

## Neurological Complications of Measles in Children: A Systematic Review

Norlaila Sofia<sup>a</sup>, Asy-Syifa Nashriyah<sup>b</sup>, Noor Adha Aprilea<sup>c</sup>, Tri Tunggal<sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin, Jl. Mistar Cokrokusumo No. 1A,  
Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714, Indonesia  
e-mail korespondensi: fia.bjm@gmail.com

### Abstract

*Measles remains a major global health issue, including in Indonesia, with more than 10,600 cases reported in 2023 and approximately 3,400 cases until August 2025. Although most cases are self-limiting, neurological complications such as encephalitis and Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE) remain significant causes of morbidity and mortality in children. This review summarizes recent evidence on the clinical characteristics, diagnostic approaches, and management of measles encephalitis in children. A literature search was conducted using Publish or Perish with the query "measles encephalitis" AND (child OR children OR pediatric) across Scopus, PubMed, Semantic Scholar, and Google Scholar, covering the period 2015–2025. Selection followed PRISMA guidelines through identification, screening, eligibility, and inclusion. Of 157 articles identified, 12 met the criteria. Case reports comprised 69.2%. Diagnosis was most frequently based on cerebrospinal fluid (CSF) analysis and electroencephalography (EEG) ( $\geq 70\%$ ), followed by reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR) (46.1%) and histopathology (15.4%). Acute encephalitis was described in 84.6% of articles with nearly 50% mortality. SSPE was reported in 53.8% with progressive and fatal outcomes. Cases in immunocompromised children and neonates (15.4% each) showed more aggressive progression. Only two articles discussed therapeutic interventions with inconsistent outcomes. Measles encephalitis in children remains a critical challenge due to high mortality and limited therapeutic options. This review summarizes the latest evidence on the clinical and diagnostic spectrum of measles encephalitis and highlights the urgent need for research on diagnostic biomarkers and innovative therapies in the future.*

**Keywords:** Children, Encephalitis, Measles, Neurological Complications, Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE)

### Abstrak

Campak masih menjadi masalah kesehatan global, termasuk di Indonesia, dengan lebih dari 10.600 kasus pada 2023 dan sekitar 3.400 kasus hingga Agustus 2025. Meskipun sebagian besar kasus bersifat self-limiting, komplikasi neurologis seperti ensefalitis dan Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE) tetap menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak. Kajian ini meninjau bukti terkini mengenai karakteristik klinis, diagnosis, dan penatalaksanaan ensefalitis akibat campak pada anak

*Widya Rahayu, dkk, Dampak Pernikahan Dini Pada Kesehatan*

melalui kajian sistematis literatur. Pencarian artikel dilakukan menggunakan aplikasi Publish or Perish dengan query "measles encephalitis" AND (child OR children OR pediatric) pada basis data Scopus, PubMed, Semantic Scholar, dan Google Scholar, mencakup periode 2015–2025. Seleksi mengikuti pedoman PRISMA melalui tahap identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi. Dari 157 artikel yang teridentifikasi, 12 artikel memenuhi kriteria. Sebagian besar (69,2%) berupa laporan kasus. Diagnosis paling sering dilakukan melalui analisis Cerebrospinal Fluid (CSF) dan Electroencephalography (EEG) ( $\geq 70\%$ ), diikuti Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) (46,1%) dan histopatologi (15,4%). Ensefalitis akut dilaporkan pada 84,6% artikel dengan mortalitas sekitar 50%. SSPE ditemukan pada 53,8% artikel dengan perjalanan progresif dan fatal. Kasus pada anak imunokompromais dan neonatus (15,4% masing-masing) menunjukkan perjalanan lebih agresif. Hanya dua artikel melaporkan intervensi terapi dengan hasil tidak konsisten. Ensefalitis akibat campak pada anak tetap menjadi tantangan serius dengan mortalitas tinggi dan keterbatasan terapi. Kajian ini merangkum bukti terkini mengenai spektrum klinis dan diagnostik ensefalitis campak serta menegaskan urgensi penelitian untuk biomarker dan terapi inovatif di masa depan

**Kata kunci:** Anak, Campak, Ensefalitis, Komplikasi Neurologis, Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE)

## PENDAHULUAN

Campak masih menjadi masalah kesehatan masyarakat global meskipun vaksin efektif telah tersedia lebih dari lima dekade. Sebelum imunisasi meluas, campak menyebabkan jutaan kematian tiap tahun, dan meski vaksinasi berhasil menurunkan angka kejadian secara signifikan, satu dekade terakhir terjadi kembali peningkatan kasus di berbagai negara. Faktor utamanya adalah rendahnya cakupan imunisasi, kesenjangan layanan kesehatan, serta meningkatnya keraguan terhadap vaksin (Crowcroft et al. 2024; Piccirilli et al. 2015; Tahir et al. 2024; Tesovic and Maric 2018).

Indonesia menghadapi tantangan serupa. Data terbaru menunjukkan ribuan kasus campak masih terjadi setiap tahun. Walaupun sebagian besar bersifat ringan dan self-limiting, komplikasi berat tetap menjadi ancaman, terutama pada anak yang belum divaksinasi atau dengan kondisi imunokompromais. Komplikasi dapat meliputi pneumonia, diare berat, dan malnutrisi, tetapi yang paling mengkhawatirkan adalah gangguan neurologis karena berkaitan langsung dengan tingginya morbiditas dan mortalitas jangka panjang (Jain and Aulakh 2022; Kemenkes RI 2025).

Komplikasi neurologis akibat campak mencakup ensefalitis akut maupun kondisi kronis seperti Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE). Ensefalitis akut dapat terjadi pada fase infeksi primer dengan variasi gejala, sedangkan SSPE muncul beberapa tahun setelah infeksi awal dan hampir selalu berakhir fatal. Walaupun insidensinya rendah, dampak komplikasi ini sangat berat terhadap kualitas hidup dan beban sistem kesehatan. (Magurano et al. 2017).

Sejumlah ulasan literatur telah membahas hubungan campak dan komplikasi neurologis, namun bukti yang ada masih terfragmentasi, banyak berupa laporan kasus dengan manifestasi atipikal, seperti ensefalitis tanpa ruam khas atau SSPE dengan latensi singkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik klinis komplikasi neurologis akibat campak dapat bervariasi luas dan belum sepenuhnya teridentifikasi secara sistematis.

*Norlaila Sofia, dkk, Neurological Complications of Measles*



Fenomena ini menunjukkan perlunya kajian yang lebih komprehensif untuk memahami spektrum klinis komplikasi neurologis campak.

Sejumlah tinjauan sebelumnya telah membahas hubungan antara campak dan komplikasi neurologis. Bonthius et al. (2023) melalui tinjauan naratif menguraikan mekanisme patogenesis ensefalitis campak dan SSPE secara mendalam (Bonthius 2023), namun kajian tersebut tidak disusun sebagai tinjauan sistematis dan belum memetakan variasi manifestasi klinis berdasarkan kelompok usia dan populasi rentan. Jain dan Aulakh (2022) meninjau komplikasi neurologis campak dengan fokus pada ensefalitis, tetapi pembahasannya terbatas pada spektrum akut dan tidak mengintegrasikan implikasi pencegahan melalui vaksinasi (Jain and Aulakh 2022). Sementara itu, Magurano et al. (2017) lebih menitikberatkan pada aspek virologi dan epidemiologi SSPE, dengan keterbatasan pada pembahasan manifestasi klinis atipikal dan konteks pelayanan kesehatan di negara berkembang (Magurano et al. 2017).

Selain keterbatasan fokus, sebagian besar tinjauan sebelumnya belum mengintegrasikan secara komprehensif aspek karakteristik klinis, patogenesis, pendekatan diagnosis, serta implikasi pencegahan dalam satu kerangka analisis. Di samping itu, bukti yang tersedia hingga saat ini masih didominasi oleh laporan kasus dan seri kasus dengan manifestasi klinis yang tidak selalu mengikuti pola klasik, seperti ensefalitis tanpa ruam khas atau SSPE dengan masa latensi singkat, yang belum disintesis secara sistematis.

Perkembangan bukti ilmiah dalam beberapa tahun terakhir, termasuk laporan kasus baru, studi observasional, serta pembaruan kebijakan imunisasi, menunjukkan adanya perluasan spektrum klinis komplikasi neurologis campak yang belum sepenuhnya terakomodasi dalam tinjauan sebelumnya. Hal ini menegaskan adanya kesenjangan pengetahuan terkait pemetaan spektrum klinis, identifikasi kelompok populasi berisiko, serta implikasi klinis dan preventif dari komplikasi neurologis akibat campak.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, tinjauan sistematis ini disusun untuk memberikan sintesis terkini dan komprehensif mengenai komplikasi neurologis akibat campak pada anak. Tinjauan ini mengintegrasikan bukti terbaru pasca-2023, mengelompokkan komplikasi neurologis dalam kerangka akut dan kronis (SSPE), mengkaji manifestasi pada populasi rentan, serta menyoroti implikasi klinis dan peran vaksinasi sebagai strategi pencegahan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat bagi penguatan kebijakan dan praktik kesehatan anak di Indonesia.

## **METODE**

Penelusuran artikel dilakukan menggunakan aplikasi Publish or Perish dengan query "measles encephalitis" AND (child OR children OR pediatric) pada basis data Scopus, PubMed, dan Semantic Scholar, serta Google Scholar untuk pelengkap. Strategi pencarian dirancang untuk mencakup spektrum komplikasi neurologis akibat campak secara lebih komprehensif dengan menggunakan kombinasi kata kunci berikut: "measles" AND ("neurological complications" OR "encephalitis" OR "subacute sclerosing panencephalitis" OR SSPE) AND (child OR children OR pediatric). Pencarian dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam periode 2015–2025 dan dilakukan pada 25 September 2025. Proses pencarian dan pelaporan hasil mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

## Kriteria Inklusi dan Eksklusi

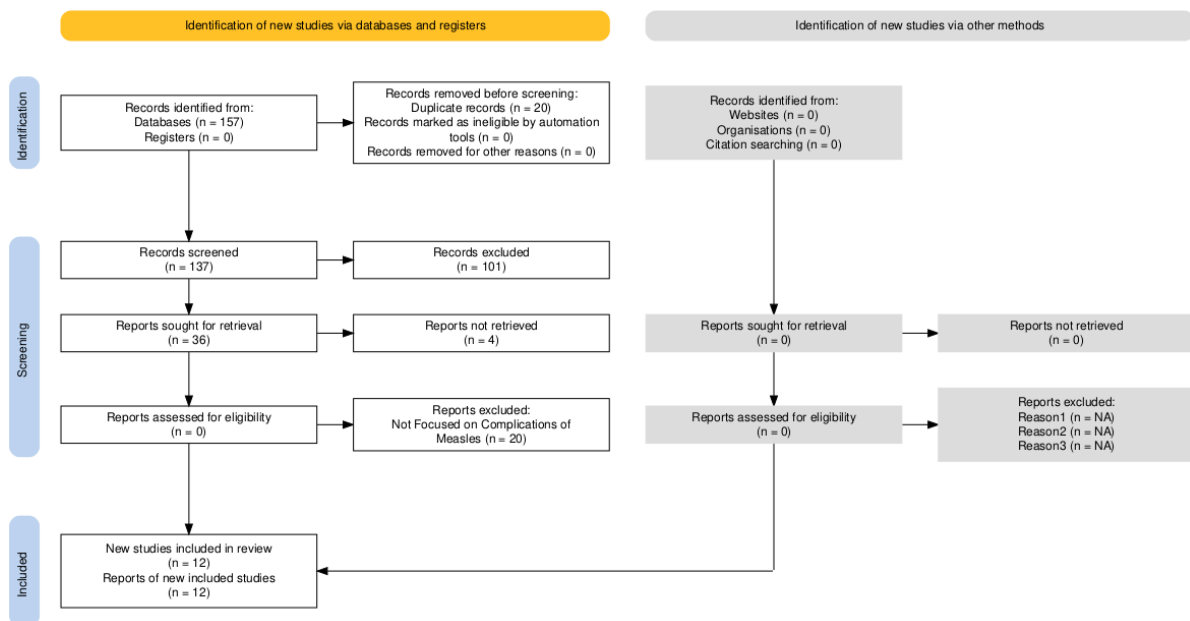
Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel penelitian primer dengan desain laporan kasus, seri kasus, cross-sectional, atau case-control; (2) populasi anak (usia <18 tahun) dengan komplikasi neurologis akibat infeksi campak; (3) artikel yang melaporkan data klinis, diagnosis, dan/atau luaran pasien; serta (4) artikel tersedia dalam teks lengkap dan dipublikasikan dalam bahasa Inggris.

Kriteria eksklusi meliputi artikel tinjauan (review articles), editorial, komentar, dan surat kepada editor; studi dengan populasi dewasa atau tanpa pemisahan data anak; artikel tanpa akses teks lengkap; serta publikasi yang tidak relevan dengan komplikasi neurologis akibat campak.

## Proses Seleksi Studi

Dari total 157 artikel yang diidentifikasi melalui pencarian awal, 101 artikel dikeluarkan pada tahap skrining judul dan abstrak karena tidak relevan dengan topik penelitian, merupakan artikel tinjauan, melibatkan populasi dewasa, atau tidak membahas komplikasi neurologis akibat campak. Sebanyak 57 artikel berasal dari tiga basis data utama dan selanjutnya disaring untuk menghilangkan duplikasi serta artikel tanpa teks lengkap. Setelah proses seleksi penuh, 12 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut.

Proses seleksi studi ditampilkan dalam diagram alur PRISMA (Gambar 1).



**Gambar 1.** Flowchart PRISMA

## Penilaian Kualitas Studi

Penilaian kualitas metodologis studi dilakukan menggunakan Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist, yang disesuaikan dengan desain masing-masing penelitian (laporan kasus, seri kasus, cross-sectional, atau case-control). Penilaian dilakukan secara independen oleh dua penulis (NS dan NA). Setiap item pada daftar periksa diberi skor "Ya",

“Tidak”, atau “Tidak Jelas”, dan kualitas metodologis dinilai berdasarkan proporsi jawaban “Ya”. Ketidaksesuaian penilaian diselesaikan melalui diskusi untuk mencapai konsensus.

### Ekstraksi dan Analisis Data

Artikel yang lolos tahap akhir seleksi diekstraksi secara independen oleh dua penulis (NS dan NA) menggunakan lembar ekstraksi data terstruktur berbasis Microsoft Excel. Data yang diekstraksi meliputi identitas penelitian, desain studi, karakteristik populasi dan pasien, manifestasi klinis, metode diagnosis, intervensi (jika ada), serta hasil utama terkait komplikasi neurologis akibat campak.

Data dianalisis menggunakan sintesis naratif, yang dipilih karena heterogenitas desain studi, variasi karakteristik klinis, perbedaan pendekatan diagnostik, serta luaran yang dilaporkan, sehingga tidak memungkinkan dilakukan meta-analisis kuantitatif. Sintesis naratif memungkinkan integrasi temuan secara sistematis dan kontekstual untuk menggambarkan spektrum komplikasi neurologis campak pada anak secara komprehensif.

### HASIL

Penilaian kualitas artikel menggunakan Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist ditampilkan pada Tabel 1. Sebagian besar artikel memiliki kualitas metodologis baik ( $\geq 75\%$ ), meskipun mayoritas berupa laporan kasus dengan keterbatasan generalisasi. Meskipun demikian, studi-studi tersebut tetap memberikan bukti penting mengenai karakteristik klinis, patogenesis, diagnosis, dan penanganan komplikasi neurologis akibat campak pada anak di berbagai konteks geografis, termasuk Asia, Eropa Timur, dan Amerika Utara.

**Tabel 1.** Penilaian Kualitas Artikel dengan JBI *Critical Appraisal Checklist*

No	Penulis, Tahun & Negara	Jenis Studi	Skor (Ya/Total)	Persentase	Kualitas	Keterangan
1	Bembeyeva et al., 2024, Rusia	Case series (6 pasien SSPE)	7/10	70%	Baik	Laporan sistematis, data klinis & diagnostik lengkap (EEG, MRI, CSF). Kelemahan: tidak ada follow-up jangka panjang.
2	Bednarova, J. Stourac, P. Krbkova, L., 2025, Rusia	Case report (1 remaja, meningoensefalitis)	6/8	75%	Baik	Laporan detail riwayat klinis, imaging, laboratorium. Kelemahan: diskusi singkat, tidak eksplorasi alternatif diagnosis lebih luas.
3	Ene et al., 2023, USA	Observasional longitudinal (pasien HIV dengan SMME)	7/11	73%	Sedang-Baik	Populasi cukup besar (36 pasien), ada data virologis dan neuropatologi. Kelemahan: bias seleksi tinggi, tidak ada analisis multivariat.
4	Lytvyn et al., 2020, Ukraina	Case report (anak dengan leukemia + MIBE)	7/8	88%	Baik	Laporan lengkap: klinis, MRI, laboratorium, diagnosis banding. Kelemahan: intervensi

No	Penulis, Tahun & Negara	Jenis Studi	Skor (Ya/Total)	Persentase	Kualitas	Keterangan
						terbatas & tidak ada data jangka panjang.
5	Costales et al., 2022, USA	Case report (anak imunokompromais, vaksin-associated encephalitis)	7/8	75%	Baik	Dokumentasi detail molekuler & genomik, kekuatan unik. Kelemahan: 1 pasien saja, generalisasi terbatas.
6	Liu et al., 2017, China	Case report (SSPE pada anak)	6/8	88%	Baik	Laporan detail klinis, MRI, EEG, serologi. Ada intervensi. Kelemahan: follow-up pasien tidak lengkap.
7	Mehta et al., 2020, China	Studi simulasi pendidikan (simulasi kasus ensefalitis primer)	6/9	70%	Sedang-Baik	Desain sistematis, rubrik penilaian jelas. Kelemahan: peserta terbatas, tidak ada validasi eksternal hasil.
8	Zeng et al., 2016, China	Observasional retrospektif (12 kasus ensefalitis tanpa ruam)	7/10	73%	Baik	Dokumentasi klinis, serologi, PCR, genotyping lengkap. Kelemahan: sampel kecil, tidak ada kontrol pesmbanding.
9	Mishra et al., 2020, India	Case report (SSPE atypical toddler)	7/8	88%	Baik	Diagnosis ditegakkan dengan EEG, MRI, serologi. Menarik karena latensi sangat singkat. Kelemahan: laporan tunggal, keterbatasan generalisasi.
10	Garg et al., 2017, India	Case report (SSPE fulminan menyerupai ensefalitis akut)	7/8	67%	Baik	Laporan rinci klinis, MRI, CSF, serologi. Kelemahan: PCR negatif sehingga diagnosis hanya berdasarkan bukti klinis dan imunologi, tidak ada follow-up jangka panjang.
11	John et al., 2016, India	Case report (Acute measles encephalitis/postinfectious encephalomyelitis)	6/8	70%	Baik	Data klinis, MRI, CSF lengkap. Ada analisis imunologis. Kelemahan: 1 pasien saja, generalisasi terbatas, keterbatasan dalam validasi patogenesis.

No	Penulis, Tahun & Negara	Jenis Studi	Skor (Ya/Total)	Persentase	Kualitas	Keterangan
12	Sharma et al., 2023	Case report (Measles & komplikasi neonatal)	7/8	88%	Baik	Laporan klinis detail neonatus, investigasi laboratorium, outcome positif. Kelemahan: single case, potensi bias publikasi, tidak ada tindak lanjut jangka panjang.

Keterangan Kategori kualitas :

- Baik =  $\geq 75\%$
- Sedang = 60–74%
- Kurang =  $< 60\%$

Sintesis data dari 12 artikel disusun berdasarkan empat subtema utama sebagaimana dirumuskan dalam tujuan penelitian, yaitu: (1) komplikasi neurologis akut, (2) komplikasi kronis SSPE, (3) campak pada populasi rentan, dan (4) pencegahan melalui vaksinasi. Di dalam setiap subtema tersebut, temuan dianalisis secara sistematis berdasarkan empat aspek utama, yaitu karakteristik klinis, patogenesis, pendekatan diagnosis, serta penanganan dan pencegahan.

### **Komplikasi Neurologis Akut Campak**

Sebanyak 6 artikel (50%) melaporkan komplikasi neurologis akut akibat campak dengan manifestasi klinis yang beragam. Laporan kasus dari Rusia oleh Bednarova et al. (2025) menggambarkan meningoensefalitis pada remaja dengan perjalanan klinis akut dan keterlibatan sistem saraf pusat yang menonjol (Bednarova, Stourac, and Krbkova 2025). Studi dari Amerika Serikat oleh Costales et al. (2022) melaporkan ensefalitis pada anak imunokompromais dengan temuan molekuler yang mendukung keterlibatan virus (Costales et al. 2022).

Kasus dari India yang dilaporkan oleh John et al. (2016) menunjukkan ensefalitis akut pasca-infeksi dengan gambaran klinis yang sulit dibedakan dari ensefalomielitis pascainfeksi lainnya (John, Choubey, and Debnath 2016). Studi retrospektif di Tiongkok oleh Zeng et al. (2016) menyoroiti ensefalitis campak tanpa ruam khas, yang menyebabkan keterlambatan diagnosis (Zeng et al. 2016). Selain itu, Mehta et al. (2020) melalui studi simulasi pendidikan di Tiongkok menekankan pentingnya kesiapan klinis tenaga kesehatan dalam mengenali ensefalitis campak secara dini (Mehta, Reynolds, and Yee 2020). Pada populasi imunokompromais, studi longitudinal di Amerika Serikat oleh Ene et al. (2023) menunjukkan bahwa komplikasi neurologis akut dapat berkembang lebih cepat dan dengan luaran yang lebih buruk (Ene et al. 2023).

### **Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE) sebagai Komplikasi Kronis Campak**

SSPE merupakan salah satu komplikasi kronis paling serius dari infeksi campak, ditandai dengan proses neurodegeneratif progresif yang umumnya muncul beberapa tahun setelah infeksi primer. Sebanyak 4 dari 12 artikel (33,33%) membahas komplikasi kronis berupa SSPE. Laporan-laporan ini berasal dari Rusia, Tiongkok, dan India, menunjukkan

bahwa SSPE masih ditemukan di wilayah dengan cakupan imunisasi yang belum optimal atau terdapat kantong populasi rentan.

Studi dari Rusia oleh Bembeyeva et al. (2024) melaporkan serangkaian kasus SSPE dengan gambaran klinis progresif yang khas, disertai temuan elektroensefalografi dan pencitraan otak yang konsisten dengan proses neurodegenerative (Bembeyeva et al. 2024). Laporan kasus dari Tiongkok oleh Liu et al. (2017) menggambarkan SSPE pada anak dengan perjalanan penyakit bertahap, menegaskan pola klasik SSPE yang berkembang perlahan setelah periode laten pascainfeksi campak (Liu et al. 2017).

Sebaliknya, laporan dari India oleh Garg et al. (2017) menunjukkan bentuk SSPE fulminan yang menyerupai ensefalitis akut, termasuk pada anak dengan kondisi imunokompromais, sehingga menyulitkan diagnosis pada tahap awal (Garg et al. 2017). Temuan ini diperkuat oleh Mishra et al. (2020) yang melaporkan kasus SSPE dengan masa latensi sangat singkat, berbeda dari gambaran klasik yang biasanya muncul bertahun-tahun setelah infeksi primer (Mishra et al. 2020). Variasi ini menegaskan bahwa spektrum klinis SSPE dapat sangat luas, mulai dari bentuk klasik hingga manifestasi cepat progresif, yang memiliki implikasi penting terhadap kewaspadaan klinis dan pendekatan diagnosis.

### **Campak pada Populasi Rentan (Imunokompromais & Neonatus)**

Sebanyak 2 artikel (16,67%) menyoroti komplikasi berat campak pada populasi rentan. Studi longitudinal dari Amerika Serikat oleh Ene et al. (2023) melaporkan komplikasi neurologis pada anak dengan HIV dengan perjalanan penyakit lebih cepat progresif (Ene et al. 2023). Laporan kasus dari Ukraina oleh Lytvyn et al. (2020) menggambarkan ensefalitis pada anak dengan leukemia dengan luaran klinis yang buruk (Lytvyn et al. 2020).

Selain itu, kasus pada neonatus menunjukkan bahwa tanpa perlindungan antibodi maternal yang adekuat, infeksi campak dapat menyebabkan komplikasi serius seperti pneumonia, ensefalitis, dan dehidrasi. Temuan ini menegaskan pentingnya perlindungan tidak langsung melalui herd immunity bagi kelompok yang belum memenuhi syarat imunisasi rutin.

### **Pencegahan dan Vaksinasi**

Sebanyak 3 artikel (25%) menegaskan efektivitas vaksinasi dalam mencegah infeksi campak maupun komplikasi neurologisnya, termasuk SSPE. Studi dari Amerika Serikat oleh Costales et al. (2022) menunjukkan bahwa vaksinasi berperan penting dalam mencegah ensefalitis campak, bahkan pada populasi dengan kondisi imun yang rentan. Laporan dari Tiongkok oleh Liu et al. (2017) menegaskan bahwa kejadian SSPE berkaitan erat dengan riwayat infeksi campak pada anak yang tidak memperoleh perlindungan imunisasi adekuat (Costales et al. 2022; Liu et al. 2017).

Selain itu, bukti dari berbagai konteks menunjukkan bahwa penolakan vaksin, keterbatasan akses layanan, dan kesenjangan distribusi masih menjadi hambatan utama dalam upaya pencegahan (Sharma et al. 2023). Oleh karena itu, vaksinasi ulang (booster) dan edukasi kesehatan masyarakat direkomendasikan untuk mempertahankan imunitas populasi. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa meskipun berbagai terapi suportif dan imunomodulator telah dicoba, pencegahan primer melalui imunisasi tetap

merupakan strategi paling efektif untuk menurunkan beban komplikasi neurologis akibat campak.

## DISKUSI

Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk menyintesis bukti terkini mengenai komplikasi neurologis akibat campak pada anak, dengan fokus pada karakteristik klinis, patogenesis, pendekatan diagnosis, serta penanganan dan pencegahan. Berdasarkan sintesis data, empat domain utama diidentifikasi, yaitu komplikasi neurologis akut, komplikasi kronis berupa Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE), manifestasi pada populasi rentan, serta peran vaksinasi sebagai strategi pencegahan.

Hasil tinjauan menunjukkan bahwa komplikasi neurologis akut merupakan manifestasi serius campak yang dapat terjadi melalui invasi langsung virus maupun mekanisme imun-mediated, bahkan pada kasus tanpa deteksi virus aktif dalam cairan serebrospinal. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya yang menekankan peran respons imun dalam patogenesis ensefalitis campak serta kompleksitas mekanisme neurologis yang terlibat (Jain and Aulakh 2022; Morrison et al. 2020). Variasi manifestasi klinis dan keterlambatan diagnosis, khususnya pada kasus tanpa ruam khas, juga telah dilaporkan dalam studi observasional dan tinjauan sebelumnya (Crowcroft et al. 2024; Zeng et al. 2016). Sintesis ini memperkuat ulasan oleh Bonthius et al. (2023) yang menyoroti bahwa ensefalitis campak sering kali sulit dikenali secara dini dan berkontribusi terhadap tingginya morbiditas neurologis.

SSPE muncul sebagai komplikasi kronis paling fatal dengan spektrum klinis yang luas, mulai dari bentuk klasik dengan perjalanan lambat hingga varian fulminan dengan progresivitas cepat. Temuan ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menggambarkan SSPE sebagai proses neurodegeneratif akibat persistensi virus campak di sistem saraf pusat (Magurano et al. 2017; Pergam et al. 2019). Tinjauan ini menegaskan bahwa SSPE tidak selalu mengikuti pola laten bertahun-tahun setelah infeksi primer, sebagaimana juga dicatat dalam tinjauan (Bonthius 2023). Variasi ini memiliki implikasi klinis penting karena bentuk atipikal dapat menyerupai ensefalitis akut dan menyebabkan keterlambatan diagnosis serta penatalaksanaan yang tepat.

Pada populasi rentan, khususnya anak dengan kondisi imunokompromais dan neonatus, komplikasi neurologis campak menunjukkan perjalanan klinis yang lebih berat dan sulit ditangani. Literatur sebelumnya menunjukkan bahwa gangguan sistem imun meningkatkan risiko invasi virus ke sistem saraf pusat dan memperburuk luaran klinis (Baba et al. 2012; Sindhu et al. 2019). Temuan dalam tinjauan ini menguatkan pandangan bahwa kejadian campak dengan komplikasi neurologis pada kelompok ini merupakan indikator lemahnya perlindungan populasi dan ketimpangan akses layanan kesehatan. Dalam konteks ini, Bonthius et al. (2023) juga menekankan bahwa kelompok rentan sering kali mengalami luaran terburuk akibat keterlambatan diagnosis dan keterbatasan pilihan terapi (Bonthius 2023).

Seluruh domain temuan secara konsisten menunjukkan bahwa vaksinasi merupakan strategi pencegahan paling efektif untuk menurunkan insidensi campak dan komplikasi neurologisnya. Hal ini sejalan dengan berbagai laporan yang menegaskan bahwa pencegahan primer melalui imunisasi jauh lebih efektif dibandingkan pendekatan terapeutik, mengingat belum tersedianya terapi kuratif untuk komplikasi neurologis campak

(Tahir et al. 2024; Zeljkovic and Gallagher 2025). Sejalan dengan sintesis Bonthius et al. (2023), tinjauan ini menegaskan bahwa penguatan cakupan imunisasi dan deteksi dini kasus merupakan kunci utama dalam menurunkan beban neurologis campak pada anak (Bonthius 2023).

## **IMPLIKASI**

Kajian ini menunjukkan bahwa komplikasi neurologis akibat campak masih menjadi tantangan klinis dengan diagnosis sulit dan terapi yang belum optimal. Penelitian ke depan perlu diarahkan pada beberapa bidang utama. Pertama, studi prospektif berskala besar diperlukan untuk mengidentifikasi biomarker diagnostik yang lebih sensitif dan spesifik, termasuk pemanfaatan teknik molekuler serta neuroimaging canggih. Hal ini penting untuk mempercepat deteksi dini ensefalitis campak. Kedua, riset mengenai terapi inovatif perlu ditingkatkan, baik melalui uji klinis antivirus baru, kombinasi imunomodulator, maupun pendekatan berbasis terapi gen, karena intervensi saat ini masih terbatas efektivitasnya. Selain itu, studi epidemiologi molekuler penting untuk memantau variasi genotipe virus campak dan hubungannya dengan perjalanan klinis maupun risiko komplikasi kronis seperti SSPE. Kelompok rentan, seperti neonatus dan pasien imunokompromais, memerlukan perhatian khusus melalui penelitian yang mengevaluasi strategi pencegahan serta tata laksana yang aman dan kontekstual. Di samping itu, riset lintas disiplin mengenai determinan sosial, keraguan terhadap vaksin, dan hambatan implementasi imunisasi tetap relevan agar strategi pencegahan dapat berjalan efektif di tingkat populasi.

Dengan demikian, arah penelitian masa depan sebaiknya mencakup aspek klinis, biomedis, sosial, dan kebijakan kesehatan. Pendekatan komprehensif ini diharapkan dapat mempercepat eliminasi campak sekaligus menurunkan beban komplikasi neurologisnya.

## **KESIMPULAN**

Kajian ini menegaskan bahwa campak masih menjadi ancaman serius bagi kesehatan anak di Indonesia melalui komplikasi neurologis akut maupun kronis, termasuk ensefalitis dan Subacute Sclerosing Panencephalitis (SSPE). Variasi manifestasi klinis, kemungkinan kasus tanpa ruam khas, serta keterbatasan pilihan terapi menyebabkan diagnosis sering terlambat dan luaran neurologis yang buruk, terutama pada neonatus dan anak dengan kondisi imunokompromais.

Temuan tinjauan ini relevan bagi Indonesia mengingat masih ditemukannya kesenjangan cakupan imunisasi, kejadian luar biasa campak di beberapa wilayah, serta tantangan akses layanan kesehatan yang tidak merata. Oleh karena itu, vaksinasi campak tetap menjadi strategi paling efektif untuk mencegah infeksi dan komplikasi neurologisnya, sekaligus melindungi kelompok rentan yang belum atau tidak dapat menerima imunisasi.

Secara keseluruhan, hasil kajian ini memberikan dasar ilmiah bagi penguatan kebijakan imunisasi nasional, peningkatan kewaspadaan klinis terhadap spektrum neurologis campak, serta integrasi upaya pencegahan dan deteksi dini dalam layanan kesehatan ibu dan anak di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baba, U. A., M. B. Lawan, A. G. Farouk, Y. Machoko, H. U. Ibrahim, and H. A. Elechi. 2012. "Questioning the Acceptability of Mothers' Age as a Determinant of Passive Measles Immunity in Newborn Infants." *International Journal of Tropical Medicine* 7(3):108–10. doi:10.3923/ijtmed.2012.108.110.
- Bednarova, J., P. Stourac, and L. Krbkova. 2025. "The Diagnostic Significance of Intrathecal Occurrence of Selected Antiviral Antibodies in Multiple Sclerosis." *Scripta Medica Facultatis Medicae Universitatis Brunensis Masarykianae* 78(4):249–54.
- Bembeyeva, Raisa Tsedenkayevna, E. L. Usacheva, S. V. Piliya, E. S. Ilyina, A. K. Shakaryan, A. S. Kozlovskiy, L. M. Kolpakchi, A. A. Kozyreva, and I. D. Fedonyuk. 2024. "Subacute Sclerosing Panencephalitis in Children: Series of Clinical Case Reports." *Pediatrics - Zhurnal Im G.N. Speranskogo* 103(6):149–60. doi:10.24110/0031-403X-2024-103-6-149-160.
- Bonthius, Daniel J. 2023. "Measles Virus and the Central Nervous System: An Update." *Seminars in Pediatric Neurology* 47(3):101078. doi:10.1016/j.spen.2023.101078.
- Costales, Cristina, Malaya K. Sahoo, Chun Hong Huang, Carolina V. Guimaraes, Donald Born, Lauren Kushner, Hayley A. Gans, Thuy A. Doan, and Benjamin A. Pinsky. 2022. "Vaccine-Associated Measles Encephalitis in Immunocompromised Child, California, USA." *Emerging Infectious Diseases* 28(4):906–8. doi:10.3201/eid2804.212357.
- Crowcroft, Natasha S., Anna A. Minta, Shelly Bolotin, Tania Cernuschi, Archchun Ariyarajah, Sébastien Antoni, Mick N. Mulders, Anindya S. Bose, and Patrick M. O'Connor. 2024. "The Problem with Delaying Measles Elimination." *Vaccines* 12(7). doi:10.3390/vaccines12070813.
- Ene, Luminita, Dan Duiculescu, Roxana Radoi, Mihaela Lazar, Gratiela Tardei, Eugenia Ungureanu, Simona Ruta, Harry V. Vinters, Scott Letendre, Igor Grant, Ronald J. Ellis, and Cristian L. Achim. 2023. "Subacute Myoclonic Measles Encephalitis – An Opportunistic HIV-Associated Infection." *Frontiers in Cellular Neuroscience* 17(April):1–10. doi:10.3389/fncel.2023.1113935.
- Garg, Ravindra, Hardeep Malhotra, Imran Rizvi, Neeraj Kumar, and Amita Jain. 2017. "An Unusual Case of Acute Encephalitic Syndrome: Is It Acute Measles Encephalitis or Subacute Sclerosing Panencephalitis?" *Neurology India* 65(6):1333–44. doi:10.4103/0028-3886.217942.
- Jain, Reena, and Roosy Aulakh. 2022. "Measles-Associated CNS Complications: A Review." *Journal of Child Science* 12(1):E172–81. doi:10.1055/s-0042-1757914.
- John, Biju, Mrigank Choubey, and J. Debnath. 2016. "Acute Measles Encephalitis: Primary Encephalitis or Postinfectious Encephalomyelitis." *Journal of Pediatric Neuroradiology* 04(03):060–063. doi:10.1055/s-0036-1583523.

- Kemenkes RI. 2025. "KLB Campak Meningkat, Kemenkes Ingatkan Pentingnya Imunisasi Lengkap." <https://kemkes.go.id/id/klb-campak-meningkat-kemenkes-ingatkan-pentingnya-imunisasi-lengkap>.
- Liu, Wei Liang, Zhi Xu He, Fang Li, Dian He, and Rong Ai. 2017. "Subacute Sclerosing Panencephalitis Should Be Eliminated by Measles Vaccination." *Human Vaccines and Immunotherapeutics* 13(9):2038–40. doi:10.1080/21645515.2017.1358582.
- Lytvyn, Halyna, Natella Basa, Mariia Stasiv, Olga Troyanovska, and Olga Dorosh. 2020. "Difficulties in Diagnosing of Measles Inclusion Body Encephalitis in a Child with Acute Lymphoblastic Leukemia." *IDCases* 21:e00877. doi:10.1016/j.idcr.2020.e00877.
- Magurano, Fabio, Gian Luca Marella, Antonella Marchi, Antonietta Filia, Luigi Tonino Marsella, Saverio Potenza, Roberto Massa, Paola Bucci, Melissa Baggieri, and Loredana Nicoletti. 2017. "A Case of Fulminant Subacute Sclerosing Panencephalitis Presenting with Acute Myoclonic-Astatic Epilepsy." *Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanita* 53(2):167–69. doi:10.4415/ANN\_17\_02\_15.
- Mehta, Milap, Maegan Reynolds, and Jennifer Yee. 2020. "Primary Measles Encephalitis." *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine* 5(2). doi:10.5070/m552047750.
- Mishra, Varsha, Ayush Sopori, Jyoti Sharma, and Ranbir Singh Jaswal. 2020. "Atypical Subacute Sclerosing Panencephalitis Presenting in a Toddler with a Short Latency Period: Evolving Epidemiological Trend." *Indian Journal of Case Reports* 6(11):629–31. doi:10.32677/ijcr.2020.v06.i11.007.
- Morrison, Hamish Duncan, Clemency Clarke, Richard James, and Nicola Giffin. 2020. "Severe Acute Disseminated Encephalomyelitis Complicating Measles Infection." *BMJ Case Reports* 13(11). doi:10.1136/bcr-2020-237346.
- Pergam, S. A., J. A. Englund, M. Kamboj, H. A. Gans, J. A. H. Young, J. A. Hill, B. Savani, R. F. Chemaly, S. S. Dadwal, J. Storek, J. Duchin, and P. A. Carpenter. 2019. "Preventing Measles in Immunosuppressed Cancer and Hematopoietic Cell Transplantation Patients: A Position Statement by the American Society for Transplantation and Cellular Therapy." *Biology of Blood and Marrow Transplantation* 25(11):e321–30. doi:10.1016/j.bbmt.2019.07.034.
- Piccirilli, Giulia, Tiziana Lazzarotto, Angela Chiereghin, Laura Serra, Liliana Gabrielli, and Marcello Lanari. 2015. "Spotlight on Measles in Italy: Why Outbreaks of a Vaccine-Preventable Infection Continue in the 21st Century." *Expert Review of Anti-Infective Therapy* 13(3):355–62. doi:10.1586/14787210.2015.1003808.
- Sharma, Suraksha Ramakrishna, Vishal Sawant, Sushma Uttam Save, and Alpana Santosh Kondekar. 2023. "A Rare Presentation of Measles and Post-Measles Complications in a Neonate: Case Report." *Egyptian Pediatric Association Gazette* 71(1). doi:10.1186/s43054-023-00203-9.
- Sindhu, T. G., M. G. Geeta, P. Krishnakumar, S. Sabitha, and K. K. Ajina. 2019. "Clinical

Profile of Measles in Children with Special Reference to Infants." *Tropical Doctor* 49(1):20–23. doi:10.1177/0049475518804695.

Tahir, Iman Muhammad, Vijay Kumar, Hanya Faisal, Anosh Gill, Vineeta Kumari, Haya Muhammad Tahir, and Md Ariful Haque. 2024. "Contagion Comeback: Unravelling the Measles Outbreak across the USA." *Frontiers in Public Health* 12. doi:10.3389/fpubh.2024.1491927.

Tesovic, Goran, and Lorna Stemberger Maric. 2018. "Measles - Unjustified Fear or Real Danger?" *Paediatrica Croatica, Supplement* 62:242–45.

Zeljko, Vesna, and Carla Gallagher. 2025. "Quantification of Vaccination Effectiveness in Viral Infectious Diseases Affected Patients." in *ISSCS 2025 - International Symposium on Signals, Circuits and Systems, Proceedings*.

Zeng, Sai Zhen, Bing Zhang, Yan Zhang, Le Yun Xie, Jie Xiong, Tian Yu, Zhi Ping Xie, Han Chun Gao, and Zhao Jun Duan. 2016. "Identification of 12 Cases of Acute Measles Encephalitis without Rash." *Clinical Infectious Diseases* 63(12):1630–33. doi:10.1093/cid/ciw611.