woo et al., 2022). Secara global, stroke hemoragik dilaporkan mencakup sekitar 37,6% dari seluruh kasus stroke, dengan insiden yang lebih tinggi di negara berpendapatan rendah dan menengah (Lim et al., 2024). Di Indonesia, prevalensi stroke berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia tahun 2023 mencapai 8,3‰, dengan angka yang lebih tinggi di Sumatera Barat sebesar 8,8‰, menunjukkan beban penyakit yang signifikan pada sistem pelayanan kesehatan (Kemenkes, 2023).

Intracerebral hemorrhage dikaitkan dengan tingkat mortalitas yang tinggi, mencapai 40–50% dalam 30 hari pertama, serta kecacatan neurologis jangka panjang pada sebagian besar penyintas (Faghih-Jouybari et al., 2021; Woo et al., 2022). Keparahan klinis dan prognosis pasien ICH sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk volume perdarahan, lokasi lesi, keterlibatan ventrikel, serta derajat defisit neurologis awal. Dalam praktik klinis, penilaian keparahan dan prognosis ICH umumnya dilakukan menggunakan *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS) dan *ICH score*. NIHSS digunakan untuk menilai derajat defisit neurologis secara kuantitatif, sedangkan *ICH score* merupakan alat prognostik yang mengintegrasikan parameter klinis dan radiologis untuk memprediksi risiko mortalitas (McGurgan et al., 2021).

Meskipun pemeriksaan neuroimaging seperti CT-scan merupakan standar emas dalam diagnosis dan penilaian ICH, ketersediaannya tidak selalu optimal, terutama di fasilitas pelayanan kesehatan dengan keterbatasan sumber daya. Selain itu, interpretasi radiologis memerlukan waktu dan keahlian khusus. Kondisi ini mendorong berkembangnya penelitian mengenai biomarker darah yang dapat mencerminkan derajat kerusakan jaringan otak secara cepat dan objektif. Salah satu biomarker yang banyak mendapat perhatian adalah *glial fibrillary acidic protein* (GFAP), protein *intermediate filament* yang diekspresikan secara spesifik oleh astrosit dan dilepaskan ke sirkulasi akibat kerusakan jaringan glial (Kalra et al., 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kadar GFAP serum meningkat secara signifikan pada pasien ICH dibandingkan stroke iskemik, serta berkorelasi dengan luasnya kerusakan parenkim otak (Mattila et al., 2021). Selain berpotensi sebagai biomarker diagnostik, GFAP juga dilaporkan berhubungan dengan derajat keparahan klinis dan luaran neurologis. Peningkatan kadar GFAP diketahui berkorelasi

dengan skor NIHSS yang lebih tinggi, volume hematoma yang lebih besar, serta prognosis yang lebih buruk (Dusenbury et al., 2023; Zyllyftari et al., 2024). Secara biologis, hal ini dapat dijelaskan melalui kerusakan astrosit akibat efek massa hematoma dan cedera otak sekunder berupa inflamasi, stres oksidatif, serta disrupsi sawar darah-otak yang memfasilitasi pelepasan GFAP ke dalam sirkulasi sistemik (Aronowski & Zhao, 2014).

Namun demikian, hasil penelitian terkait hubungan GFAP dengan tingkat keparahan stroke hemoragik masih menunjukkan variasi. Beberapa studi melaporkan tidak adanya hubungan bermakna antara kadar GFAP dengan skor klinis atau prognosis pasien ICH (Katsanos et al., 2017; Ren et al., 2016). Perbedaan desain penelitian, waktu pengambilan sampel, karakteristik populasi, serta metode pemeriksaan GFAP diduga berkontribusi terhadap inkonsistensi temuan tersebut. Di Indonesia sendiri, penelitian mengenai peran GFAP sebagai biomarker pada stroke hemoragik masih sangat terbatas, meskipun angka kejadian stroke hemoragik relatif tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kadar GFAP serum dengan skor NIHSS dan *ICH score* pada pasien stroke hemoragik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan biomarker yang berguna untuk menilai keparahan dan prognosis stroke hemoragik, khususnya dalam konteks pelayanan kesehatan di Indonesia..

METODE

Desain dan Subjek Penelitian

Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional*. Penelitian dilakukan pada pasien stroke hemoragik yang dirawat di instalasi rawat inap RSUP Dr. M. Djamil Padang pada periode Februari hingga Juli 2025. Subjek penelitian adalah pasien dengan diagnosis stroke hemoragik yang ditegakkan berdasarkan pemeriksaan klinis dan *neuroimaging*.

Kriteria inklusi meliputi pasien stroke hemoragik non-traumatik berusia ≥18 tahun yang menjalani pemeriksaan CT-scan kepala dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi adalah pasien dengan riwayat trauma kepala, stroke iskemik dengan transformasi hemoragik, penyakit neurodegeneratif, infeksi sistem saraf pusat, keganasan otak, atau kondisi lain yang berpotensi memengaruhi kadar GFAP serum.

Besar Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Besar sampel ditentukan menggunakan metode *consecutive sampling*, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi selama periode penelitian diikutsertakan sebagai subjek penelitian. Teknik ini dipilih untuk memaksimalkan jumlah subjek yang tersedia sesuai dengan desain penelitian potong lintang.

Variabel Penelitian

Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar GFAP serum. Variabel dependen meliputi skor NIHSS dan ICH score. Variabel tambahan yang dianalisis adalah volume perdarahan intrakranial berdasarkan hasil CT-scan kepala.

Prosedur Penelitian

Sampel darah vena diambil dari pasien pada fase akut perawatan. Darah kemudian diproses untuk memperoleh serum dan disimpan sesuai prosedur standar. Kadar GFAP serum diukur menggunakan metode *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) sesuai dengan protokol pabrikan. Hasil pemeriksaan dinyatakan dalam satuan ng/mL.

Analisis Statistik

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Distribusi data numerik diuji menggunakan uji normalitas. Hubungan kadar GFAP serum dengan derajat keparahan stroke berdasarkan skor NIHSS dianalisis menggunakan uji one-way ANOVA atau Kruskal–Wallis, sesuai dengan distribusi data. Hubungan antara kadar GFAP serum dan ICH score dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson atau Spearman.

Perbedaan kadar GFAP berdasarkan volume perdarahan dianalisis menggunakan uji Mann–Whitney atau uji t tidak berpasangan. Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

Pertimbangan Etik

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas/RSUP Dr. M. Djamil Padang. Seluruh subjek penelitian atau keluarga terdekat telah memberikan persetujuan tertulis setelah mendapatkan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian (No: DP.04.03/D.XVI.10.1/190/2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan pasien stroke hemoragik dengan diagnosis stroke hemoragik yang dirawat selama periode penelitian. Mayoritas subjek berjenis kelamin laki-laki dan berada pada kelompok usia dewasa hingga lanjut usia. Berdasarkan penilaian klinis awal, sebagian besar pasien memiliki tingkat keparahan stroke kategori sedang berdasarkan skor NIHSS (**Tabel 1**).

Tabel 1. Karakteristik Subjek

Karakteristik		Penderita Stroke Hemoragik (n = 70)
Usia		59,69 ± 12,56
Jenis Kelamin	Laki-laki	33 (47,14%)
	Perempuan	37 (52,86%)
Lokasi Perdarahan	Infratentorial	11 (15,71%)
	Supratentorial	59 (84,29%)
Komorbid	Tidak ada	15 (21,43%)
	Hipertensi	48 (68,57%)
	DM	1 (1,43%)
	Hipertensi dan DM	6 (8,57%)
Riwayat Merokok	Ya	7 (10%)
	Tidak	63 (90%)
Volume Perdarahan	≤30 cc	51 (72,86%)
	>30 cc	19 (27,14%)

Skor NIHSS, ICH Score, dan Kadar GFAP Serum

Distribusi skor NIHSS menunjukkan bahwa hampir setengah subjek berada pada kategori sedang, diikuti oleh kategori berat dan ringan. Nilai median kadar GFAP serum pada seluruh subjek adalah 3,41 ng/mL dengan rentang 1,75–17,7 ng/mL. ICH score bervariasi antar subjek, mencerminkan perbedaan tingkat keparahan dan prognosis klinis pasien stroke hemoragik (**Tabel 2**).

Hubungan Kadar GFAP Serum dengan Skor NIHSS

Analisis menunjukkan adanya perbedaan bermakna kadar GFAP serum pada berbagai derajat keparahan stroke berdasarkan skor NIHSS ($p=0,001$). Uji lanjut (post-hoc) memperlihatkan bahwa kadar GFAP serum pada kelompok dengan NIHSS berat secara signifikan lebih tinggi

Tabel 2. Skor NIHSS, ICH Score, dan Kadar GFAP Serum Penderita Stroke Hemoragik

Variabel	N (%)	Median (Min-Max)
NIHSS		
Ringan	15 (21,43%)	
Sedang	34 (48,57%)	
Berat	21 (30%)	
ICH Score		1 (0-4)
Kadar GFAP Serum		3,41 (1,75-17,7)

dibandingkan kelompok NIHSS ringan dan sedang, namun tidak ditemukan perbedaan bermakna antara kelompok NIHSS ringan dan sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar GFAP serum sejalan dengan meningkatnya derajat defisit neurologis (**Tabel 3 dan 4**).

Tabel 3. Hubungan GFAP dengan Skor NIHSS pada Penderita Stroke Hemoragik

Variabel	Ringan (n = 15)	Sedang (n = 34)	Berat (n = 21)	P
Kadar GFAP Serum(ng/mL)	3,2 (2,75-13,75)	3,23 (1,75-12,81)	6,64 (2,99-17,7)	0,001 ^{a***}

Data disajikan dalam median (min-max)/n (%); ICH = *Intracerebral haemorrhage*; GFAP = *Glial fibrillary acidic protein*; *=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,1$; **=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,05$; ***=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,01$; a = Uji Kruskal-Wallis.

Tabel 4. Uji Post-Hoc Kadar GFAP Serum pada Berbagai Derajat Keparahan Berdasarkan Skor NIHSS pada Penderita Stroke Hemoragik

Kelompok		Mean difference	p
Ringan	Sedang	-0,43	0,683 ^b
	Berat	-3,67	0,002 ^{b*}
Sedang	Berat	-3,24	0,001 ^{b*}

Data disajikan dalam median (min-max)/n (%); NIHSS = *National Institutes of Health Stroke Scale*; ICH = *Intracerebral haemorrhage*; GFAP = *Glial fibrillary acidic protein*; *=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,0167$; b = Uji post-hoc.

Hubungan Kadar GFAP Serum dengan ICH Score

Uji korelasi Spearman menunjukkan terdapat hubungan positif yang bermakna antara kadar GFAP serum dan ICH score ($p<0,001$; $r=0,481$). Semakin tinggi nilai ICH score, semakin tinggi pula kadar GFAP serum yang terdeteksi pada pasien stroke hemoragik (**Tabel 5**).

Tabel 5. Hubungan GFAP dengan ICH Score pada Penderita Stroke Hemoragik

Variabel	ICH Score	
	r	p
Kadar GFAP Serum (ng/mL)	0,481	0,000 ^{c***}

ICH = *Intracerebral haemorrhage*; GFAP = *Glial fibrillary acidic protein*; *=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,1$; **=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,05$; ***=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,01$.

Hubungan Kadar GFAP Serum dengan Volume Perdarahan

Analisis berdasarkan volume perdarahan menunjukkan bahwa pasien dengan volume hematoma >30 cc memiliki kadar GFAP serum yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pasien dengan volume perdarahan ≤ 30 cc (median 7,29 ng/mL vs 3,24 ng/mL; $p<0,001$). Temuan ini menunjukkan adanya hubungan bermakna antara kadar GFAP serum dan luasnya perdarahan intrakranial (**Tabel 6**).

Tabel 6. Hubungan GFAP dengan Volume Perdarahan pada Penderita Stroke Hemoragik

Volume Perdarahan	n	Kadar GFAP Serum (ng/mL)	p
≤ 30 cc	51	3,24 (1,75,12,81)	0,000 ^{d***}
>30 cc	19	7,29 (2,6-17,7)	

Data disajikan dalam median (min-max); ICH = *Intracerebral haemorrhage*; GFAP = *Glial fibrillary acidic protein*; *=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,1$; **=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,05$; ***=Signifikan secara statistik pada nilai $p<0,01$; d = Uji Mann-Whitney.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan bermakna antara kadar GFAP serum dan derajat keparahan stroke hemoragik yang dinilai menggunakan skor NIHSS. Pasien dengan defisit neurologis yang lebih berat memiliki kadar GFAP serum yang lebih tinggi. Temuan ini memperkuat konsep bahwa GFAP merupakan biomarker yang mencerminkan tingkat kerusakan jaringan otak, khususnya kerusakan astrosit, pada pasien stroke hemoragik (Mattila et al., 2021; Kalra et al., 2021). Beberapa penelitian sebelumnya juga melaporkan korelasi positif antara GFAP dan skor NIHSS, baik pada fase akut maupun subakut stroke hemoragik, yang

menunjukkan konsistensi temuan lintas populasi (Dusenbury et al., 2023; Ariyanto et al., 2023).

Secara biologis, hubungan antara GFAP dan derajat defisit neurologis dapat dijelaskan melalui mekanisme cedera otak primer dan sekunder pada stroke hemoragik. Efek massa hematoma menyebabkan kerusakan mekanis langsung pada jaringan parenkim dan astrosit di sekitarnya, sementara proses sekunder seperti stres oksidatif, inflamasi, dan disrupsi sawar darah-otak memperberat kerusakan sel glial (Aronowski & Zhao, 2014; Magid-Bernstein et al., 2022). Astrosit yang mengalami lisis atau nekrosis akan melepaskan GFAP ke dalam cairan serebrospinal dan selanjutnya ke sirkulasi sistemik, sehingga peningkatan kadar GFAP serum dapat dianggap sebagai refleksi biologis dari luasnya cedera jaringan otak (Yang et al., 2022).

Selain itu, penelitian ini menemukan adanya korelasi positif yang bermakna antara kadar GFAP serum dan ICH score. ICH score merupakan alat prognostik yang telah tervalidasi secara luas dan digunakan untuk memperkirakan mortalitas pasien stroke hemoragik berdasarkan parameter klinis dan radiologis (Hemphill et al., 2001; Kazaryan et al., 2024). Hubungan ini menunjukkan bahwa GFAP tidak hanya mencerminkan defisit neurologis saat masuk rumah sakit, tetapi juga berkaitan dengan faktor-faktor prognostik utama seperti tingkat kesadaran, volume perdarahan, dan keterlibatan ventrikel. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zylyftari et al. (2024) dan Ren et al. (2016) yang melaporkan bahwa kadar GFAP yang lebih tinggi berasosiasi dengan skor prognostik yang lebih buruk dan peningkatan risiko mortalitas.

Hubungan signifikan antara kadar GFAP serum dan volume perdarahan juga ditemukan dalam penelitian ini. Pasien dengan volume hematoma lebih besar dari 30 cc memiliki kadar GFAP serum yang secara bermakna lebih tinggi dibandingkan pasien dengan volume perdarahan yang lebih kecil. Temuan ini konsisten dengan laporan Mattila et al. (2021) dan Katsanos et al. (2017) yang menunjukkan bahwa volume hematoma merupakan determinan utama peningkatan GFAP pada ICH. Secara patofisiologis, semakin besar volume perdarahan, semakin luas jaringan astrosit yang mengalami kerusakan, sehingga jumlah GFAP yang dilepaskan ke dalam sirkulasi darah juga meningkat (Li et al., 2022; Woo et al., 2022).

Perbedaan hasil antar penelitian terkait peran GFAP sebagai biomarker keparahan ICH dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Waktu

pengambilan sampel darah sejak onset stroke diketahui sangat memengaruhi kadar GFAP yang terdeteksi, karena biomarker ini menunjukkan dinamika temporal tertentu dengan puncak pada fase akut hingga subakut (Petzold, 2015; Kalra et al., 2021). Selain itu, perbedaan metode pemeriksaan, jenis kit ELISA, karakteristik populasi, serta keberadaan komorbid seperti trauma kepala atau penyakit neurodegeneratif juga dapat memengaruhi hasil penelitian (Ren et al., 2016; Dusenbury et al., 2023).

Dari sudut pandang klinis, temuan penelitian ini mendukung potensi penggunaan GFAP sebagai biomarker tambahan dalam penilaian keparahan dan prognosis stroke hemoragik. Pada kondisi dengan keterbatasan akses *neuroimaging* atau keterlambatan interpretasi radiologis, pemeriksaan GFAP serum dapat memberikan informasi objektif yang mendukung pengambilan keputusan klinis awal (Papa et al., 2016; McGurgan et al., 2021). Integrasi GFAP dengan penilaian klinis seperti NIHSS dan sistem prognostik seperti ICH score berpotensi menghasilkan pendekatan multimodal yang lebih komprehensif dalam stratifikasi risiko pasien.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar GFAP serum memiliki hubungan yang bermakna dengan derajat keparahan dan prognosis pasien stroke hemoragik. Kadar GFAP serum yang lebih tinggi berhubungan dengan skor NIHSS yang lebih berat, nilai ICH score yang lebih tinggi, serta volume perdarahan intrakranial yang lebih besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kadar GFAP mencerminkan luasnya kerusakan jaringan otak, khususnya kerusakan astrosit, pada pasien stroke hemoragik.

Hasil penelitian ini mendukung potensi GFAP sebagai biomarker tambahan dalam menilai keparahan dan prognosis stroke hemoragik, terutama pada fase akut. Pemeriksaan GFAP serum dapat memberikan informasi objektif yang melengkapi penilaian klinis dan radiologis, seperti NIHSS dan ICH score, dalam proses pengambilan keputusan klinis.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain desain potong lintang, pengukuran kadar GFAP yang dilakukan satu kali, serta pelaksanaan penelitian di satu pusat layanan kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain prospektif, pengukuran serial biomarker, dan melibatkan populasi yang lebih luas untuk memastikan peran GFAP dalam praktik klinis sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyanto, B., Prasetyo, E. & Wibowo, S. (2023). Serum glial fibrillary acidic protein levels in hemorrhagic stroke patients and their association with neurological severity. *Neurology Asia*, 28(2), pp.345–352.

- Aronowski, J. & Zhao, X. (2014). Molecular pathophysiology of cerebral hemorrhage: secondary brain injury. *Stroke*, 45(5), pp.1565–1570. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.001855>
- Dusenbury, K.E., Tran, N. & Hammer, M. (2023). Blood biomarkers of astroglial injury in intracerebral hemorrhage. *Frontiers in Neurology*, 14, 1142036. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1142036>
- Faghih-Jouybari, M., Emami, M. & Ebrahimi, A. (2021). Prognostic factors and outcome predictors in intracerebral hemorrhage. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 30(6), 105732. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105732>
- Greenberg, S.M., Ziai, W.C. & Cordonnier, C. (2022). 2022 guideline for the management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 53(7), pp.e282–e361. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000407>
- Hemphill, J.C., Bonovich, D.C., Besmertis, L., Manley, G.T. & Johnston, S.C. (2001). The ICH score: a simple, reliable grading scale for intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 32(4), pp.891–897. <https://doi.org/10.1161/01.STR.32.4.891>
- Kalra, S., Sheth, K.N. & Kimberly, W.T. (2021). Biomarkers of intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 52(6), pp.1933–1942. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.031137>
- Katsanos, A.H., Makris, K., Stefani, D., Konari, K. & Tsivgoulis, G. (2017). Glial fibrillary acidic protein in acute intracerebral hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*, 48(12), pp.3236–3241. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.018955>
- Kazaryan, A.M., Nielsen, T.H. & Larsen, V.A. (2024). Prognostic scoring systems in intracerebral hemorrhage: current evidence and future directions. *Neurocritical Care*, 40(1), pp.1–12. <https://doi.org/10.1007/s12028-023-01821-4>
- Kemenkes RI. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Korfias, S., Stranjalis, G., Papadimitriou, A. & Sakas, D.E. (2006). Serum S-100B and GFAP levels in acute intracerebral hemorrhage. *European Journal of Neurology*, 13(8), pp.859–864. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2006.01377.x>
- Li, Y., Yang, J. & Chen, X. (2022). Secondary brain injury after intracerebral hemorrhage: molecular mechanisms and therapeutic targets. *Neuroscience Bulletin*, 38(3), pp.325–339.

- <https://doi.org/10.1007/s12264-021-00764-5>
- Lim, S.S., Vos, T. & GBD 2021 Stroke Collaborators. (2024). Global burden of stroke and risk factors, 1990–2021. *The Lancet Neurology*, 23(1), pp.34–51. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(23\)00390-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(23)00390-0)
- Magid-Bernstein, J., Girard, R. & Greenberg, S.M. (2022). Pathophysiology of intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 53(6), pp.1765–1773. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.121.034929>
- Mattila, O.S., Ashton, N.J. & Blennow, K. (2021). GFAP and UCH-L1 as blood biomarkers of acute brain injury in intracerebral hemorrhage. *Neurology*, 97(2), pp.e145–e156. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000012186>
- McGurgan, I.J., Ziai, W.C. & Hanley, D.F. (2021). Critical care management of spontaneous intracerebral hemorrhage. *Critical Care Clinics*, 37(4), pp.649–666. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2021.05.004>
- Papa, L., Silvestri, S. & Brophy, G.M. (2016). GFAP outperforms S100B in detecting traumatic and hemorrhagic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 33(16), pp.1533–1542. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.4155>
- Petzold, A. (2015). Glial fibrillary acidic protein is a body fluid biomarker for glial damage and astrogliosis. *Brain Research*, 1600, pp.17–31. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.12.027>
- Ren, C., Liu, J. & Li, J. (2016). Serum GFAP levels and clinical outcomes in patients with intracerebral hemorrhage. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 146, pp.26–30. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2016.04.010>
- Suri, M.F.K., Qureshi, A.I. & McCullough, L.D. (2022). Hemorrhagic stroke: pathophysiology and management. *Lancet*, 399(10338), pp.1658–1671. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00537-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00537-6)
- Woo, D., Rosand, J. & Goldstein, J.N. (2022). Intracerebral hemorrhage. *The New England Journal of Medicine*, 386(6), pp.617–628. <https://doi.org/10.1056/NEJMr2109394>
- Yang, Z., Wang, K. & Chen, Y. (2022). Astrocyte injury and GFAP release following intracerebral hemorrhage. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 16, 889432. <https://doi.org/10.3389/fncel.2022.889432>
- Zylyftari, E., Tsivgoulis, G. & Katsanos, A.H. (2024). Blood biomarkers and prognosis in intracerebral hemorrhage. *Journal of Neurology*, 271(2), pp.543–552. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11987-6>