

HUBUNGAN DERAJAT CEDERA KEPALA DENGAN KADAR GFAP PADA PASIEN CEDERA KEPALA DI RSUP DR. M. DJAMIL PADANG

Rika Susanti^{1*}, Raisya Ivana², Rizki Rahmadian³

¹⁻³Universitas Andalas

Email Korespondensi: rikasusanti@med.unand.ac.id

Disubmit: 06 April 2026

Diterima: 20 Mei 2026

Diterbitkan: 01 Juni 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i6.25486>

ABSTRACT

Traumatic Brain Injury (TBI) is a condition resulting from external mechanical forces that impair brain function and remains a leading cause of high morbidity and mortality rates. The Glasgow Coma Scale (GCS) is commonly employed to determine the severity of TBI. However, GCS does not always reflect the actual extent of brain tissue damage, as it can be influenced by various confounding factors. Consequently, biomarkers such as Glial Fibrillary Acidic Protein (GFAP) are being investigated to assess the severity of brain injury. This study aims to determine the correlation between the severity of head injury and GFAP levels in patients at RSUP Dr. M. Djamil Padang. This research is an analytic observational study with a cross-sectional approach. A total of 95 patients who met the inclusion and exclusion criteria were selected using a consecutive sampling method. Data analysis using the Spearman correlation test revealed that the majority of patients sustained mild head injuries (65.3%), followed by moderate (21.1%) and severe injuries (13.7%). The median GFAP level was 2.251 ng/mL (range 0.050-16.412 ng/mL). The results indicated that there was no significant correlation between head injury severity based on GCS and GFAP levels ($r = -0.088$; $p = 0.396$). This outcome may be influenced by variations in injury characteristics, the timing of sample collection, and the distribution of injury severity across the sample.

Keywords: Head Injury Severity, GCS Score, GFAP.

ABSTRAK

Cedera kepala adalah kondisi yang terjadi akibat adanya gaya mekanik eksternal yang mengganggu fungsi otak serta menjadi salah satu penyebab tingginya angka morbiditas dan mortalitas. Penentuan tingkat keparahan derajat cedera kepala umumnya menggunakan skor *Glasgow Coma Scale* (GCS). Akan tetapi, GCS tidak selalu merepresentasikan derajat kerusakan jaringan otak yang sebenarnya karena dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Oleh karena itu, biomarker, seperti *Glial Fibrillary Acidic Protein* (GFAP) mulai diteliti untuk menilai keparahan derajat cedera kepala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara derajat cedera kepala dengan kadar GFAP pada pasien cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel penelitian berjumlah 95 pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dan dipilih menggunakan metode *consecutive sampling*. Analisis data menggunakan uji korelasi Spearman

menunjukkan bahwa mayoritas pasien mengalami cedera kepala ringan (65,3%), diikuti sedang (21,1%) dan berat (13,7%). Median kadar GFAP adalah 2,251 ng/mL (rentang 0,050-16,412 ng/mL). Hasil uji menunjukkan tidak terdapat hubungan bermakna antara derajat cedera kepala berdasarkan GCS dengan kadar GFAP ($r = -0,088$; $p = 0,396$). Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh variasi karakteristik cedera, waktu pengambilan sampel, serta distribusi derajat cedera kepala.

Kata Kunci: Derajat Cedera Kepala, Skor GCS, GFAP.

PENDAHULUAN

Cedera kepala merupakan suatu kondisi klinis akibat gaya mekanik eksternal yang menimbulkan gangguan fungsi otak, baik bersifat sementara maupun permanen. Gangguan ini tidak hanya mencakup perubahan fungsi neurologis, tetapi juga dapat disertai kelainan patologis pada jaringan otak, seperti perdarahan, kontusio, dan kerusakan seluler (Ramli & Zairinal, 2017). Dampak cedera kepala dapat melibatkan berbagai aspek, mulai dari gangguan fisik, kognitif, hingga psikososial, sehingga memerlukan evaluasi medis yang komprehensif untuk menentukan tingkat keparahannya (Ichwanuddin & Nashirah, 2022).

Cedera kepala masih menjadi masalah kesehatan global dengan kontribusi besar terhadap angka morbiditas dan mortalitas. Secara global, terdapat sekitar 69 juta kasus cedera kepala yang diperkirakan terjadi setiap tahun. (Dobson et al., 2024). Di Indonesia, berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, cedera kepala menyumbang 11,9% dari seluruh kejadian cedera. Di Provinsi Sumatra Barat, prevalensi cedera kepala mencapai 14,3%, menjadikannya salah satu wilayah dengan angka kejadian yang cukup tinggi di Indonesia (Tim Riskesdas 2018, 2018).

Mayoritas cedera kepala disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas, terutama kecelakaan sepeda motor. Kelompok usia yang paling

sering terdampak adalah remaja dan dewasa muda, dengan insiden lebih dominan pada laki-laki. Hal ini berkaitan dengan tingginya paparan risiko, baik dari aktivitas berkendara maupun pekerjaan dengan risiko trauma (Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana Cedera Otak Traumatik, 2022).

Penilaian derajat keparahan cedera kepala sangat penting dalam menentukan prognosis dan tatalaksana. *Glasgow Coma Scale* (GCS) merupakan metode yang paling umum digunakan untuk menilai tingkat kesadaran pasien (Fernandes et al., 2025). Namun, GCS memiliki keterbatasan karena dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti sedasi, intoksikasi, trauma wajah, ataupun kondisi intubasi sehingga tidak selalu mencerminkan kondisi neurologis secara akurat (Andraos et al., 2025).

Pemeriksaan penunjang, seperti CT scan dan MRI digunakan untuk mendeteksi lesi intrakranial (Schweitzer et al., 2019). CT scan banyak digunakan di instalasi gawat darurat karena cepat dan ketersediaannya luas, tetapi memiliki keterbatasan dalam mendeteksi cedera mikroskopik, seperti *diffuse axonal injury* (DAI) serta memiliki risiko paparan radiasi (du Toit et al., 2025). Sementara itu, MRI memiliki sensitivitas yang lebih tinggi, tetapi kurang praktis dalam kondisi darurat karena waktu pemeriksaan yang lama dan biaya yang lebih tinggi (Aleid et al., 2024).

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, biomarker darah mulai dikembangkan sebagai alat bantu dalam evaluasi cedera kepala. Salah satu biomarker yang menjanjikan adalah *Glial Fibrillary Acidic Protein* (GFAP), yaitu protein spesifik astrosit yang dilepaskan ke dalam sirkulasi darah akibat kerusakan jaringan otak dan gangguan *blood-brain barrier* (Hossain et al., 2024). GFAP dapat terdeteksi sejak 1 jam setelah trauma dan memiliki waktu paruh yang diperkirakan 24-48 jam, tergantung pada tingkat keparahan cedera kepala dan metode pemeriksaan yang digunakan dan dilaporkan memiliki korelasi dengan derajat keparahan cedera kepala serta keberadaan lesi intrakranial (D. Chandra et al., 2024).

Penggunaan GFAP memiliki potensi besar, terutama di fasilitas kesehatan dengan keterbatasan akses terhadap pencitraan atau dalam kondisi di mana penilaian GCS sulit dilakukan (Legramante et al., 2024). Selain itu, biomarker ini juga berpotensi memberikan kontribusi dalam aspek medikolegal, khususnya dalam penyusunan *Visum et Repertum* (VeR) karena dapat memberikan bukti objektif mengenai adanya cedera kepala yang tidak selalu tampak secara klinis (Anindita et al., 2024).

Namun demikian, data mengenai hubungan antara derajat cedera kepala dengan kadar GFAP, khususnya di tingkat lokal, masih terbatas. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara derajat cedera kepala dengan kadar GFAP, baik dari sudut pandang klinis maupun kepentingan medikolegal.

KAJIAN PUSTAKA

Cedera kepala merupakan gangguan fungsi otak akibat trauma mekanik eksternal yang dapat

menimbulkan perubahan neurologis sementara maupun permanen (Ramli & Zairinal, 2017). Secara global, insiden cedera kepala ringan diperkirakan mencapai 100-300 kasus per 100.000 penduduk, sedangkan cedera kepala sedang dan berat masing-masing sekitar 15-20 dan 12-14 per 100.000 penduduk. Data *Global Burden of Disease* juga menunjukkan bahwa cedera kepala merupakan penyebab utama kematian dan kecacatan pada kelompok usia <45 tahun sehingga memberikan dampak signifikan terhadap beban sosial dan ekonomi masyarakat (Rosyidi et al., 2023).

Cedera kepala dapat ditimbulkan oleh berbagai mekanisme trauma eksternal yang menyebabkan gangguan fungsi otak. Penyebab utama terjadinya cedera kepala di Indonesia didominasi oleh kecelakaan lalu lintas dengan pengguna sepeda motor sebagai kelompok yang paling sering terdampak. (J. Chandra & Tobing, 2021). Selain kecelakaan lalu lintas, jatuh juga menjadi etiologi penting, terutama pada dua kelompok usia rentan, yaitu anak-anak dan lanjut usia (James et al., 2019). Secara global, pola penyebab juga berbeda menurut tingkat pendapatan negara. Di negara berpendapatan rendah dan menengah, cedera kepala lebih sering disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas akibat infrastruktur jalan yang buruk, lemahnya regulasi keselamatan transportasi, serta rendahnya kepatuhan penggunaan alat pelindung (Ichwanuddin & Nashirah, 2022). Sebaliknya, di negara berpendapatan tinggi, meskipun angka kecelakaan lalu lintas lebih rendah berkat infrastruktur yang baik dan penegakan regulasi yang ketat, cedera kepala tetap banyak dijumpai terutama pada kelompok usia lanjut yang rentan mengalami

cedera karena terjatuh (Takala et al., 2024).

Cedera kepala dapat diklasifikasikan berdasarkan patofisiologi, yaitu cedera primer dan cedera sekunder. Cedera primer muncul sebagai dampak langsung (*immediate effect*) dari gaya mekanik eksternal yang mengenai otak pada saat trauma berlangsung. Sementara itu, cedera sekunder berkembang setelah kejadian awal, dipicu oleh berbagai mekanisme patofisiologi yang kompleks dan progresif sehingga menimbulkan kerusakan jaringan otak yang lebih luas. Perbedaan proses yang terjadi pada kedua jenis cedera ini juga menghasilkan variasi bentuk kerusakan jaringan, baik yang bersifat fokal maupun difus (Ramli & Zairinal, 2017).

Secara umum, derajat keparahan cedera kepala dapat diklasifikasikan menggunakan skor GCS, yang menilai respons mata, verbal, dan motorik dengan rentang skor 3-15. Berdasarkan skor tersebut, cedera kepala dibagi menjadi ringan (GCS 13-15), sedang (GCS 9-12), dan berat (GCS 3-8) (Fernandes et al., 2025). Klasifikasi ini penting karena berkaitan langsung dengan prognosis, kebutuhan penatalaksanaan, serta risiko komplikasi yang mungkin terjadi pada pasien.

Walaupun GCS praktis dan telah digunakan secara luas, instrumen ini memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kendala utama adalah hasil penilaian GCS dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal, misalnya pemberian obat sedatif, adanya intoksikasi alkohol, trauma pada wajah, maupun keadaan pasien yang sudah dilakukan intubasi (Andraos et al., 2025). Hal ini menyebabkan GCS tidak selalu mencerminkan kondisi neurologis yang sebenarnya sehingga diperlukan pendekatan tambahan

untuk meningkatkan akurasi penilaian derajat cedera kepala.

Glial Fibrillary Acidic Protein (GFAP) merupakan protein filamen *intermediate* berukuran sekitar 50 kDa yang disintesis secara dominan oleh sel astrosit di sistem saraf pusat (Wang et al., 2018). Protein ini ditemukan, baik pada substansia grisea maupun substansia alba otak, yang berperan dalam pemeliharaan homeostasis jaringan saraf dan proses regenerasi setelah cedera kepala (Hossain et al., 2024).

Pelepasan GFAP ke dalam cairan biologis, seperti cairan serebrospinal dan darah terjadi akibat kerusakan astrosit dan disrupsi sawar darah otak yang diinduksi oleh cedera kepala (D. Chandra et al., 2024). Pada kondisi fisiologis normal, GFAP hampir tidak terdeteksi dalam sirkulasi perifer karena BBB berfungsi dengan baik. Namun, ketika terjadi cedera kepala, membran sel astrosit robek dan terjadi peningkatan permeabilitas BBB sehingga GFAP dan *Glial Fibrillary Acidic Protein-Breakdown Products* (GFAP-BDP), yaitu fragmen degradasinya, dapat berpindah dari jaringan otak ke CSF dan kemudian ke aliran darah (Gogishvili et al., 2025).

Kadar GFAP dapat meningkat dalam waktu 1 jam setelah trauma dan mencapai puncak dalam 20-24 jam, sebelum akhirnya menurun dalam kurun waktu sekitar 72 jam, dan memiliki waktu paruh sekitar 24-48 jam, tergantung tingkat keparahan cedera (Hossain et al., 2024).

Penelitian *multicenter* prospektif oleh Bazarian et al. (2018) melalui studi ALERT-TBI memvalidasi penggunaan GFAP dan UCH-L1 sebagai biomarker untuk mendeteksi lesi intrakranial akut pada pasien dengan cedera kepala ringan hingga sedang (GCS 9-15). Penelitian ini

menggunakan nilai ambang yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu GFAP 22 pg/mL (0,022 ng/mL) dan UCH-L1 327 pg/mL (0,327 ng/mL). Kombinasi kedua biomarker tersebut menunjukkan sensitivitas 97,6%, nilai prediktif negatif 99,6%, dan spesifisitas 36,4% sehingga efektif digunakan sebagai tes penyingkir (*rule-out test*) untuk menentukan kebutuhan CT scan kepala pada pasien cedera kepala ringan. Analisis tambahan menunjukkan bahwa meskipun kombinasi GFAP dan UCH-L1 menghasilkan akurasi yang sedikit lebih tinggi, perbedaannya tidak bermakna secara statistik dibandingkan penggunaan GFAP tunggal, yang berarti GFAP sendiri sudah memiliki kemampuan diagnostik yang cukup baik untuk mendeteksi lesi intrakranial pada cedera kepala ringan hingga sedang (Bazarian et al., 2018).

Dalam praktik klinis, penilaian cedera kepala tidak hanya bergantung pada pemeriksaan klinis dan radiologis, tetapi juga memerlukan pendekatan tambahan untuk meningkatkan akurasi diagnosis. GFAP sebagai biomarker darah menawarkan keunggulan karena dapat mendeteksi kerusakan otak pada tingkat seluler bahkan sebelum perubahan struktural terlihat pada CT scan atau MRI (Pryzmont et al., 2025).

Kadar GFAP dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari karakteristik pasien maupun aspek teknis pemeriksaan. Dari sisi klinis, epilepsi, tumor otak, sepsis, cedera spinal, *multiple sclerosis*, dan *stroke* dapat meningkatkan kadar GFAP secara non-spesifik karena biomarker ini dapat meningkat akibat kerusakan astrosit dan proses neuroinflamasi bahkan pada kerusakan otak non-traumatik. Hal ini menjadi pertimbangan penting dalam interpretasi klinis, terutama pasien

dengan riwayat penyakit neurologis yang dapat menimbulkan peningkatan kadar GFAP (Abdelhak et al., 2022).

Selain itu, dalam konteks medikolegal, penentuan derajat cedera kepala memiliki implikasi penting dalam penyusunan *Visum et Repertum* (VeR). VeR merupakan laporan tertulis yang disusun oleh dokter berdasarkan hasil pemeriksaan medis terhadap seseorang atau bagian tubuh manusia, baik dalam keadaan hidup maupun meninggal, atas permintaan resmi dari penyidik yang berwenang dan dibuat di bawah sumpah untuk kepentingan proses peradilan. (Safitry, 2013). Kadar GFAP yang meningkat dapat menjadi bukti objektif adanya cedera kepala, terutama pada kasus dengan temuan klinis minimal atau hasil pencitraan normal sehingga GFAP berpotensi memperkuat dasar ilmiah dalam penilaian derajat luka dan mendukung proses pembuktian hukum (Anindita et al., 2024; du Toit et al., 2025).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi analitik dengan pendekatan kuantitatif yang menggunakan desain *cross-sectional*. Data yang digunakan berasal dari data sekunder berupa rekam medis serta hasil pemeriksaan kadar GFAP dalam serum darah pasien cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang selama periode 2023-2024.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh pasien cedera kepala dengan derajat ringan, sedang, dan berat yang datang ke IGD RSUP Dr. M. Djamil Padang pada periode 2023-2024. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *consecutive sampling*. Artinya, setiap subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan

eksklusi serta datang secara berurutan selama periode penelitian akan diikutsertakan hingga jumlah sampel terpenuhi. Kriteria inklusi pada penelitian ini, yaitu pasien cedera kepala yang datang ke IGD RSUP Dr. M. Djamil Padang dengan onset ≤ 24 jam dan pasien usia 18-65 tahun, sedangkan kriteria eksklusinya meliputi pasien dengan riwayat epilepsi, tumor otak, sepsis, cedera spinal, *multiple sclerosis*, serta stroke. Adapun besar sampel minimal untuk penelitian ini adalah sebanyak 55 orang.

Tingkat keparahan cedera kepala dalam penelitian ini diklasifikasikan berdasarkan skor GCS, sedangkan kadar GFAP dianalisis menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)* dengan bantuan alat ELISA reader. Data yang diolah merupakan data sekunder yang bersumber dari rekam medis serta hasil pemeriksaan kadar GFAP dalam serum darah pasien cedera kepala di IGD RSUP Dr. M. Djamil Padang selama periode 2023-2024.

Protokol penelitian ini telah disetujui secara etik oleh Komite Etik RSUP Dr. M. Djamil Padang dengan nomor DP.04.03.D.XVI.10.1.37.2026. Kerahasiaan informasi pasien dijaga sepenuhnya sesuai standar etika yang berlaku dan penggunaan data

dibatasi hanya untuk pemenuhan tujuan penelitian.

Analisis data dalam penelitian ini mencakup analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik serta sebaran masing-masing variabel, yakni derajat cedera kepala dan kadar GFAP. Selanjutnya, analisis bivariat dilakukan untuk menguji keterkaitan antara variabel independen (derajat cedera kepala) dengan variabel dependen (kadar GFAP). Sebelum dilakukan uji korelasi, dilakukan uji normalitas terhadap variabel kadar GFAP terlebih dahulu dianalisis menggunakan program SPSS. Sementara itu, variabel derajat cedera kepala tidak dilakukan uji normalitas karena memiliki skala pengukuran ordinal. Metode analisis hubungan dalam penelitian ini ditentukan oleh hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov. Apabila nilai signifikansi menunjukkan $p > 0,05$, maka data dikategorikan berdistribusi normal dan dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Namun, jika nilai signifikansi $p \leq 0,05$, data dianggap tidak terdistribusi secara normal sehingga beralih menggunakan korelasi Spearman. Adapun kriteria kebermaknaan statistik untuk hasil korelasi ditetapkan pada $p \leq 0,05$.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Derajat Cedera Kepala pada Pasien Cedera Kepala

Derajat Cedera Kepala	Frekuensi	Persentase (%)
Ringan (Skor GCS 13-15)	62	65,3
Sedang (Skor GCS 9-12)	20	21,1
Berat (Skor GCS 3-8)	13	13,7

Berdasarkan tabel 1, sebagian besar pasien cedera kepala di RSUP

Dr. M. Djamil Padang termasuk dalam kategori cedera kepala ringan

dengan skor GCS 13-15, yaitu sebanyak 62 orang (65,3%). Pasien dengan cedera kepala sedang (skor GCS 9-12) berjumlah 20 orang (21,1%), sedangkan kelompok pasien dengan cedera kepala berat (skor GCS 3-8) menunjukkan jumlah paling

rendah, yakni sebanyak 13 orang (13,7%). Pola distribusi ini sejalan dengan gambaran umum epidemiologi cedera kepala, yaitu sebagian besar kasus cedera kepala tergolong ringan.

Tabel 2. Gambaran Kadar GFAP pada Pasien Cedera Kepala

Variabel	Median	Minimum	Maksimum
Kadar GFAP (ng/mL)	2,251	0,050	16,412

Berdasarkan tabel 2, median kadar GFAP pada pasien cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang adalah sebesar 2,251 ng/mL. Median digunakan untuk menunjukkan nilai kadar GFAP yang paling mewakili kondisi umum pasien karena sebaran

data tidak berdistribusi normal. Nilai minimum sebesar 0,050 ng/mL menunjukkan kadar GFAP terendah, sedangkan nilai maksimum sebesar 16,412 ng/mL menunjukkan kadar GFAP tertinggi pada pasien dalam penelitian ini.

Tabel 3. Hubungan Derajat Cedera Kepala dengan Kadar GFAP pada Pasien Cedera Kepala

Derajat Cedera Kepala	n	Kadar GFAP		r	p-value
		Range	Mean±SD		
Ringan (GCS 13-15)	62	1,420-16,412	3,135±2,77	-0,088	0,396
Sedang (GCS 9-12)	20	0,050-14,464	3,072±2,98		
Berat (GCS 3-8)	13	1,844-5,010	2,655±0,894		

Berdasarkan tabel 3, kadar GFAP pada pasien cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang menunjukkan variasi nilai pada setiap derajat cedera kepala. Pada pasien dengan cedera kepala ringan (GCS 13-15), diperoleh nilai rata-rata kadar GFAP sebesar 3,135±2,77 ng/mL dengan rentang 1,420-16,412 ng/mL. Pada cedera kepala sedang (GCS 9-12), rata-rata kadar GFAP adalah 3,072±2,98 ng/mL dengan rentang 0,050-14,464 ng/mL, sedangkan pada cedera kepala berat (GCS 3-8), rata-rata kadar GFAP sebesar 2,655±0,894 ng/mL dengan rentang 1,844-5,010 ng/mL.

Nilai Standar Deviasi (SD) pada masing-masing kelompok menunjukkan tingkat variasi kadar GFAP antarpasien dalam derajat

cedera kepala yang sama. SD yang relatif besar pada kelompok cedera kepala ringan dan sedang menunjukkan variasi kadar GFAP yang lebih lebar antarpasien, sedangkan SD yang lebih kecil pada kelompok cedera kepala berat menunjukkan kadar GFAP yang cenderung lebih homogen.

Hasil analisis korelasi Spearman dalam penelitian ini menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar sebesar -0,088 yang menandakan arah korelasi negatif, mencerminkan penurunan skor GCS (peningkatan derajat cedera kepala) cenderung diikuti oleh peningkatan kadar GFAP, dengan kekuatan korelasi yang sangat lemah. Sementara itu, nilai p sebesar 0,396 ($p > 0,05$) mengindikasikan bahwa

hubungan antara derajat cedera kepala dan kadar GFAP tidak bermakna secara statistik.

PEMBAHASAN

Kasus cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang dalam penelitian ini didominasi oleh kelompok pasien dengan kategori ringan. Tingginya proporsi cedera kepala ringan dapat dikaitkan dengan kecenderungan pasien untuk tetap datang ke fasilitas pelayanan kesehatan untuk menjalani evaluasi dan observasi meskipun gejala yang dialami relatif ringan. Sebaliknya, proporsi pasien cedera kepala sedang dan berat yang lebih sedikit dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tingginya risiko kematian saat fase pra-rumah sakit pada cedera kepala berat sehingga tidak semua pasien sempat mendapatkan penanganan lanjutan atau tercatat dalam data rumah sakit (Darmalaksana et al., 2025).

Penelitian ini sejalan dengan gambaran epidemiologi cedera kepala di berbagai rumah sakit di Indonesia. Penelitian oleh Darmalaksana et al. (2025) di IGD RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngoerah Denpasar pada tahun 2023 melaporkan bahwa mayoritas pasien cedera kepala yang datang ke IGD termasuk dalam kategori cedera kepala ringan. (Darmalaksana et al., 2025). Sejalan dengan laporan Hariyani et al. (2024) di RSUP Dr. M. Djamil Padang, distribusi kasus didominasi oleh cedera kepala ringan (48%), disusul kategori sedang (38%), dan kategori berat sebagai kelompok dengan frekuensi paling sedikit (14%) (Hariyani et al., 2023).

Perbedaan gambaran derajat cedera kepala dapat dipengaruhi oleh etiologi cedera kepala yang dominan pada masing-masing negara. Kecelakaan lalu lintas masih

merupakan penyebab utama cedera kepala, terutama di negara berkembang. Kondisi infrastruktur jalan, kepatuhan penggunaan alat pelindung diri, seperti helm, serta sistem keselamatan lalu lintas turut memengaruhi tingkat keparahan cedera kepala yang terjadi. Sebaliknya, di negara maju, kejadian jatuh merupakan penyebab utama cedera kepala, khususnya pada kelompok usia lanjut, dan sering berhubungan dengan cedera kepala ringan hingga sedang walaupun dapat menimbulkan cedera yang lebih berat pada kondisi tertentu. Perbedaan pola etiologi tersebut menunjukkan bahwa mekanisme terjadinya cedera kepala dapat bervariasi antar negara (Takala et al., 2024).

Pada penelitian ini, diperoleh median kadar GFAP sebesar 2,251 ng/mL dengan nilai minimum 0,050 ng/mL dan nilai maksimum 16,412 ng/mL. Rentang nilai yang cukup luas tersebut menunjukkan adanya variasi kadar GFAP antarpasien cedera kepala yang mencerminkan perbedaan tingkat kerusakan jaringan otak dan respons biologis terhadap trauma. Sejalan dengan temuan Syafrita (2022), kadar biomarker GFAP pada populasi cedera kepala cenderung menunjukkan distribusi nilai yang luas, tidak terkumpul pada satu titik tertentu, dengan median sebesar 1,323 ng/mL dan rentang 0,622-9,976 ng/mL (Syafrita, 2022). Sebaran nilai tersebut menunjukkan adanya tumpang tindih (*overlap*) kadar GFAP antarpasien.

Perbedaan nilai median dan rentang kadar GFAP antara penelitian ini dan penelitian Syafrita

(2022) dapat dipengaruhi oleh perbedaan jumlah sampel yang digunakan. Penelitian Syafrita melibatkan 66 sampel, sedangkan penelitian ini menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak, yaitu 95 sampel. Jumlah sampel yang lebih banyak memungkinkan variasi biologis antarpasien tercakup secara lebih luas sehingga sebaran nilai kadar GFAP yang diperoleh dapat tampak lebih beragam. Sebaliknya, pada penelitian dengan jumlah sampel yang lebih terbatas, variasi kadar GFAP yang tercakup cenderung lebih sempit sehingga gambaran sebaran kadar GFAP yang dihasilkan dapat berbeda.

Secara biologis, peningkatan kadar GFAP berkaitan erat dengan kerusakan astrosit dan disrupsi sawar darah otak pascatrauma. GFAP merupakan protein filamen intermediate yang menyusun sitoskeleton astrosit dan berperan dalam menjaga stabilitas struktur jaringan otak (Wang et al., 2018). Pada cedera kepala, kerusakan sel astrosit menyebabkan pelepasan GFAP ke ruang ekstraseluler, sementara gangguan sawar darah otak memungkinkan protein tersebut masuk ke dalam sirkulasi sistemik dan terdeteksi dalam serum darah. Besarnya pelepasan GFAP dipengaruhi oleh tingkat kerusakan astrosit serta karakteristik cedera kepala yang mendasari, terutama luas dan lokasi kerusakan jaringan otak. Cedera yang melibatkan jaringan kortikal atau area dengan kepadatan astrosit yang tinggi cenderung menghasilkan pelepasan GFAP yang lebih besar dibandingkan cedera dengan keterlibatan jaringan yang lebih terbatas sehingga berkontribusi terhadap variasi kadar GFAP antarpasien (Zheng et al., 2024).

Selain faktor biologis, faktor waktu juga memengaruhi kadar GFAP yang terukur pada pasien

cedera kepala. GFAP menunjukkan pola kinetika yang khas setelah terjadinya cedera kepala. GFAP mulai terdeteksi dalam sirkulasi darah sejak sekitar 1 jam pascatrauma dan terus meningkat dan mencapai puncak konsentrasi pada kisaran 20-24 jam, sebelum mengalami penurunan bertahap dalam kurun waktu sekitar 72 jam (Hossain et al., 2024). Pengambilan sampel darah pada penelitian ini dilakukan kepada pasien dengan onset cedera ≤ 24 jam sehingga kadar GFAP yang diperoleh dapat merepresentasikan fase akut cedera kepala sebelum terjadinya penurunan kadar yang bermakna. Namun, perbedaan waktu pengambilan sampel di dalam rentang 24 jam tersebut tetap dapat memengaruhi besarnya kadar GFAP yang terdeteksi dan berkontribusi terhadap variasi serta luasnya sebaran nilai GFAP yang ditemukan antarpasien dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis bivariat yang menggunakan uji korelasi Spearman, diperoleh koefisien korelasi (r) sebesar $-0,088$ dengan nilai $p = 0,396$ ($p > 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif dengan kekuatan yang sangat rendah dan tidak signifikan secara statistik antara derajat cedera kepala dan kadar GFAP pada pasien cedera kepala di RSUD Dr. M. Djamil Padang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penurunan skor GCS tidak diikuti oleh peningkatan kadar GFAP yang konsisten secara statistik pada sampel di penelitian ini.

Temuan serupa juga dilaporkan oleh Edwards et al. (2025) yang menunjukkan bahwa kadar GFAP tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan derajat cedera kepala berdasarkan skor GCS dengan nilai $p = 0,165$. Nilai p yang lebih besar dari batas signifikansi ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa hasil

yang diperoleh belum menunjukkan adanya hubungan antara kedua variabel sehingga hubungan tersebut dianggap tidak bermakna secara statistik (Edwards, 2025).

Di sisi lain, beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan adanya hubungan antara derajat cedera kepala dengan kadar GFAP. Penelitian oleh Chandra et al. (2024) melaporkan adanya korelasi negatif bermakna antara derajat cedera kepala dan kadar GFAP ($r = -0,369$; $p = 0,017$), yang menunjukkan bahwa kadar GFAP meningkat seiring dengan penurunan skor GCS (D. Chandra et al., 2024).

Perbedaan hasil penelitian ini dibandingkan dengan beberapa studi sebelumnya kemungkinan dipengaruhi oleh karakteristik populasi yang diteliti serta distribusi derajat cedera kepala dalam sampel. Sebagian besar subjek pada penelitian ini termasuk dalam kelompok cedera kepala ringan sehingga rentang variasi derajat cedera kepala menjadi relatif sempit. Kondisi tersebut dapat memengaruhi interpretasi hubungan antara kadar biomarker dengan tingkat keparahan cedera kepala (Bilgin et al., 2025).

Tidak ditemukannya hubungan yang bermakna antara kadar GFAP dan derajat cedera kepala pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh variasi cedera kepala, seperti luas dan lokasi lesi intrakranial serta perbedaan antara cedera fokal dan difus. Hal ini berkaitan dengan mekanisme pelepasan GFAP yang terjadi akibat kerusakan sel astrosit pada jaringan otak. Pada cedera otak difus yang melibatkan kerusakan jaringan otak secara luas atau pada area yang kaya akan astrosit, pelepasan GFAP ke dalam cairan serebrospinal dan sirkulasi darah cenderung lebih besar. Sebaliknya, pada cedera otak fokal yang bersifat terlokalisasi pada area

tertentu, jumlah GFAP yang dilepaskan dapat lebih sedikit meskipun secara klinis pasien menunjukkan derajat cedera yang serupa berdasarkan skor GCS (Edwards, 2025).

Selain itu, faktor waktu pengambilan sampel pascatrauma turut berperan, mengingat kadar GFAP bersifat dinamis pada fase akut cedera kepala. Setelah terjadinya trauma pada otak, kerusakan sel astrosit akan memicu pelepasan GFAP ke dalam cairan serebrospinal dan kemudian masuk ke sirkulasi darah. Namun, peningkatan kadar GFAP tidak terjadi secara instan dan memiliki pola kinetika tertentu, yaitu meningkat secara bertahap dalam beberapa jam pertama setelah cedera, mencapai puncak dalam 20-24 jam, kemudian dapat mengalami penurunan seiring dengan proses metabolisme dan eliminasi protein tersebut dari sirkulasi. Pengambilan sampel yang dilakukan terlalu dini atau terlalu lambat setelah cedera berpotensi menghasilkan kadar GFAP yang berbeda sehingga dapat memengaruhi hasil analisis hubungan antara derajat cedera kepala dengan kadar GFAP (Hossain et al., 2024).

KESIMPULAN

Sebagian besar pasien cedera kepala di RSUP Dr. M. Djamil Padang termasuk dalam kategori cedera kepala ringan (GCS 13-15), yaitu sebanyak 62 orang (65,3%), diikuti oleh cedera kepala sedang (GCS 9-12) sebanyak 20 orang (21,1%), dan cedera kepala berat (GCS 3-8) sebanyak 13 orang (13,7%).

Kadar GFAP pada subjek penelitian di RSUP Dr. M. Djamil Padang memiliki rentang nilai antara 0,050 ng/mL sampai 16,412 ng/mL, dengan nilai median tercatat sebesar 2,251 ng/mL.

Hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya korelasi yang signifikan antara derajat keparahan cedera kepala (skor GCS) dengan kadar GFAP pada pasien di RSUP Dr. M. Djamil Padang ($p = 0,396$ dan nilai $r = -0,088$). Hubungan kedua variabel tersebut bersifat negatif dengan kekuatan yang sangat lemah, yang mengisyaratkan bahwa semakin rendah skor GCS, maka kadar GFAP akan semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhak, A., Foschi, M., Abu-Rumeileh, S., Yue, J. K., D'Anna, L., Huss, A., Oeckl, P., Ludolph, A. C., Kuhle, J., Petzold, A., Manley, G. T., Green, A. J., Otto, M., & Tumani, H. (2022). Blood GFAP as an emerging biomarker in brain and spinal cord disorders. *Nature Reviews Neurology*, 18(3), 158-172. <https://doi.org/10.1038/s41582-021-00616-3>
- Aleid, A. M., Al Omireen, R. M., Enani, M. J., Alharbi, R. A., Alsubaie, O. F., Aljibreen, A. F., Aldehailan, M. S., Alawad, F. H., Alsarar, A. A., & Almalki, S. F. (2024). A review of imaging modalities in paediatric traumatic brain injury: Evaluating diagnostic accuracy and clinical outcomes: Cross sectional study. *Journal of Advanced Trends in Medical Research*, 1(3), 784-790. https://doi.org/10.4103/ATM.R.ATMR_141_24
- Andraos, C., Siddiqi, A., Brazdzionis, J., & Siddiqi, J. (2025). Limitations of the glasgow coma scale: Challenges and considerations. *Cureus*, 17(2), 1-7. <https://doi.org/10.7759/cureus.78900>
- Anindita, S. R., Kiling, C. F., Wungkana, W., & Winatha, B. W. (2024). Penentuan derajat perlukaan pada visum et repertum korban hidup: Tantangan dan solusi bagi dokter umum. *Proceeding Masyarakat Hukum Kesehatan Indonesia*, 1(01), 371-380.
- Bazarian, J. J., Biberthaler, P., Welch, R. D., Lewis, L. M., Barzo, P., Bogner-Flatz, V., Gunnar Brodin, P., Büki, A., Chen, J. Y., Christenson, R. H., Hack, D., Huff, J. S., Johar, S., Jordan, J. D., Leidel, B. A., Lindner, T., Ludington, E., Okonkwo, D. O., Ornato, J., ... Jagoda, A. S. (2018). Serum GFAP and UCH-L1 for prediction of absence of intracranial injuries on head CT (ALERT-TBI): A multicentre observational study. *The Lancet Neurology*, 17(9), 782-789. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30231-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30231-X)
- Bilgin, Y., Sari, F. M., Gunay, M., Hayme, S., Kantar, Y., & Durmus, U. (2025). Diagnostic accuracy of GFAP and UCH-L1 for intracranial hemorrhage in blunt head trauma a prospective study. *BMC Emergency Medicine*, 25(240), 1-10.
- Chandra, D., Airlangga, P. S., Hamzah, Santoso, K. H., & Sumartono, C. (2024). Relationship between serum glial fibrillary acidic protein (GFAP) levels and severity of traumatic brain injury as measured by glasgow coma scale (GCS) and Rotterdam computed tomography (CT) score. *Bali Medical Journal*, 13(3), 1111-1115. <https://doi.org/10.15562/bmj.v13i3.5336>

- Chandra, J., & Tobing, W. L. (2021). Risk factors of mortality due to traumatic brain injury in Marsidi Judono general hospital, Belitung, Indonesia. *Indonesian Journal of Neurosurgery*, 4(3), 106-111. <https://doi.org/10.15562/ijn.v4i3.163>
- Darmalaksana, I. G. L. A. L., Parama, P., Suranadi, I. W., & Senapathi, T. G. A. (2025). Karakteristik klinis penderita cedera kepala di IGD RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngoerah tahun 2023. *Intisari Sains Medis*, 16(1), 149-153.
- Dobson, G. P., Morris, J. L., & Letson, H. L. (2024). Traumatic brain injury: Symptoms to systems in the 21st century. *Brain Research*, 1845, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2024.149271>
- du Toit, M., van Hoving, D. J., Tamba, A., O'Meara, R. M., & Hendrikse, C. (2025). Traumatic brain injuries in A district level emergency department in Cape Town: Describing patient's journey from arrival to CT scan and neurosurgery. *BMC Emergency Medicine*, 25(1), 123-135. <https://doi.org/10.1186/s12873-025-01277-x>
- Edwards, K. (2025). Association of Marshall CT Scores with GFAP, UCH-L1, Tau, NfL, and p-Tau231 after traumatic brain injury. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(24), 1-18. <https://doi.org/doi.org/10.3390/ijms262411765>
- Fernandes, L. C., de Oliveira Rocha, T., Sloboda, D. A., de Souza Nogueira, L., de Santana Neto, J. C., de Queiroz Oberg, L. M. C., Paiva, W. S., Talib, L. L., & de Sousa, R. M. C. (2025). Comparative analysis of plasma and salivary S100B as predictors of traumatic brain injury severity according to GCS and MAIS/head. *The American Journal of Emergency Medicine*, 95, 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2025.06.058>
- Gogishvili, D., Honey, M. I. J., Verberk, I. M. W., Vermunt, L., Hol, E. M., Teunissen, C. E., & Abeln, S. (2025). The GFAP proteoform puzzle: How to advance GFAP as a fluid biomarker in neurological diseases. *Journal of Neurochemistry*, 169(1), 1-18. <https://doi.org/10.1111/jnc.16226>
- Hariyani, I. P., Rasyid, P. R., & Pitra, D. A. H. (2023). Gambaran cedera kepala pada korban kecelakaan lalu lintas di bagian bedah RSUP Dr. M. Djamil Padang tahun 2019-2020. *Nusantara Hasana Journal*, 3(1), 1-8.
- Hossain, I., Marklund, N., Czeiter, E., Hutchinson, P., & Buki, A. (2024). Blood biomarkers for traumatic brain injury: A narrative review of current evidence. *Brain and Spine*, 4, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.bas.2023.102735>
- Ichwanuddin, I., & Nashirah, A. (2022). Cedera kepala sedang. *Averrous: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, 8(2), 1-9. <https://doi.org/10.29103/averrous.v8i2.8726>
- James, S. L., Theadom, A., Ellenbogen, R. G., Bannick, M. S., Montjoy-Venning, W., Lucchesi, L. R., Abbasi, N., Abdulkader, R., Abraha, H. N., Adsuar, J. C., Afarideh, M., Agrawal, S., Ahmadi, A.,

- Ahmed, M. B., Aichour, A. N., Aichour, I., Aichour, M. T. E., Akinyemi, R. O., Akseer, N., ... Murray, C. J. L. (2019). Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(1), 56-87. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30415-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0)
- Pryzmont, M., Kosciuczuk, U., & Maciejczyk, M. (2025). Biomarkers of traumatic brain injury: Narrative review and future prospects in neurointensive care. *Frontiers in Medicine*, 12, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1539159>
- Ramli, Y., & Zairinal, R. A. (2017). Neurotrauma. In T. Aninditha & W. Wiratman (Eds.), *Buku ajar neurologi* (1st ed., pp. 383-399). Departemen Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo.
- Rosyidi, R. M., Priyanto, B., Putu Wisnu Wardhana, D., Rozikin, Wahyudi, & Gunawan, K. (2023). The epidemiology, management, and outcomes of traumatic brain injury in man-made and natural disasters: A systematic review. *Interdisciplinary Neurosurgery*, 34, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2023.101822>
- Safitry, O. (2013). Visum et repertum. In *Mudah membuat visum et repertum kasus luka* (pp. 2-7). Departemen Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Schweitzer, A. D., Niogi, S. N., Whitlow, C. J., & Tsiouris, A. J. (2019). Traumatic brain injury: Imaging patterns and complications. *RadioGraphics*, 39(6), 1571-1595. <https://doi.org/10.1148/rg.2019190076>
- Syafrita, Y. (2022). Hubungan kadar glial fibrillary acidic protein serum dengan severitas dan luaran cedera kepala traumatik. *Majalah Kedokteran Andalas*, 45(1), 44-50.
- Tim Riskesdas 2018. (2018). Laporan nasional Riskesdas 2018. In *Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB)*.
- Wang, K. K., Yang, Z., Zhu, T., Shi, Y., Rubenstein, R., Tyndall, J. A., & Manley, G. T. (2018). An update on diagnostic and prognostic biomarkers for traumatic brain injury. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 18(2), 165-180. <https://doi.org/10.1080/14737159.2018.1428089>
- Zheng, X., Yang, J., Hou, Y., Shi, X., & Liu, K. (2024). Prediction of clinical progression in nervous system diseases: Plasma glial fibrillary acidic protein (GFAP). *European Journal of Medical Research*, 29(1), 51-65. <https://doi.org/10.1186/s40001-023-01631-4>