

Hubungan Gejala Klinis dan Gambaran CT-Scan Kepala dengan Luaran Klinis yang Dinilai dengan *Modified Ranking Scale* Pada Pasien Meningoensefalitis Di Rumah Sakit Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh

Association Between Clinical Symptoms and Head CT Scan Findings with Clinical Outcomes Assessed by Modified Rankin Scale in Meningoencephalitis Patients at Dr. Zainoel Abidin Hospital, Banda Aceh

Nur Astini^{1*}, Diana¹, Shefina Pyeloni Harnold²

¹Bagian/KSM Neurologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala/Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Neurologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala/Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh, Indonesia

*E-mail: astinisyailful@gmail.com

Submit: 29 Oktober 2025; Revisi: 29 Oktober 2025; Terima: 29 Oktober 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan gejala klinis dan gambaran CT-scan kepala dengan luaran klinis pada pasien meningoensefalitis di Rumah Sakit dr. Zainoel Abidin dengan harapan bahwa penting nya ketersediaan ct scan kepala bisa dilakukan segera untuk mempercepat terdiagnosa dan penanganan cepat terhadap kasus meningoensefalitis ini sehingga dapat menurunkan angka kematian. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional retrospektif dengan rancangan *cross-sectional*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh, pada bulan Mei – Juli 2024. Data penelitian menggunakan data rekam medis pasien. Dalam penelitian ini, besar sampel adalah seluruh pasien terdiagnosis infeksi meningoensefalitis di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Pada penelitian ini, ditemukan bahwa skor GCS menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas – pasien dengan skor GCS lebih rendah memiliki risiko mortalitas yang lebih tinggi (OR 95% CI = 1,698 (1,310 – 2,202); $p < 0,001$). Selain itu, adanya penurunan kesadaran juga terkait signifikan dengan mortalitas (OR 95% CI = 6,417 (1,837- 22,415); $p = 0,004$) – dengan adanya penurunan kesadaran, risiko mortalitas semakin tinggi. Edema otak dan hidrosefalus menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas – dengan adanya edema otak pada gambaran CT-scan pasien, risiko mortalitas semakin tinggi (OR 95% CI = 2,887 (1,072 – 7,78); $p = 0,034$) dan dengan adanya hidrosefalus, risiko mortalitas semakin tinggi (OR 95% CI = 5,236 (1,334 – 20,543); $p = 0,018$). Berdasarkan temuan penelitian, direkomendasikan untuk segera menerapkan protokol triase berbasis risiko di IGD yang secara otomatis mengkategorikan pasien meningoensefalitis dengan skor GCS rendah (misalnya ≤ 12), penurunan kesadaran, atau tanda edema serebral/hidrosefalus pada CT-scan sebagai pasien risiko mortalitas tinggi. Kategori ini harus memicu respons cepat berupa: percepatan waktu tunggu pemeriksaan penunjang (seperti CT-scan), perujukan langsung ke unit perawatan intensif (ICU/HCU) untuk pemantauan neurologis ketat, dan konsultasi segera dengan tim spesialis saraf dan bedah saraf guna menilai kebutuhan intervensi lebih lanjut seperti terapi dekompresi atau pemasangan shunt, guna meningkatkan luaran keseluruhan pasien.

Kata kunci: Infeksi intrakranial, meningoensefalitis, gejala klinis, CT-scan kepala, mortalitas

Abstract

The aim of this study was to investigate the association between clinical symptoms and CT-scan findings with clinical outcomes in patients with meningoencephalitis at Dr. Zainoel Abidin Hospital, Banda Aceh. A

cross-sectional study was conducted at Dr. Zainoel Abidin Hospital, Banda Aceh, Indonesia, from May to July 2024. The study utilized patient medical record data. The sample size included all patients diagnosed with meningoencephalitis at Dr. Zainoel Abidin General Hospital, Banda Aceh, who met the inclusion and exclusion criteria. The study found that the Glasgow Coma Scale (GCS) score was significantly associated with mortality—patients with lower GCS scores had a higher risk of mortality (OR 95% CI = 1.698 [1.310 – 2.202]; $p < 0.001$). Additionally, a decrease in consciousness was significantly associated with mortality (OR 95% CI = 6.417 [1.837 – 22.415]; $p = 0.004$)—as consciousness declines, the risk of mortality increases. Brain edema and hydrocephalus also showed significant associations with mortality—with the presence of brain edema on the patient's CT-scan, the risk of mortality increased (OR 95% CI = 2.887 [1.072 – 7.78]; $p = 0.034$), and with the presence of hydrocephalus, the risk of mortality further increased (OR 95% CI = 5.236 [1.334 – 20.543]; $p = 0.018$). This study demonstrates that factors such as lower GCS scores, decreased consciousness, brain edema, and hydrocephalus are significantly associated with an increased risk of mortality in patients with meningoencephalitis.

Keywords: Intracranial infection, meningoencephalitis, clinical symptoms, head CT scan, mortality

1. Pendahuluan

Meningoensefalitis merupakan kondisi medis kritis yang ditandai oleh peradangan pada baik membran otak (meninges) maupun jaringan otak (parenkim). Infeksi bakteri, virus, atau jamur merupakan penyebab umum. Pada pasien yang memerlukan perawatan intensif, meningoensefalitis berkorelasi dengan prognosis yang buruk, termasuk tingkat kematian yang berkisar antara 11-25% dan kecacatan fungsional pada 15–25% sebagai gejala sisa bagi pasien yang sembuh. Beberapa parameter telah diidentifikasi terkait dengan prognosis yang buruk, termasuk usia lanjut, status imunokompromis, tanda neurologis fokal, gambaran pencitraan otak yang abnormal, dan pemberian antimikroba yang terlambat (Thy et al., 2023).

Luaran yang ditemukan pada pasien meningoensefalitis adalah 56% pasien mengalami defisit neurologis menetap dalam jangka waktu panjang seperti kelelahan dan/atau kantuk berlebihan pada siang hari (34%), gangguan kognitif dan defisit memori (22%), sakit kepala (14%), dan kejang epilepsi (11%) (Ungureanu et al., 2021). Menurut penelitian oleh Sonnevila et al, pada pasien yang memerlukan perawatan di unit perawatan intensif (ICU), meningoensefalitis berkorelasi dengan prognosis yang buruk, termasuk kejang yang sulit diatasi, masa rawat inap di rumah sakit yang memanjang, cacat neurologis, dan kematian (Sonneville et al., 2023). Selain itu, Kafle et al menemukan bahwa Glasgow Coma Score (GCS) yang rendah pada saat masuk rumah sakit dan jumlah leukosit yang tinggi secara signifikan berhubungan dengan hasil prognosis yang lebih buruk ($P < 0.001$) (Kafle, Subedi and Thapa, 2017).

Meskipun hubungan antara gejala klinis seperti penurunan kesadaran, temuan CT-Scan seperti edema serebri, dan luaran pasien meningoensefalitis secara teori telah diketahui, nilai kebaruan dan urgensi penelitian ini justru terletak pada konteks kekinian dan lokasinya yang spesifik. Sejauh pengetahuan peneliti, ini merupakan studi pertama yang menyelidiki hubungan tersebut pada populasi pasien di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh. Penelitian ini penting untuk dibangun karena karakteristik penyakit, patogen dominan, serta faktor sistem kesehatan dan sosial-budaya di Aceh sangat mungkin berbeda dengan daerah lain, yang dapat mempengaruhi kekuatan dan manifestasi dari faktor-faktor prognostik tersebut. Dengan demikian, temuan dari studi ini tidak hanya akan mengisi celah literatur medis lokal, tetapi lebih jauh, akan memberikan *real-world evidence* yang langsung dapat diaplikasikan untuk menyusun protokol triase dan manajemen klinis yang lebih tepat guna, melakukan konseling prognostik yang akurat bagi keluarga, serta menjadi dasar bagi perencanaan alokasi sumber daya dan pengembangan fasilitas kesehatan di rumah

sakit ini, yang pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan luaran keseluruhan pasien meningoensefalitis di Aceh.

2. Metodologi

2.1. Desain penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan desain observasional restrospektif dan rancangan penelitian cross sectional. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari rekam medis Januari – Desember 2023. Penelitian dilakukan di bagian Rekam Medik RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juli 2024. Protokol penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan, Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh, Indonesia (No: 058/ETIK-RSUDZA/2024).

2.2. Jumlah dan teknik pengambilan sampel

Besar sampel minimal ditentukan dengan rumus Slovin, dari populasi 106, diperoleh sampel minimal 51,45. Untuk mengantisipasi drop out, jumlah sampel ditambah 10%, sehingga menjadi 57. Oleh karena itu, penelitian ini melibatkan 57 pasien meningoensefalitis di RSUD dr. Zainoel Abidin pada tahun 2023 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling, yang berarti seluruh subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dijadikan sampel dalam penelitian ini.

2.3 Kriteria inklusi dan eksklusi

Penelitian ini melibatkan semua penderita meningoensefalitis yang dirawat di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh selama periode Januari hingga Desember 2023, yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi: pasien berusia di atas 18 tahun, didiagnosis meningoensefalitis oleh dokter spesialis neurologi di RSUD dr. Zainoel Abidin berdasarkan gejala klinis dan hasil CT-scan kepala, dirawat di RSUD dr. Zainoel Abidin minimal selama 1 hari, dan memiliki hasil CT-scan kepala selama perawatan. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup pasien dengan rekam medis yang tidak lengkap, pasien yang mengalami disfungsi organ multipel seperti gagal ginjal atau gagal jantung, serta pasien dengan kondisi koma hiperglikemia atau koma hipoglikemia.

2.4 Variabel penelitian

Pada penelitian ini, variabel bebas meliputi kesadaran, defisit neurologi fokal, lama hari rawat inap, edema otak, dan hidrosefalus. Variabel terikatnya adalah luaran pasien, yang dikategorikan menjadi tiga, yaitu hidup, hidup dengan gejala sisa, dan meninggal. Kesadaran dinilai menggunakan skor Glasgow Coma Scale (GCS) saat pertama kali pasien tiba di IGD, dengan hasil skor GCS 3 sampai 15. Defisit neurologis diukur berdasarkan manifestasi klinis dari anamnesis dan pemeriksaan fisik neurologis, yang dicatat dalam rekam medis sebagai ada atau tidak ada defisit. Lama rawat inap dihitung berdasarkan jumlah hari perawatan di rumah sakit. Edema otak diidentifikasi melalui CT scan kepala yang menunjukkan akumulasi cairan abnormal pada parenkim otak, ditandai dengan gambaran sulkus girus yang sempit. Hidrosefalus didefinisikan melalui rasio Evan's yang diperoleh dari perbandingan *Frontal Horn (FH)* dengan *Maximal Biparietal Diameter* > 30%, disertai dengan densitas rendah periventrikuler pada CT scan kepala. Luaran klinis pasien dinilai pada saat kepulangan menggunakan skor *Modified Rankin Scale* (mRS),

dengan hasil berupa angka 0 sampai 6, mengindikasikan hidup, hidup dengan gejala sisa, atau meninggal. Semua variabel ini diukur secara nominal berdasarkan catatan rekam medis.

2.5 Analisis data

Perangkat lunak SPSS versi 25.0 (IBM SPSS, Chicago, IL, USA) digunakan untuk analisis statistik. Untuk mengidentifikasi hubungan masing-masing variabel hasil, *student t-test* dan *chi-square* untuk data kontinyu dan kategorikal. Data kontinyu akan ditampilkan sebagai rata-rata dan standar deviasi dan data kategorikal ditampilkan sebagai persentase. Regresi logistik digunakan untuk menentukan *predictor* dalam analisis multivariat. $p\text{-value} \leq 0,05$ berarti perbedaan memiliki signifikansi statistik.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan sejak bulan Januari – Desember 2024 dengan menggunakan data restropektif berupa rekam medik. Karakteristik subjek penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

3.1. Karakteristik pasien

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa dari 69 pasien, 45 (65,2%) adalah laki-laki dan 24 (34,8%) perempuan, dengan usia median 36 tahun (rentang 16–74 tahun). Rata-rata lama rawat inap adalah 7 hari (rentang 1–48 hari). Skor median GCS adalah 13 (rentang 3–15). Defisit neurologis fokal meliputi penurunan kesadaran pada 51 pasien (73,9%), hemiparesis/paresis pada 14 pasien (20,3%), nyeri kepala pada 18 pasien (26,1%), dan kejang pada 26 pasien (37,7%). Pada gambaran CT-scan, edema otak didapatkan pada 31 pasien (44,9%), sementara 38 pasien (55,1%) tidak mengalami edema. Hidrosefalus ditemukan pada 16 pasien (23,2%), dengan 53 pasien (76,8%) tanpa hidrosefalus. Skor *Modified Rankin Scale* (mRS) menunjukkan bahwa tidak ada pasien dengan skor 0, 12 pasien (17,4%) dengan skor 1, 6 pasien (8,7%) dengan skor 2, 3 pasien (4,3%) dengan skor 3, 6 pasien (8,7%) dengan skor 4, dan 5 pasien (7,2%) dengan skor 5. Sebagian besar pasien, 37 pasien (53,6%), memiliki skor 6, yang menunjukkan kematian.

Tabel 1. Karakteristik pasien (n = 69)

Variabel	n (%)
Jenis kelamin	
Laki – laki	45 (65,2%)
Perempuan	24 (34,8%)
Usia (tahun), median (min-max)	36 (16 – 74)
Lama rawat inap (hari), median (min-max)	7 (1 – 48)
Skor GCS, median (min-max)	13 (3 – 15)
Defisit neurologis fokal	
Penurunan kesadaran	51 (73,9%)
Hemiparesis/parese	14 (20,3%)
Nyeri kepala	18 (26,1%)
Kejang	26 (37,7%)
Edema otak	
Ada	31 (44,9%)
Tidak	38 (55,1%)

Hidrosefalus	
Ada	16 (23,2%)
Tidak	53 (76,8%)
Skor <i>modified ranking scale</i>	
Skor 0	0
Skor 1	12
Skor 2	6
Skor 3	3
Skor 4	6
Skor 5	5
Skor 6	37

Beberapa faktor memengaruhi tingkat kematian pada meningoensefalitis, salah satunya adalah kecepatan diagnosis dan pengobatan. Meningoensefalitis bisa berkembang dengan cepat, dan keterlambatan dalam memulai terapi yang tepat bisa meningkatkan risiko kematian. Selain itu, kondisi kesehatan lainnya seperti immunosupresi atau penyakit kronis juga bisa mempengaruhi hasil pengobatan (Sigfrid *et al.*, 2019).

Usia juga merupakan faktor penting yang memengaruhi tingkat kematian. Anak-anak dan orang tua biasanya berisiko lebih tinggi mengalami hasil yang serius karena sistem kekebalan tubuh mereka yang lebih rentan. Keparahan gejala, termasuk keterlibatan neurologis dan adanya komplikasi seperti kejang atau peningkatan tekanan intrakranial, juga dapat mempengaruhi peluang untuk bertahan hidup (Nathan *et al.*, 2021).

Pada penelitian lainnya juga melaporkan dari sebanyak 683 sampel pasien dengan meningoensefalitis, medians usia adalah 36 tahun, dengan 64,6% diantaranya berjenis kelamin laki-laki. (Zhao, 2024) Sementara itu, laporan lain juga melaporkan pada penelitainannya media usia yang didapatkan adalah 38 tahun (20-64tahun) yang didominasi oleh laki-laki sebanyak 55%. Pada penelitian ini ditemukan mortalitas yang dialami oleh pasien berhubungan jenis penyebab patogen yang dialami, dimana pada jenis kelamin laki-laki memiliki angka mortalitas yang lebih tinggi pada penyebab bakteri dan tuberkulosis. (Akaishi, 2023)

3.2. Hubungan luaran klinis dengan gejala klinis

Selain karakteristik, pada penelitian ini juga ditampilkan luaran klinis yang ditemukan pada pasien dengan meningoensefalitis yang ditampilkan pada Tabel 2. Bahwa jenis kelamin tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas (OR 95% CI = 1,617 (0,597 – 4,38); $p = 0,343$). Usia juga tidak mempengaruhi kemungkinan mortalitas secara signifikan (OR 95% CI = 0,991 (0,960 – 1,02); $p = 0,566$). Lama rawat inap, meskipun bervariasi antara pasien antara pasien hidup dengan gejala sisa (median 9,5 hari) dan pasien yang meninggal (median 5 hari), tidak berdampak signifikan pada mortalitas (OR 95% CI = 1,039 (0,985 – 1,100); $p = 0,161$). Sebaliknya, skor GCS menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas – pasien dengan skor GCS lebih rendah memiliki risiko mortalitas yang lebih tinggi (OR 95% CI = 1,698 (1,310 – 2,202); $p < 0,001$). Selain itu, adanya penurunan kesadaran juga terkait signifikan dengan mortalitas (OR 95% CI = 6,417 (1,837- 22,415); $p = 0,004$) – dengan adanya penurunan kesadaran, risiko mortalitas semakin tinggi. Namun, insidensi hemiparesis/paresis (OR 95% CI = 0,833 (0,257 – 2,700); $p = 0,761$) dan nyeri kepala (OR 95% CI = 0,445 (0,148 – 1,34); $p = 0,145$) tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas. Insidensi kejang tidak mempengaruhi kemungkinan mortalitas secara signifikan (OR 95% CI = 0,792 (0,298 – 2,100); $p = 0,639$).

Tabel 2. Hubungan dan *odds ratio* luaran klinis dengan karakteristik, gejala klinis, dan gambaran CT-scan pasien

Variabel	Hidup dengan gejala sisa n (%)	Meninggal, n (%)	Odd ratio (95% confidence interval)	p-value
Penurunan kesadaran				
Ada*	18 (26,1%)	33 (47,8%)		
Tidak	14 (20,3%)	4 (5,8%)	6,417 (1,837-22,415)	0,004
Hidrosefalus				
Ada*	3 (4,3%)	13 (18,8%)		
Tidak	29 (42,0%)	24 (34,8%)	5,236 (1,334 – 20,543)	0,018
Edema otak				
Ada*	10 (14,5%)	21 (30,4%)		
Tidak	22 (31,9%)	16 (23,2%)	2,887 (1,072 – 7,78)	0,034
Skor GCS, median (min-max)	15 (9 – 15)	10 (3 – 15)	1,698 (1,310 – 2,202)	< 0,001
Jenis kelamin				
Laki – laki*	19 (27,5%)	26 (37,7%)		0,343
Perempuan	13 (18,8%)	11 (15,9%)	1,617 (0,597 – 4,38)	
Lama rawat inap (hari), median (min-max)	9,50 (3 – 32)	5 (1 – 48)	1,039 (0,985 – 1,100)	0,161
Usia (tahun), median (min-max)	35 (16 – 74)	37 (20 – 69)	0,991 (0,960 – 1,02)	0,566
Defisit neurologis fokal				
Kejang				
Ada*	13 (18,8%)	13 (18,8%)		
Tidak	19 (27,5%)	24 (34,8%)	0,792 (0,298 – 2,100)	0,639
Hemiparesis/parese				
Ada*	7 (10,1%)	7 (10,1%)		
Tidak	25 (36,2%)	30 (43,5%)	0,833 (0,257 – 2,700)	0,761
Nyeri kepala				
Ada*	11 (15,9%)	7 (10,1%)		
Tidak	21 (30,4%)	30 (43,5%)	0,445 (0,148 – 1,34)	0,145

*variabel referensi

Gangguan kognitif adalah salah satu masalah paling umum pada meningoensefalitis. Pasien mungkin mengalami kesulitan dengan memori, perhatian, dan fungsi motoris dan sensoris. Gangguan ini bisa disebabkan oleh kerusakan langsung pada bagian otak yang mengatur fungsi-fungsi tersebut atau akibat komplikasi lain dari penyakit (Kvam *et al.*, 2024). Dampaknya bisa sangat besar, mempengaruhi kemampuan pasien untuk melakukan aktivitas sehari-hari dan

mempertahankan kemandirian (Garber and Glauser, 2024). Gangguan motorik juga sering terjadi, terutama jika melibatkan bagian otak yang mengontrol gerakan atau struktur di bawah korteks. Pasien bisa mengalami kelemahan, kelumpuhan, atau kesulitan koordinasi. Masalah ini dapat disebabkan oleh cedera langsung pada neuron atau oleh komplikasi seperti peningkatan tekanan dalam otak yang menyebabkan herniasi otak. Gangguan sensorik, seperti perubahan atau hilangnya sensasi, dapat terjadi tergantung pada lokasi peradangan di otak. Kerusakan pada area otak yang mengatur sensasi atau jalur sensorik bisa menyulitkan pasien dalam merasakan dan memproses informasi, yang berdampak besar pada kualitas hidup mereka (Kohil *et al.*, 2021).

Kejang adalah komplikasi umum pada meningoensefalitis, yang terjadi pada sekitar 20% hingga 40% kasus. Kejang dapat memperburuk defisit neurologis yang sudah ada dan menyebabkan gangguan kognitif serta motorik lebih lanjut. Defisit neurologis akibat meningoensefalitis dapat memiliki dampak jangka panjang yang signifikan. Gangguan kognitif kronis, disabilitas motorik, dan gangguan sensorik dapat menyebabkan keterbatasan fungsional yang besar dan menurunkan kualitas hidup. Kemampuan pasien untuk kembali ke fungsi normal sebelum sakit bisa berbeda-beda dan dipengaruhi oleh faktor seperti ketepatan waktu dan kecukupan pengobatan, luasnya kerusakan otak, serta adanya komplikasi sekunder (Bakal *et al.*, 2023).

Penurunan kesadaran adalah ciri khas meningoensefalitis dan sering kali menunjukkan gejala yang serius. Pasien bisa mengalami kebingungan, disorientasi, agitasi, atau bahkan koma. Penurunan kesadaran ini disebabkan oleh peradangan luas yang memengaruhi berbagai area otak, seperti korteks serebri dan sistem limbik. Keparahan penurunan kesadaran bisa berhubungan dengan seberapa parah meningoensefalitis dan area otak yang terkena. Status mental yang berubah juga bisa menjadi tanda perkembangan penyakit atau adanya komplikasi seperti peningkatan tekanan intrakranial atau infeksi sekunder (Shukla *et al.*, 2017).

Nyeri kepala adalah gejala umum lainnya pada meningoensefalitis, sering kali berupa rasa sakit yang menyebar atau terlokalisasi dan bisa sangat parah dan bertahan lama. Nyeri kepala ini biasanya disebabkan oleh peradangan pada meninges, yang bisa menyebabkan iritasi. Dalam beberapa kasus, keparahan nyeri kepala berhubungan dengan tingkat keterlibatan meninges dan peningkatan tekanan intrakranial. Nyeri kepala juga bisa menjadi gejala awal yang mendorong untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Meskipun nyeri kepala umum pada banyak infeksi sistem saraf pusat, kehadirannya bersama gejala lain seperti penurunan kesadaran dan kejang bisa menimbulkan kecurigaan adanya meningoensefalitis (Venkatesan and Geocadin, 2014).

Paresis, atau kehilangan sebagian fungsi motorik, adalah defisit neurologis yang signifikan yang bisa terjadi akibat meningoensefalitis. Paresis ini disebabkan oleh peradangan dan kerusakan pada jalur motorik, yang bisa melibatkan korteks motorik, struktur subkortikal, atau traktus kortikospinal. Tingkat paresis bisa bervariasi dari kelemahan ringan hingga kelumpuhan berat, tergantung pada lokasi dan luasnya kerusakan otak. Kehadiran paresis pada meningoensefalitis sering kali menunjukkan keterlibatan otak yang lebih parah. Defisit motorik ini bisa mempengaruhi kemampuan pasien untuk melakukan aktivitas sehari-hari dan mungkin memerlukan rehabilitasi khusus untuk memperbaiki hasilnya (Ai *et al.*, 2017).

Pada meningoensefalitis bakterial, defisit neurologis berat seperti perubahan kesadaran, tanda-tanda neurologis fokal, dan kejang dikaitkan dengan tingkat kematian yang lebih tinggi. Pasien dengan koma atau gangguan kesadaran berat memiliki risiko kematian yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pasien yang memiliki gejala lebih ringan. Luasnya kerusakan otak dan adanya komplikasi seperti hidrosefalus atau edema otak sering kali berkaitan dengan luaran klinis yang lebih buruk (Shukla *et al.*, 2017).

Gangguan kognitif dan motorik yang berlanjut setelah meningoensefalitis bakterial dikaitkan dengan tingkat kematian yang lebih tinggi, terutama jika gangguan ini parah. Komplikasi seperti infark serebral atau peningkatan tekanan intrakranial yang signifikan bisa memperburuk defisit neurologis dan meningkatkan risiko kematian. Komplikasi neurologis seperti kejang, hidrosefalus, dan abses otak terkait dengan tingkat kematian yang lebih tinggi pada meningoensefalitis. Komplikasi-komplikasi ini sering mencerminkan kondisi penyakit yang parah dan bisa berdampak besar pada kelangsungan hidup pasien. Misalnya, hidrosefalus yang parah atau kejang yang tidak bisa diatasi bisa menyebabkan peningkatan kematian akibat kerusakan otak sekunder dan peningkatan tekanan intrakranial (Poplin, Boulware and Bahr, 2020).

3.3 Hubungan luaran klinis dengan gambaran CT-scan kepala

Pada penelitian ini ditemukan bahwa edema otak dan hidrosefalus menunjukkan hubungan signifikan dengan mortalitas – dengan adanya edema otak pada gambaran CT-scan pasien, risiko mortalitas semakin tinggi (OR 95% CI = 2,887 (1,072 – 7,78); $p = 0,034$) dan dengan adanya hidrosefalus, risiko mortalitas semakin tinggi (OR 95% CI = 5,236 (1,334 – 20,543); $p = 0,018$). Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti skor GCS yang lebih rendah, penurunan kesadaran, edema otak, dan hidrosefalus memiliki hubungan signifikan dengan peningkatan risiko mortalitas pada pasien meningoensefalitis.

Edema otak, atau pembengkakan otak, adalah komplikasi umum dari meningoensefalitis. Pembengkakan ini terjadi karena peradangan akibat infeksi, yang membuat pembuluh darah menjadi lebih permeabel sehingga cairan menumpuk di sekitar otak. Pembengkakan otak ini dapat memperburuk kondisi meningoensefalitis dengan meningkatkan tekanan di dalam tengkorak dan menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada neuron (de Blauw *et al.*, 2020).

Terdapat dua jenis utama edema otak yang sering terjadi pada meningoensefalitis: 1) Edema vasogenik: Terjadi ketika *blood-brain barrier* (BBB) rusak, sehingga protein dan cairan dari darah bocor ke ruang di luar sel-sel otak. Edema jenis ini biasanya terlihat di sekitar area yang meradang atau terinfeksi; 2) Edema sitotoksik: Disebabkan oleh kerusakan seluler dan gangguan keseimbangan ion dalam sel, yang menyebabkan cairan menumpuk di dalam sel. Edema sitotoksik sering kali merupakan akibat dari kerusakan langsung pada neuron dan tidak terlalu bergantung pada kerusakan BBB seperti edema vasogenik. Keparahan edema otak berhubungan dengan keparahan kondisi meningoensefalitis. Pembengkakan yang parah menyebabkan tekanan intrakranial yang tinggi, yang dapat mengganggu aliran darah ke otak dan memperburuk defisit neurologis (Brenner *et al.*, 2024).

Gejala awal meningoensefalitis biasanya muncul secara mendadak dengan demam dan penurunan kesadaran. Pasien mungkin mengalami kegelisahan, kebingungan, agitasi, teriakan, delirium, mengantuk, stupor, atau bahkan koma. Anak-anak mungkin mengeluhkan sakit kepala. Biasanya, gejala awal seperti demam, nyeri kepala, dan muntah berlangsung kurang dari seminggu, diikuti dengan kejang, koma, dan gangguan neurologis, dengan atau tanpa tanda-tanda iritasi meninges (Santoso, Widodo and Munasir, 2020). Kasus yang parah menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial yang mengancam jiwa, deserebrasi, atau koma flaksid. Umumnya, tahap ini berlangsung 7 hingga 10 hari, diikuti dengan pemulihan bertahap, dengan atau tanpa gejala sisa (Alam *et al.*, 2023).

Hidrosefalus, yang ditandai dengan akumulasi CSF yang abnormal di dalam sistem ventrikel otak, bisa terjadi sebagai komplikasi meningoensefalitis. Hidrosefalus ini sering disebabkan oleh efek edema otak dan gangguan aliran serta penyerapan CSF yang normal. Hidrosefalus pada

meningoensefalitis bisa dibagi menjadi dua jenis utama: 1) Hidrosefalus komunikans: Terjadi ketika penyerapan CSF terganggu akibat peradangan dan jaringan parut pada villi arachnoid yang bertugas menyerap CSF. Jenis ini sering kali terlihat setelah peradangan otak yang parah dan menyebabkan peningkatan ukuran ventrikel tanpa adanya obstruksi pada jalur CSF; 2) Hidrosefalus non-komunikans: Terjadi akibat obstruksi aliran CSF di dalam sistem ventrikel, biasanya pada aqueductus Sylvii atau jalur lainnya. Pada meningoensefalitis, hidrosefalus non-komunikans bisa disebabkan oleh debris peradangan, perdarahan, atau perubahan struktural yang menghalangi sirkulasi CSF. Hidrosefalus dapat memperburuk perjalanan klinis meningoensefalitis dengan meningkatkan tekanan intrakranial dan menambah gangguan neurologis (Chatterjee, 2018).

Edema otak, atau pembengkakan otak, adalah komplikasi serius yang sering terjadi pada meningoensefalitis. Pembengkakan ini disebabkan oleh gangguan dalam regulasi aliran darah ke otak dan kerusakan pada BBB. Meningoensefalitis memicu peradangan yang kuat, yang melibatkan pelepasan sitokin inflamasi seperti TNF- α dan interleukin (IL-1, IL-6). Sitokin-sitokin ini merusak BBB dengan mengganggu sambungan antara sel-sel endotel, yang meningkatkan permeabilitas pembuluh darah. Akibatnya, sel-sel inflamasi dan protein plasma bisa masuk ke jaringan otak, menyebabkan pembengkakan (Nathan *et al.*, 2021).

Ketika BBB terganggu selama meningoensefalitis, cairan dan mediator inflamasi bocor ke dalam jaringan otak. Peningkatan permeabilitas ini menyebabkan cairan interstisial menumpuk, yang mengarah pada pembengkakan otak. Selain itu, pelepasan substansi vasoaktif seperti prostaglandin dapat memperburuk kerusakan BBB dan mempromosikan pembengkakan. Peradangan juga bisa mengganggu mikrosirkulasi otak dengan menyebabkan vasodilatasi dan peningkatan aliran darah ke otak. Meskipun ini mungkin tampak bermanfaat pada awalnya, aliran darah yang berlebihan bisa menyebabkan hiperemia dan peningkatan tekanan kapiler, yang memperburuk pembengkakan. Gangguan mikrosirkulasi juga mengurangi pembersihan cairan interstisial, semakin memperburuk pembengkakan. Pembengkakan otak yang berkepanjangan dapat menyebabkan cedera neuron sekunder, seperti peningkatan tekanan intrakranial dan penurunan tekanan perfusi serebral. Peningkatan tekanan intrakranial yang tinggi dapat menambah kerusakan neuron dengan menekan struktur otak dan mengurangi pasokan oksigen, sehingga memperburuk defisit neurologis dan luaran klinis keseluruhan (Corrêa-Moreira *et al.*, 2023).

Meningoensefalitis dapat menyebabkan pembentukan eksudat inflamasi dan adhesi fibrinosa di ruang subaraknoid. Bahan-bahan inflamasi ini dapat menghalangi aliran normal CSF melalui sistem ventrikel dan ruang subaraknoid, sehingga menyebabkan penumpukan cairan di ventrikel. Lokasi umum dari obstruksi termasuk foramen Monro dan aqueductus Sylvii. Peradangan terkait meningoensefalitis dapat mempengaruhi villi arachnoid yang bertugas menyerap CSF ke dalam sirkulasi vena. Kehadiran sel-sel inflamasi dan eksudat dapat mengganggu fungsi normal villi ini, menyebabkan penurunan penyerapan CSF dan pembesaran ventrikel (Skar *et al.*, 2024).

Meningoensefalitis dapat merangsang peningkatan produksi CSF akibat peradangan. Peningkatan produksi ini bisa melebihi kemampuan penyerapan, berkontribusi pada perkembangan hidrosefalus. Otak mencoba mengimbangi volume CSF yang meningkat dengan mengalami perubahan struktural, seperti pembesaran ventrikel. Mekanisme kompensasi ini bertujuan untuk menampung cairan yang berlebihan, tetapi akhirnya bisa menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial dan gangguan neurologis lebih lanjut (Chatterjee, 2018).

4. Kesimpulan

Praktik pelayanan di RSUD dr. Zainoel Abidin menunjukkan pentingnya penerapan sistem triase berbasis risiko bagi pasien meningoensefalitis, khususnya dengan skor GCS rendah, penurunan kesadaran, edema otak, atau hidrosefalus. Temuan ini menekankan perlunya penanganan cepat dan terkoordinasi, termasuk percepatan pemeriksaan CT-scan, rujukan segera ke ICU/HCU, serta kolaborasi antara tim IGD, neurologi, dan bedah saraf. Selain itu, hasil penelitian ini mendorong peningkatan kompetensi tenaga medis dalam deteksi dini tanda-tanda klinis berat dan penguatan sistem dokumentasi pasien. Sebagai rekomendasi, RSUDZA perlu mengembangkan SOP penatalaksanaan meningoensefalitis berbasis bukti lokal, memperkuat jalur komunikasi antarunit, serta melaksanakan pelatihan rutin untuk tenaga medis agar mampu memberikan respons cepat terhadap kasus berisiko tinggi. Langkah-langkah ini diharapkan dapat menurunkan angka mortalitas, mempercepat diagnosis, dan meningkatkan mutu pelayanan pasien di RSUD dr. Zainoel Abidin.

Ucapan Terimakasih

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Bagian Literasi dan Pengembangan Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainal Abidin, Banda Aceh, Indonesia, yang telah mendukung dan membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ai, J. *et al.* (2017) 'Etiology and prognosis of acute viral encephalitis and meningoensefalitis in Chinese children: a multicentre prospective study', *BMC Infectious Diseases*, 17(1), p. 494. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2572-9>.
- Akaishi T, Tarasawa K, Fushimi K, Yaegashi N, Aoki M, Fujimori K. Demographic profiles and risk factors for mortality in acute meningitis: A nationwide population-based observational study. *Acute Med Surg*. 2024;11(1):1–8.
- Alam, A.M. *et al.* (2023) 'Encephalitis: diagnosis, management and recent advances in the field of encephalitides', *Postgraduate Medical Journal*, 99(1174), pp. 815–825. Available at: <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2022-141812>.
- Bakal, J.A. *et al.* (2023) 'Evolving etiologies, comorbidities, survival, and costs of care in adult encephalitis', *Journal of NeuroVirology*, 29(5), pp. 605–613. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13365-023-01165-9>.
- de Blauw, D. *et al.* (2020) 'Epidemiology and Etiology of Severe Childhood Encephalitis in The Netherlands', *Pediatric Infectious Disease Journal*, 39(4), pp. 267–272. Available at: <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000002551>.
- Brenner, J. *et al.* (2024) 'Clinical Outcome Assessments in Encephalitis', *Neurology Neuroimmunology & Neuroinflammation*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.1212/NXI.0000000000200168>.
- Chatterjee, S. (2018) 'Post-infective Hydrocephalus', in *Pediatric Hydrocephalus*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–30. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-31889-9_58-1.
- Corrêa-Moreira, D. *et al.* (2023) 'Cerebrospinal fluid: a target of some fungi and an overview', *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 118. Available at: <https://doi.org/10.1590/0074-02760220251>.

- Garber, B. and Glauser, J. (2024) 'Viral Meningoensefalitis and Encephalitis Update', *Current Emergency and Hospital Medicine Reports*, 12(3), pp. 95–102. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40138-024-00294-7>.
- Kafle, D.R., Subedi, M. and Thapa, M. (2017) 'Outcome of Patients with Meningoensefalitis and Encephalitis at Tertiary Care Hospital in Eastern Nepal.', *Kathmandu University medical journal (KUMJ)*, 15(57), pp. 40–44.
- Kohil, A. et al. (2021) 'Viral meningoensefalitis: an overview', *Archives of Virology*, 166(2), pp. 335–345. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04891-1>.
- Kvam, K.A. et al. (2024) 'Outcome and Sequelae of Infectious Encephalitis', *Journal of Clinical Neurology*, 20(1), p. 23. Available at: <https://doi.org/10.3988/jcn.2023.0240>.
- Nathan, C.L. et al. (2021) 'CNS fungal infections: A review', *Journal of the Neurological Sciences*, 422, p. 117325. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2021.117325>.
- Poplin, V., Boulware, D.R. and Bahr, N.C. (2020) 'Methods for Rapid Diagnosis of Meningoensefalitis Etiology in Adults', *Biomarkers in Medicine*, 14(6), pp. 459–479. Available at: <https://doi.org/10.2217/bmm-2019-0333>.
- Santoso, L.A., Widodo, D.P. and Munasir, Z. (2020) 'Factors associated with outcome of acute encephalitis in children: a retrospective study of three referral hospitals', *Medical Journal of Indonesia*, 29(2), pp. 154–63. Available at: <https://doi.org/10.13181/mji.oa.203651>.
- Shukla, B. et al. (2017) 'Aseptic meningoensefalitis in adults and children: Diagnostic and management challenges', *Journal of Clinical Virology*, 94, pp. 110–114. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2017.07.016>.
- Skar, G. et al. (2024) 'Meningoensefalitis in Children: Still a Can't-Miss Diagnosis', *Pediatrics in Review*, 45(6), pp. 305–315. Available at: <https://doi.org/10.1542/pir.2023-006013>.
- Sonneville, R. et al. (2023) 'Clinical features, etiologies, and outcomes in adult patients with meningoencephalitis requiring intensive care (EURECA): an international prospective multicenter cohort study', *Intensive Care Medicine*, 49(5), pp. 517–529. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00134-023-07032-9>.
- Thy, M. et al. (2023) 'Severe meningoencephalitis: epidemiology and outcomes', *Current Opinion in Critical Care*, 29(5), pp. 415–422. Available at: <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001087>.
- Ungureanu, A. et al. (2021) 'Meningoensefalitis, meningoencephalitis and encephalitis in Bern: an observational study of 258 patients', *BMC Neurology*, 21(1), p. 474. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02502-3>.
- Venkatesan, A. and Geocadin, R.G. (2014) 'Diagnosis and management of acute encephalitis', *Neurology Clinical Practice*, 4(3), pp. 206–215. Available at: <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000000036>.
- Zhao WY, Zhou YL, Hu YY, Luo WJ, Wang J, Zhu H, et al. Predictors of mortality and poor outcome for patients with severe infectious encephalitis in the intensive care unit: a cross-sectional study. *BMC Infect Dis*. 2024;24(1):4–11.