

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia^{1,2,3,4}

Corresponding Author: mn.messya@gmail.com¹

Info Artikel

Submitted: 06 Januari 2026

Revised : 09 Januari 2026

Accepted: 18 Januari 2026

Published: 20 Januari 2026

Keywords: *Diagnosis CSF; Ensefalitis; Infeksi SSP anak; Meningitis; Meningoensefalitis, Terapi empiris*

Kata Kunci: *CSF diagnosis; Empirical therapy; Encephalitis; Meningitis; Meningoencephalitis, Pediatric CNS Infection.*

Abstract

Central Nervous System (CNS) infections in children, such as meningitis, encephalitis, and meningoencephalitis, remain a serious threat worldwide and in Indonesia, with thousands of cases recorded annually and high risks of death and brain disability. This literature review explains epidemiological data from WHO and Indonesian hospitals, etiologies ranging from herpes virus to Streptococcus pneumoniae bacteria, risk factors like infant age or weakened immunity, and pathophysiology triggering brain swelling and elevated intracranial pressure. Typical symptoms include fever, neck stiffness, seizures, and altered consciousness, with diagnosis confirmed via cerebrospinal fluid (CSF) analysis to differentiate bacterial causes (elevated neutrophils and low glucose) from viral (lymphocyte-dominant). Empirical treatments such as ceftriaxone-vancomycin or acyclovir improve child outcomes and reduce permanent complications.

Abstrak

Infeksi Sistem Saraf Pusat (SSP) pada anak, seperti meningitis, ensefalitis, dan meningoensefalitis, masih menjadi ancaman serius di dunia dan di Indonesia dengan catatan ribuan kasus di tiap tahun serta risiko kematian dan kecacatan otak yang tinggi. Studi literatur ini menjelaskan data epidemiologi dari WHO dan rumah sakit di Indonesia, etiologi yang berasal dari virus herpes hingga bakteri Streptococcus pneumoniae, faktor risiko seperti usia bayi atau keadaan imun yang lemah, serta patofisiologi yang memicu pembengkakan otak dan tekanan tinggi di kepala. Gejala khas dari infeksi sistem saraf pusat yaitu demam, leher kaku, kejang, dan perubahan sadar dengan penegakkan diagnosis menggunakan analisis cairan otak (CSF) untuk membedakan penyebab dari penyakit tersebut seperti bakteri (peningkatan neutrofil dan kadar glukosa rendah) dan viral (yang didominasi limfosit). Pengobatan empiris dapat diberikan ceftriaxone-vancomycin atau acyclovir agar hasil kondisi pasien anak lebih baik dan mengurangi komplikasi permanen.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Nusantara

PENDAHULUAN

Kesehatan anak merupakan komponen penting dalam pembangunan kesehatan masyarakat karena kualitas tumbuh kembang sangat dipengaruhi oleh paparan penyakit infeksi. Berbagai infeksi

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

masih menjadi penyebab utama kesakitan dan kematian pada kelompok usia ini. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa meningitis dapat menyebabkan kematian dalam 24 jam dan menyisakan kecacatan jangka panjang seperti gangguan pendengaran, kejang, serta defisit neurokognitif pada banyak penyintas (Mursen et al., 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa infeksi pada organ vital selama masa perkembangan membawa dampak serius, termasuk infeksi yang menyerang sistem saraf pusat.

Infeksi sistem saraf pusat pada anak yang terdiri dari meningitis, ensefalitis, dan meningoensefalitis, merupakan kondisi yang membutuhkan perhatian khusus karena melibatkan struktur yang berperan penting dalam fungsi tubuh dan perkembangan neurologis. Secara global, dilaporkan lebih dari 137.000 kasus dugaan meningitis di 58 negara pada periode 2014–2019, dengan 56,6% di antaranya terjadi pada bayi di bawah satu tahun dan sekitar 4% berujung pada kematian (Xu et al., 2021). Setiap tahunnya meningitis diperkirakan menimbulkan lebih dari 1,2 juta kasus baru pada populasi anak dan masuk ke dalam kelompok penyebab kematian terbanyak pada usia dini. Data global lain juga menunjukkan bahwa pada tahun 2019 terdapat sekitar 2,51 juta kasus meningitis dan sekitar 51% penderitanya adalah anak-anak, menandakan tingginya beban infeksi sistem saraf pusat pada populasi pediatrik (Marcdante & Kliegman, 2021).

Di Indonesia sendiri permasalahan ini juga tampak nyata. Pada tahun 2016, tercatat 78.018 kasus meningitis dengan lebih dari 4.300 kematian. Fasilitas layanan kesehatan melaporkan jumlah kasus yang tinggi, seperti 410 kasus infeksi sistem saraf pusat pada anak di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung dan 116 kasus pada salah satu rumah sakit swasta dalam rentang 2015–2019. Infeksi ini dapat disebabkan oleh berbagai agen, termasuk bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae* dan *Neisseria meningitidis*, serta virus neurotropik yang sering menyerang anak dengan sistem imun yang belum matang (Fitriyani & Simalango, 2024).

Melihat tingginya angka kejadian, risiko kematian, serta kemungkinan terjadinya gangguan neurologis jangka panjang, pemahaman yang komprehensif mengenai infeksi sistem saraf pusat pada anak sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis epidemiologi, etiologi, faktor risiko, dan gambaran klinis meningitis, ensefalitis, dan meningoensefalitis pada anak, sehingga diperoleh pemahaman yang dapat mendukung peningkatan deteksi dini dan penatalaksanaan infeksi sistem saraf pusat pada populasi pediatrik.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, metode penelitian yang digunakan adalah studi

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

literatur sistematis dengan pendekatan narrative review. Peneliti mengumpulkan, menyeleksi, dan menganalisis berbagai sumber literatur ilmiah terkait infeksi sistem saraf pusat pada anak, mencakup meningitis, ensefalitis, dan meningoensefalitis. Sumber data yang digunakan meliputi artikel jurnal nasional dan internasional, buku teks kedokteran, pedoman klinis, laporan kasus, serta data epidemiologi dari organisasi kesehatan seperti WHO dan rumah sakit di Indonesia. Pencarian literatur dilakukan melalui database akademik seperti PubMed, Google Scholar, dan sumber lain yang relevan, dengan kata kunci seperti pediatric CNS infection, meningitis, encephalitis, cerebrospinal fluid analysis, dan empirical therapy. Literatur yang dipilih mencakup periode publikasi terbaru hingga tahun 2025 untuk memastikan keakuratan dan relevansi data. Analisis dilakukan secara deskriptif dan komparatif untuk menyajikan tinjauan menyeluruh mengenai epidemiologi, etiologi, faktor risiko, patofisiologi, diagnosis, tata laksana, dan prognosis infeksi SSP pada populasi anak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Epidemiologi

Infeksi Sistem Saraf Pusat merupakan salah satu penyakit yang dapat menimbulkan kematian dan disabilitas neurologis tertinggi di Indonesia apabila tidak segera ditangani dengan tepat. Infeksi SSP dapat berupa Meningitis, ensefalitis, dan dalam bentuk kombinasi seperti meningoensefalitis (Khairani, 2021).

Pada tahun 2014 hingga 2019, tercatat kasus dugaan meningitis sebanyak lebih dari 137.000 kasus pada 58 negara dengan 56,6% dari 77.873 kasus terjadi pada anak dengan usia dibawah 1 tahun dan sebanyak 4,0% dari 4010 kasus dilaporkan meninggal dunia (Khairani, 2021). 8,6% dari 11.798 kasus dugaan meningitis dapat diklasifikasikan sebagai kemungkinan meningitis bakterial (Fitriyani & Simalango, 2024).

Meningitis masuk ke dalam jajaran penyebab utama kasus kematian anak dibawah 5 tahun dengan setiap tahunnya didapatkan kasus baru meningitis sebesar 1,2 juta. Meningitis atau ensefalitis berada pada urutan ke 17 penyebab kasus kematian pada semua usia dengan presentasi 0,8% setelah malaria (Fitriati & Gibran, 2021). Meningitis atau ensefalitis juga masih menempati urutan ketiga dengan presentase 9,3% penyebab kasus kematian pada bayi umur 29 hari hingga 11 bulan setelah kasus diare dan pneumonia pada anak dan menjadi penyebab kematian keempat setelah Necroticans entero colitis (NEC) pada bayi usia 1 hingga 4 tahun dengan presentase 8,8% (Rahayu & Utomo, 2022).

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

Kasus infeksi sistem saraf pusat masih menjadi masalah kesehatan global dengan angka kejadian sebesar 2,8 juta kasus pada tahun 2016 dan angka kematian yang disebabkan oleh meningitis sebesar 318.400 pada tahun 2016 (Fitriyani & Saragih, 2024). Menurut hasil penelitian yang dilakukan Wunrow tahun 2019 di 204 negara, terdapat 2,51 juta kasus meningitis dengan 51% dari kasus tersebut terjadi pada anak-anak dengan 1,28 juta kasus (Rachman et al., 2017).

Pada penelitian yang dilakukan di Amerika Serikat terdapat kasus ensefalitis sebesar 7,3 juta kasus per 100.000 orang pada tahun 2000-2019 dengan kasus terbanyak didominasi oleh bayi usia kurang dari 1 tahun sebesar 13,5 per 100.000 orang dan anak usia 1 hingga 18 tahun sebesar 4,1 per 100.000 orang (Venkatesan, 2014).

Menurut data *World Health Organization* pada tahun 2018, angka kematian akibat meningoencephalitis di benua afrika pada anak berusia 0 hingga 4 tahun mencapai 5,5 per 1000 kehidupan di tahun 2003 dan mengalami penurunan menjadi 1,8 per 1000 kehidupan di tahun 2017 (NICE, 2024). Pada tahun 2016 di Amerika Serikat kasus meningoencephalitis mencapai 2039 kasus yang disebabkan oleh arbovirus sementara itu, kasus kematian akibat meningoencephalitis pada anak di somalia menjadi kasus tertinggi di dunia dengan kasus meningoencephalitis mencapai 139,7 kematian per 100.000 penduduk di tahun 2016 (Assidiqy et al., 2024).

Kasus pasien anak dengan meningoensefalitis tahun 2001 hingga 200 di Indonesia tepatnya bali terdapat 86 kasus anak dengan meningoensefalitis akibat *Japanese encephalitis* sementara pada tahun 2015 hingga 2019 yang tercatat pada data rekam medis RSU Siloam sebanyak 45 pasien anak dengan meningoensefalitis. Pada tahun 2014 hingga 2016 kasus kematian anak akibat meningoensefalitis di RSUP H. Adam Malik mencapai 47,3% (Ivaska et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan di RSUD Dr. H. Abdoel Moeloek Lampung (2019-2024) melaporkan 175 kasus anak usia 0-18 tahun, dengan 50 kasus spesifik: ensefalitis (44,6%), meningoensefalitis (13 kasus), meningitis/ensefalitis (26 kasus) (Assidiqy et al., 2024). RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung mencatat 410 kasus (2015-2019, analisis terkini 2020-2023), sementara RS Siloam Banten 116 kasus (2015-2019, publikasi 2021) (Prakoso et al., 2020). Data provinsi Lampung 2020-2021 menunjukkan tren naik, meski nasional terbatas pada profil kesehatan Kemenkes 2023.

Etiologi

Infeksi sistem saraf pusat dapat disebabkan oleh virus, bakteri, jamur, dan parasit. Infeksi sistem saraf pusat melibatkan jaringan otak, medula spinalis, dan membran sekitarnya Pada bayi baru lahir hingga 28 hari atau neonatus, infeksi sistem saraf pusat umumnya berasal dari flora vaginal

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

maternal atau nosokomial yang didominasi oleh bakteri gram-negatif dan bakteri gram positif. Penelitian di *Frontiers in Pediatrics* pada tahun 2023 mencatat *Streptococcus group B* (GBS) dan *Escherichia coli* menjadi penyebab utama meningitis bakteri, bersamaan dengan HSV atau enterovirus yang menjadi penyebab dari ensefalitis pada neonatus. Selain bakteri dan viru, jamur *Candidia albicans* yang berasal dari kateter nasokomial di NICU Prematur dapat menyebabkan meningitis fungal dengan gejala seperti hiptermia atau aonea, sementara parasit *Toxoplasma gondii* kongenital berasal dari ibu hamil yang mengkonsumsi daging mentah atau terkontaminasi kotoran hewan dapat menyebabkan ensefalitis (Adityoputri, 2022; Khajeh, 2015; Marinho et al., 2023).

Pada bayi usia 1 hingga 12 bulan, patogen penyebab paling banyak pada usia ini bergeser ke *Streptococcus pneumoniae* dan *Nesseria meningitidis*. Menurut penelitian PLOS NTDs di Indonesia pada tahun 2023, menunjukkan alasan infan rentan terhadap bakteri tersebut yaitu antibodi maternal yang sudah menghilan. *Cytomegalovirus* dan enterovirus menjadi patogen virus yang utama menyebabkan kejang berulang pada pasien infeksi sistem saraf pusat. *Listeria monocytogenes* dan *Salmonella* spp juga berperan menjadi patogen penyebab infeksi sistem saraf pusat pada anak dengan malnutrisi dan riwayat pernah dirawat inap dalam waktu yang lama. Jamur *Cryptococcus neoformans* pada anak HIV positif atau malnutrisi berat dapat menyebar dari paru-paru ke sistem saraf pusat dan berakhir menjadi meningitis kriptokokkus (Adityoputri, 2022; Alisjahbana et al., 2023; Lino et al., 2024).

Pada usia balita dan pra sekolah (1-5 tahun), patogen yang sering menjadi penyebab infeksi sistem saraf pusat diusia ini yaitu *Haemophilus influenza*, *Streptococcus pneumoniae*, dan *Neisseria meningitidis*. Selain itu, Enterovirus dan HHV-6 menjadi virus yang mendominasi penyebab infeksi sistem saraf pusat pada anak usia balita dan pra sekolah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Alisjahbana tahun 2023, kasus TB meningitis meningkat sebanyak 20% kasus SSP yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, terutama pada balita kurang gizi. Jamur *Histoplasma* atau *Aspergillus fumigatus* yang berasal dari tanah lembab, akan memicu abses otak atau granuloma yang dapat menimbulkan kejang fokal berulang pada kasus ensefalitis anak (Alisjahbana et al., 2023; Lino et al., 2024).

Usia >5 tahun atau sekolah dasar keatas, kasus infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan bakteri mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena pemberian vaksinasi secara nasional. Namun, *N.meningitidis* dan *S. Pneumoniae* masih menjadi ancaman pada usia > 5 tahun. Virus seperti VZV, enterovirus, dan SARS-CoV-2 masih sering menyebabkan ensefalitis. Sementara, parasit jarang ditemukn kecuali di daerah tinggi malaria. Menurut studi dari PLOS NTDs di Indonesia

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

tahun 2023, etiologi terkait CMV dan *Salmonella Typhi* sering ditemukan pada usia tersebut, biasanya ditemukan infeksi primer yang didapatkan dari makanan-minuman kotor. Parasit malaria serebral menimbulkan ensefalopati komatosus yang bermigrasi ke sistem saraf pusat menjadi meningitis (Alisjahbana et al., 2023; Xu et al., 2021).

Faktor Risiko

Meningitis, ensefalitis, dan meningoensefalitis dapat disebabkan oleh berbagai agen (bakteri, virus, *Mycobacterium tuberculosis*, jamur, parasit, atau autoimun). Faktor risiko umum yang meningkatkan kemungkinan infeksi atau keparahan meliputi: usia ekstrem (bayi, lansia), immunosupresi (HIV, terapi immunosupresif), penyakit komorbid (diabetes), trauma kepala atau prosedur invasif (operasi neurosurgical, pemasangan shunt), penyakit sistemik yang mendasari, paparan geografis/vaksinasi yang tidak lengkap, dan residu infeksi faring/otitis/sinusitis yang dapat menjadi pintu masuk bakteri. Untuk ensefalitis viral, paparan vektor (mis. nyamuk untuk West Nile) atau riwayat luka/suspek HSV juga merupakan faktor penting (Mursen et al., 2022).

Patofisiologi

Bakteri, virus, fungi, parasit dapat masuk ke dalam tubuh melalui berbagai cara seperti kulit, saluran pernapasan atau saluran pencernaan yang akan menimbulkan suatu reaksi dari tubuh. Mikroorganisme tersebut dapat masuk ke dalam kelenjar getah bening dan berkembang biak serta melakukan penyebaran di dalam aliran darah sehingga menimbulkan viremia yang terjadi bersamaan dengan penyebaran infeksi penyakit sistemik (Hersi et al., 2023).

Viremia yang muncul akan mempermudah virus menembus endotel pembuluh darah dan berkembang biak secara endositosis dan menembus sawar darah otak serta virus akan dengan cepat berkembang biak di dalam sel retikulum endoplasma dan badan golgi sistem saraf pusat, kemudian mengancurkannya. Infeksi virus ini akan menyebabkan permeabilitas neuron, ganglia dan sel endotel mengalami peningkatan sehingga cairan di luar sel akan masuk dan menyebabkan edema kistik yang dapat menimbulkan kerusakan sistem saraf pusat seperti meningitis apabila (jika mengenai bagian meninges), ensefalitis (jika mengenai bagian jaringan parenkim otak), dan meningoensefalitis (jika mengenai lapisan meninges dan jaringan parenkim otak) (Hersi et al., 2023).

Bakteri (meningitis bakteri akut), patogen menembus sawar darah otak (BBB) melalui bakteremia atau kontiguitas (otitis, sinus). Setelah masuk ke ruang subarachnoid, aktivasi sistem imun local pelepasan sitokin proinflamasi edema serebral, peningkatan tekanan intrakranial,

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

vasculitis, dan kerusakan neuron sekunder. Respons inflamasi yang kuat menyebabkan penurunan perfusi dan komplikasi iskemik (Esland et al., 2023).

Virus (ensefalitis/meningitis viral), virus neurotropik (HSV, enterovirus, arbovirus) memasuki CNS melalui saraf aferen atau hematogen. Virus langsung merusak neuron (parenkim otak → ensefalitis) dan memicu respons imun intraserebral yang lebih terlokalisir dibandingkan pada meningitis bakteri. Autoimunitas pascainfeksi atau ensefalitis autoimun (mis. anti-NMDA) juga dapat menyebabkan gambaran klinis mirip infeksi (Alam et al., 2023).

Mycobacterium tuberculosis (TBM): perjalanan biasanya lewat seed hematogen ke leptomeninges atau tuberkel parenkim yang kemudian pecah ke ruang subarachnoid inflamasi kronis granulomatosa, fibrosis dasar otak, vasculitis arteritis tuberkulosa infark, kalsifikasi, hidrocefalus. Beban bakteri di CSF sering rendah sehingga diagnosis mikrobiologis sulit (Hersi et al., 2023).

Patofisiologi infeksi SSP berdasarkan lokasinya:

1. Meningitis

Mikroorganisme akan melakukan kolonisasi sel epitel nasofaring untuk melintasi sawar darah otak dan masuk ke dalam aliran darah untuk bertahan hidup menggunakan kapsul polisakarida. Mikroorganisme yang menyerang SSP dan berkembang biak di *subarachnoid space*. Pada ruang tersebut bakteri akan merangsang produksi dan pelepasan sitokin oleh berbagai jenis sel yang dapat meningkatkan permeabilitas *subarachnoid space* yang menyebabkan terjadinya migrasi transendotel granulosit dan monosit serta kebocoran protein plasma ke dalam ruang tersebut, yang memiliki peran mengeliminasi bakteri dan menimbulkan efek merusak SSP (Hersi et al., 2023).

2. Ensefalitis

Ensefalitis diakibatkan oleh mekanisme infeksi neurotropik yang menimbulkan pelepasan sitokin sehingga terjadi sitotoksitas, peradangan dan kerusakan sehingga permeabilitas sawar darah otak dan infiltrasi limfositik perivaskular mengalami peningkatan yang menyebabkan kerusakan lebih lanjut. Pada ensefalitis sekunder yang disebabkan oleh autoantibodi yang menargetkan antigen permukaan/ sinaps saraf dengan mekanisme yang lebih beragam. Target antigen ini umumnya terdeteksi di dalam sistem limbik otak, yang mengindikasikan patogenitas langsung dari antibodi terkait. Selain itu, interaksi molekuler antara antibodi dan antigen dapat memicu akumulasi komplemen, penyerapan antigen ke dalam sel, perubahan langsung pada fungsi target antigen, serta pengembangan intervensi terapeutik yang efektif (Ramanathan et al., 2021).

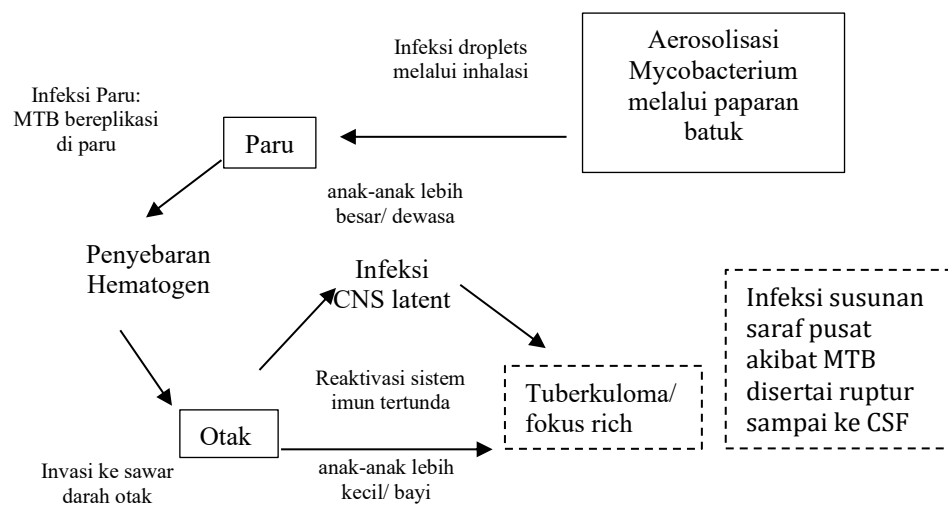
Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

Patogenesis

Mycobacterium Tuberculosis

Patogenesis infeksi tuberkulosis (TB) pada sistem saraf pusat (SSP) selama stadium bakterimia, *M.tuberculosis* akan membentuk tuberkuloma atau yang dikenal sebagai fokus Rich. Fokus ini berpotensi pecah suatu waktu, sehingga memungkinkan bakteri menyebar ke ruang subaraknoid dan memicu meningitis tuberkulosa. Ruptur tuberkuloma tersebut melepaskan basil TB ke ruang subaraknoid, dan mengaktifkan respons imun sel T melalui peningkatan kadar TNF- α dan IFN- γ . Terdapat dua jalur dihipotesiskan untuk penetrasi *M. Tuberculosis* melewati sawar darah-otak: (1) invasi langsung ke SSP atau melalui monosit/neutrofil yang terinfeksi, atau (2) melalui sel-sel fagositik tersebut yang dianggap lebih dominan. Namun, studi eksperimental pada model tikus membuktikan bahwa bakteri dapat menembus sawar secara independen tanpa bergantung pada neutrofil atau makrofag. Akibatnya *M.Tuberculosis* akan membentuk tuberkuloma atau fokus Rich di parenkim otak serta meninges (Juliawan & Purnama, 2023).



CNS TUBERCULOSIS

Skema Patogenesis ISSP akibat *Mycobacterium Tuberculosis* (Juliawan & Purnama, 2023).

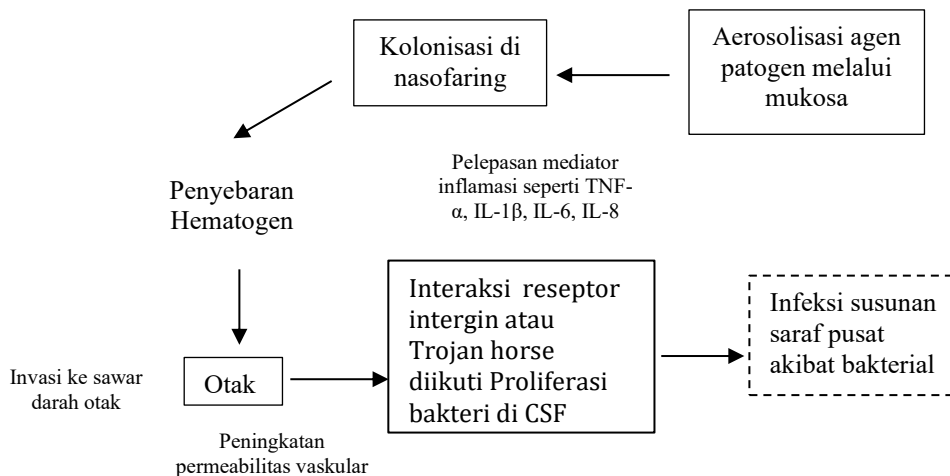
Bakteri

Patogenesis meningitis bakteri akut pada sistem saraf pusat anak bermula dari kolonisasi nasofaring oleh patogen seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, atau *Haemophilus influenzae tipe b*, di mana adhesin bakteri memfasilitasi invasi mukosa melalui

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

translokasi transseluler atau paraseluler, memicu bakteremia transient yang menyebar hematogen ke sawar darah-otak (BBB) yang belum matang pada anak, sering dipercepat oleh infeksi virus ko-infeksi atau faktor risiko seperti asplenia. Penetrasi BBB terjadi via interaksi reseptor integrin atau transportasi dalam monosit (Trojan horse), diikuti proliferasi eksponensial di ruang subaraknoid yang memicu kaskade inflamasi neutrofilik masif melalui endotoksin/ lipopolisakarida, pelepasan sitokin TNF- α , IL-1 β , IL-6, dan IL-8 yang meningkatkan permeabilitas vaskular hingga menyebabkan eksudat purulen kental di cisterna basal, edema vasogenik/sitotoksik, obstruksi CSF, peningkatan tekanan intrakranial, iskemia serebral, dan nekrosis neuronal akut dalam 24-48 jam, berujung pada kejang, herniasi, atau syok septik (Ivaska et al., 2024; Widyastuti et al., 2023).



Skema Patogenesis ISSP akibat bakterial (Ivaska et al., 2024; Widyastuti et al., 2023).

Tabel 1. Perbedaan Klinis Meningitis, Ensefalitis, dan Meningoensefalitis

| | Meningitis | Ensefalitis | Meningoensefalitis |
|-------------------------|---|--|---|
| Gejala dan Tanda | <ul style="list-style-type: none"> ● Demam ● Sakit kepala hebat ● Kaku Leher (nuchal rigidity) | <ul style="list-style-type: none"> ● Demam ● Perubahan perilaku/kognitif | <ul style="list-style-type: none"> ● Kombinasi tanda meningeal (leher kaku, fotofobia) dan tanda |

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● Fotofobia ● Mual/muntah ● Perubahan kesadaran bisa ringan sampai berat. ● Pada meningitis bakterial onset biasanya cepat (jam hingga hari) dan lebih berat (Esland et al., 2023). | <p>(bingung, disorientasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bangguan bicara ● Defisit fokal (hemiparesis) ● Kejang ● Gangguan memori ● Perubahan kepribadian tanda dominan adalah keterlibatan fungsi otak (kognisi/neurologi fokus) (Dhulse & Kurian, 2021). | <p>parenkim (alterasi mental, kejang, defisit fokal). Onset dan berat bervariasi sesuai etiologi.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pada meningoensefalitis kriptokokus ditemukan gejala awitan yang samar disertai pemburukan bertahan selama beberapa minggu atau bulan sebelum dilakukan penegakkan diagnosis. Keluhan awal paling sering yaitu nyeri kepala yang diikuti mual, muntah, lateragi dan penurunan berat badan (Alisjahbana et al., 2023). |
|--|--|--|---|

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

| | | | |
|---------------------------------|--|---|---|
| <p>Pemeriksaan Fisik</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Pemeriksaan kaku kuduk : Tanda kaku kuduk positif, terdapat kekakuan dan tahanan pada pergerakan fleksi kepala disertai nyeri dan spasme otot. ● Tanda Kernig : Tanda kernig positif, ekstensi sendi lutut tidak mencapai sudut 13 derajat disertai spasme otot dan nyeri ● Burdzinski I : Positif terjadi fleksi pada kedua tungkai dan lutut. ● Burdzinski II : Positif terdapat fleksi reflektorik pada bagian sendi panggul dan lutut kontralateral. ● Burdzinski III : Positif terjadi gerakan fleksi reflektatorik pada ekstremitas superior. ● Burdzinski IV : Positif terdapat fleksi reflektatorik pada ekstremitas inferior (Meisadona et al., 2024). | <ul style="list-style-type: none"> ● Pada funduskopi apabila tampak adanya edem papil dapat menandakan adanya peningkatan TIK. ● Defisit neurologis bergantung pada lokasi dan luas abses yang ditandai adanya deficit nervus kranialis pada pemeriksaan n. Cranialis, hemiparesis, reflex tendon meningkat, kaku kuduk, afasia, hemianopia, nistagmus, ataksia (Venkatesan, 2014). | <ul style="list-style-type: none"> ● Gejala mental seperti penurunan daya ingat, perubahan kepribadian, dan disorientasi. ● Tanda iritasi meningen yang nyata pada kurang dari separuh pasien. ● Tanda neurologik paling sering muncul yaitu hemiparesis, atau hiperfleksia, paralisis wajah, dan kejang berulan (Tursinawati et al., 2015). |
|---------------------------------|--|---|---|

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

| | | | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| <p>Pemeriksaan Penunjang</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Pemeriksaan Darah: <ul style="list-style-type: none"> - Meningitis bakterial : Polimorfonuklear leukositosis. - Meningitis TBC : Peningkatan LED (Marcdante & Kliegman, 2021). ● Pemeriksaan EEG : terdapat gelombang lambat yang difus di kedua hemisfer dan penurunan voltase karena efusi subdural atau aktivitas delta fokal (jika bersamaan dengan abses otak) (Marcdante & Kliegman, 2021). ● CT SCAN dan MRI : untuk mengetahui adanya edema otak, hidrosefalus atau massa otak yang menyertai meningitis (Manoy, 2024). ● Pemeriksaan cairan serebrospinal melalui Lumbal Pungsi (Meisadona et al., 2024). | <ul style="list-style-type: none"> ● Pemeriksaan Hitung darah Lengkap, Kadar elektrolit serum, Kadar glukosa serum , Darah Urea Nitrogen, Kadar Kreatinin dan Kadar elektrolit urin : tidak spesifik (Tiege et al., 2013). ● Pemeriksaan EEG : terdapat gambaran <i>periodic lateralizing epileptiform discharge</i> atau perlambatan fokal di daerah temporal atau frontotemporal (Suparni, 2023). ● CT-SCAN dan MRI : Gambaran hipodens di lobus temporal atau frontal sampai lobus oksipital yang disebabkan oleh nekrosis jaringan otak dan edema otak (Tiege et al., 2013). ● Pemeriksaan cairan serebrospinal melalui Lumbal Pungsi | <ul style="list-style-type: none"> ● Pemeriksaan Darah tidak terlalu spesifik (Suparni, 2023). ● CT-SCAN dan MRI (Ramanathan et al., 2021) ● Pemeriksaan cairan serebrospinal melalui Lumbal Pungsi (Meisadona et al., 2024). |
|-------------------------------------|--|---|--|

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | (Meisadona et al., 2024). | |
| Hasil Gambaran Liquor Cerebrospinal | <ul style="list-style-type: none"> ● Meningitis bakterialis: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >25 CmH₂O - Warna : keruh - Nilai leukosit : >100 sel/μL didominasi oleh sel PMN (neutrofil) - Nilai kadar protein : 100-200 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa: <40% dari glukosa serum (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020). ● Meningitis Tuberkulosis: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >2 CmH₂O - Warna : Kuning jernih - Nilai leukosit : 10-500 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : 100-500 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa: <50% dari glukosa serum (Marcdante & | <ul style="list-style-type: none"> ● Ensefalitis Virus: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >20 CmH₂O - Warna : jernih - Nilai leukosit : 10-500 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : 50-100 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa : Normal (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020). ● Ensefalitis Bakteri : <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >20 CmH₂O - Warna : Keruh - Nilai leukosit : >1000 sel/μL didominasi oleh sel PMN (neutrofil). - Nilai kadar protein : >100 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa <40% dari | <ul style="list-style-type: none"> ● Meningoensefalitis: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : Normal atau meningkat (>20 CmH₂O) - Warna : jernih - Nilai leukosit : 10-1000 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : <50 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa : Normal atau dapat turun hingga <40% dari glukosa serum (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020). |

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Meningitis Virus: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : Normal atau sedikit meningkat (>20 CmH₂O) - Warna : jernih - Nilai leukosit : <50 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : <50 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa: Normal atau dapat turun hingga 40% dari glukosa serum (Manoy, 2024; Octavius et al., 2021). ● Meningitis Fungi: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >25 CmH₂O - Warna : jernih - Nilai leukosit : 100-500 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : 20-500 Mg/Dl | <p>glukosa serum (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ensefalitis Fungi: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan : >20 CmH₂O - Warna : jernih - Nilai leukosit : 10-200 sel/μL didominasi oleh sel PMN (limfosit). - Nilai kadar protein : > 100 Mg/Dl - Nilai kadar glukosa : Normal (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020). | |
|--|---|--|--|

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

| | | | |
|------------------|--|--|---|
| | - Nilai kadar glukosa <50% dari glukosa serum (Marcdante & Kliegman, 2021; Prakoso et al., 2020). | | |
| Prognosis | Prognosis meningitis bergantung pada usia, mikroorganisme penyebab, jumlah mikroorganisme pada selaput otak, dan lama penyakit sebelum pemberian antibiotik. Prognosis pada neonatal, anak dan usia lanjut semakin buruk dan berpotensi menimbulkan kecatatan dan kematian (Tursinawati et al., 2015). | Prognosis ensefalitis bergantung pada kecepatan diagnosis, penyebab spesifik ensefalitis seperti HSV dan arbovirus dapat menimbulkan defisit neurologi jangka panjang atau bahkan kematian, pengobatan, usia, kondisi kesehatan umum pasien dan ada atau tidaknya komplikasi seperti pembengkakan otak (Marcdante & Kliegman, 2021). | Prognosis meningoensefalitis bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti penyebab infeksi (HSV dan Nesseria meningitidis dapat menimbulkan prognosis buruk dan komplikasi serius jika tidak diobati dengan segera), kecepatan diagnosis dan pengobatan dapat mengurangi risiko kerusakan otak sehingga prognosis menjadi lebih baik, kekebalan tubuh pasien yang kuat sebelum infeksi memiliki prognosis lebih baik daripada kondisi medis kronis lainnya dan kemungkinan terjadinya komplikasi jangka panjang dapat menimbulkan prognosis |

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | yang buruk (Marcdante & Kliegman, 2021; Suparni, 2023). |
|--|--|--|---|

Tata laksana berdasarkan etiologi

A. Infeksi Sistem Saraf Pusat yang disebabkan oleh bakteri

Pada infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh bakteri dapat diberikan antibiotik. Pemberian antibiotik harus segera dimulai sambil menunggu hasil tes diagnostik dan nantiya dapat diubah setelah ada temuan laboratorik.

Apabila belum mendapatkan hasil pemeriksaan gram atau kultur bakteri, pasien dapat antibiotik empiris yaitu ceftriaxone 100mg/kg/hari setiap 24 jam secara intravena. Pada anak dengan imunisasi tidak lengkap dengan infeksi yang disebabkan haemophilus influenzae type b dapat diberikan ceftriaxone 100mg/kg/hari sekali sehari secara intravena selama 10 hari, apabila resisten terhadap ceftriaxone dapat diberikan alternatif berupa ampicilin 200-400 mg/kg/hari diminum 4 kali sehari (untuk beta-lactamase-negative strains) (Bradley et al., 2025).

Apabila infeksi disebabkan oleh meningococcus (*Nisseria meningitidis*), anak dapat diberikan antibiotik penicilin G 250,000 U/kg/hari dibagi setiap 4 jam sekali secara intravena, atau ceftriaxone 100 mg/kg/hari setiap 24 jam sekali secara intravena, atau cefotaxime 200mg/kg/hari dibagi setiap 6 jam selama 7 hari. Pengobatan dapat ditambahkan dengan obat profilaksis meningococcal yaitu rifampin 10mg/kg per oral setiap 12 jam untu 4 dosis atau ceftriaxone 125-250mg secara intramuskular diminum sekali atau ciprofloxacin 500mg per oral diminum sekali (Bradley et al., 2025).

Pada infeksi yang disebabkan oleh streptococcus pneumoniae dibagi menjadi 2 klasifikasi, untuk strain pen-S dan sensitif terhadap cephalosporin dapat diberikan penicin G 250,000U/kg/hari secara intravenia dibagi setiap 4-6 jam atau ceftriaxone 100 mg/kg/hari secara intravena setiap 24 jam selama 10 hari. Untuk strain pen-R pneumococci (dengan asumsi sensitif terhadap ceftriaxone) dapat melanjutkan pemberian ceftriaxone IV selama masa pengobatan (Bradley et al., 2025).

Infeksi yang diakibatkan oleh Staphylococcus epidermidis or Staphylococcus aureus dapat diberikan vancomycin (for S epidermidis and CA-MRSA) dengan dosis 60 mg/kg/hari secara intravena setiap 8 jam sekali atau nafcillin (jika organismenya sensitif) dengan 150–200 mg/kg/hari dan rifampin selama 10–14 hari. Pada anak-anak yang toleransi terhadap

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

vancomycin, dapat diberikan ceftaroline, untuk anak usia 2 hingga kurang dari 6 bulan dengan dosis 30mg/kg/hari secara intravena setiap 8 jam. Sedangkan usia lebih dari 6 bulan diberikan dosis 45 mg/kg/hari secara intravena dengan dosis tunggal maximal 600 mg. Linezolid, daptomycin, dan TMP/SMX dapat diberikan namun belum dilakukan uji lebih lanjut (Bradley et al., 2025).

Pada bakteri gram negatif bacillus dapat diberikan terapi empirisi berupa meropenem 120 mg/kg/hari secara intravena setiap 8 jam atau cefepime 150 mg/kg/hari secara intravena setiap 8 jam. Untuk E coli (tanpa ESBLs) dapat diberikan ceftriaxone 100 mg/kg/hari secara intravena setiap 12 jam selama 10-14 hari, sebaiknya selama 21 hari (Bradley et al., 2025).

B. Infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh virus

Pada kasus infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh *Herpes Simplex Virus* dapat diberikan *intravenous acyclovir* empiris segera atau adenosine arabinsone 15mg/kgbb/hari secara intravena selama 10 hari (Alam et al., 2023).

Pada virus lainnya seperti enterovirus, arbovirus diberikan tata laksana suportif seperti pemberian asiklovir intravena sebanyak 10 mg/kgbb setiap 8 jam atau gansiklovir dalam dosis induksi 5mg/kg IV setiap 12 jam selama 21 hari dan dosis maintenance 5 mg/kg setiap 24 jam dapat ditambah pemberian manitol 20% dengan dosis 0,5 gr/kgbb 1 jam pertama dan dilanjutkan harian 0,25-0,5 gr/kgBB pada periode 8-12 jam (Rahayu & Utomo, 2022). Apabila ditemukan tanda kenaikan tekanan intrakranial dapat diberikan kortikosteroid seperti dexamethason 1mg/kgBB/ X dilanjutkan dengan 0,25-0,5 mg/kgbb/hari dengan dosis maximal 10 mg per 6 jam dalam waktu 4 hari (Rajahoe et al., 2016).

Infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh *Cytomegalovirus*, belum dipelajari lebih lanjut terkait tata laksana pada anak-anak. Namun, dapat dipertimbangkan dengan pemberian ganciclovir 10 mg/kg/haru secara intravena setiap 12 jam sekali. Untuk anak dengan immunocompromised berat, bisa ditambahkan foscarnet 180 mg/kg/hari secara intravena setiap 8 jam sekali selama 3 minggu. Untuk pasien dengan insufisiensi ginjal perlu dilakukan pengurangan dosis dan hati-hati terhadap efek neutropenia (Bradley et al., 2025).

Pada infeksi yang disebabkan oleh Enterovirus, belum ada terapi suportif antivirus yang disetujui FDA. Pocapavir masih dalam investigasi untuk enterovirus, obat ini tidak tersedia untuk menggunakan pada manusia sama halnya dengan pleconaril (Bradley et al.,

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha¹, Roro Rukmi Windi Perdani², Muhammad Maulana³, Prambudi Rukmono⁴

2025).

Infeksi yang disebabkan oleh *Toxoplasma* dapat diberikan Sulfadiazine 100 mg/kg/hari secara peroral dibagi setiap 12 jam dan pirimetamin 2 mg/kg PO setiap hari selama 2 hari (dosis awal), kemudian 1 mg/kg secara peroral setiap 24 jam selama 2–6 bulan, kemudian 3 kali seminggu hingga 1 tahun atau dapat diberikan Asam folinat (leucovorin) 10 mg 3 kali dalam seminggu. Apabila terjadi korioretinitis aktif atau protein CSF > 1g/dL dapat diberikan kortikosteroid dengan dosis 1mg/kg/hari dibagi setiap 12 jam (Bradley et al., 2025).

Terapi yang dapat diberikan apabila infeksi sistem saraf pusat disebabkan oleh Herpes Simplex Virus yaitu Asiklovir 60 mg/kg/hari secara intravena 1–2 jam dibagi setiap 8 jam selama 21 hari untuk usia kurang dari sama dengan 4 bulan dan untuk usia lebih dari 4 bulan dapat diberikan 45 mg/kg/hari secara intravena selama 21 hari. PCR HSV CSF dapat dilakukan menjelang akhir 21 hari terapi dan melanjutkan asiklovir hingga PCR negatif. FDA telah menyetujui asiklovir pada dosis ini untuk ensefalitis pada anak-anak hingga usia 12 tahun (Bradley et al., 2025).

Terapi suportif untuk infeksi disebabkan oleh Arbovirus (flavivirus penyebab Japanese encephalitis, Zika, West Nile, St Louis encephalitis, tick-borne encephalitis dan togavirus penyebab western equine encephalitis, eastern equine encephalitis, serta bunyavirus penyebab La Crosse encephalitis, California encephalitis) masih belum ada agen antivirus yang dapat digunakan untuk penyebab infeksi tersebut (Bradley et al., 2025).

C. Infeksi Sistem Saraf Pusat yang disebabkan oleh TBC

Pada pasien anak infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dan *Mycobacterium bovis* dapat diberikan obat anti-tuberkulosis (OAT) harus segera diberikan, lamanya pemberian tergantung lokasi infeksi TB, secara umum pada pasien anak hanya diberikan 3 macam OAT, yaitu isoniazid (H), rifampisin (R) dan pyrazinamide (Z). Ethambutol (E) hanya diberikan pada kasus tertentu seperti anak dengan TB paru BTA POSITIF, TB berat seperti TB milier, perikarditis TB, Peritonitis TB, dan meningitis TB (Rajahoe et al., 2016).

Pada meningitis TB, obat anti-tuberkulosis diberikan selama 12 bulan dengan 2 bulan pertama (fase intensif) diberikan empat jenis obat (RHZE) dan 10 bulan berikutnya diberikan 2 jenis obat (RH) (Marcdante & Kliegman, 2021).

Anak dengan meningitis TB dapat diberikan dosis isoniazid dan rifampicin yang diberikan yaitu 15 mg/kg/ hari secara per oral, intravena setiap 12-24 jam sekali selama 12

Studi literatur tentang Infeksi Sistem Saraf Pusat pada Populasi Anak (Meningitis, Ensefalitis dan Meningoensefalitis)

Messya Natasha ¹, Roro Rukmi Windi Perdani ², Muhammad Maulana ³, Prambudi Rukmono ⁴

bulan selama masa pengobatan, dan pirazinamid diberikan dengan dosis 30 mg/kg/hari untuk terapi 2 bulan pertama dan streptomycin 30 mg/kg/ hari secara intravena atau intramuscular setiap 12 jam atau ethionamide untuk pengobatan pada 4-8 minggu pertama (pengganti ethambutol pada anak-anak terutama bayi prematur yang terinfeksi TB) (Assidiqy et al., 2024).

Selain OAT, anak dengan infeksi sistem saraf pusat yang disebabkan oleh TB harus diberikan kortikosteroid seperti prednisone 2-4 mg/kgbb/ hari dengan dosis maksimal 60mg/ hari selama 4 minggu dan dilanjutkan penurunan dosis bertahap untuk mengurangi inflamasi otak dan pembuluh darah sekitar otak, serta mengurangi tekanan intrakranial (Prasad et al., 2016).

Tabel 2. Dosis OAT lepasan untuk anak (Rajahoe et al., 2016)

| Jenis OAT | Dosis/Hari (mg/kgbb/hari) | Dosis Maksimal (mg) |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| <i>Isoniazid (H)</i> | 10 (7-15) | 300 |
| <i>Rifampicin (R)</i> | 15 (10-20) | 600 |
| <i>Pyrazinamide (Z)</i> | 35 (30-40) | - |
| <i>Ethambutol (E)</i> | 20 (15-25) | - |

Tabel 3. Dosis OAT KDT anak (Rajahoe et al., 2016)

| Berat Badan (Kg) | Fase Intensif (2 bulan pertama) RHZ(75/50/150) | Fase lanjutan RH (75/50) |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| 5-7 | 1 tablet | 1 tablet |
| 8-11 | 2 tablet | 2 tablet |
| 12-16 | 3 tablet | 3 tablet |
| 17-22 | 4 tablet | 4 tablet |
| 23-30 | 5 tablet | 5 tablet |
| >30 | Mengikuti panduan dosis OAT berdasarkan berat badan | |

SIMPULAN

Studi literatur ini menegaskan bahwa infeksi SSP pada anak didominasi etiologi bakteri dan virus dengan pola CSF khas (pleiositosis neutrofil untuk bakteri, limfosit untuk viral), memerlukan

diagnosis cepat melalui LP dan neuroimaging serta terapi empiris seperti ceftriaxone-vancomycin untuk meningitis bakteri dan acyclovir untuk HSV ensefalitis. Tata laksana dini mencegah komplikasi neurologis permanen, dengan penurunan angka kematian signifikan di wilayah seperti Afrika pasca-intervensi. Diperlukan peningkatan surveilans dan vaksinasi di Indonesia untuk mengurangi beban kasus.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityoputri, C. (2022) 'Diagnosis dan Tata Laksana Meningitis Bakterial pada Anak', *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(10).
- Alam, A. M. et al. (2023) 'Sequelae of neurological infection: management in primary care', *Trends in Urology & Men's Health*, 14(1), pp. 17–21. doi: 10.1002/tre.894.
- Alisjahbana, D.H. et al. (2023) 'Central nervous system infection in a pediatric population in West Java', *PLoS neglected tropical diseases*, 17(11), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011769>.
- Alrizaldi, A. and Prastudia, K. (2022) 'Laporan Kasus Meningoensefalitis Pada Anak', *Continuing Medical Education*, September, pp. 894–903.
- Assidiqy, H. P. et al. (2024) 'Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Luaran Penderita Infeksi Susunan Saraf Pusat di Bangsal Rawat Inap Alamanda RSUD Dr. Hi. Abdul Moeloek Provinsi Lampung', *Medula*, 14(4), pp. 684–694.
- Aty, Y. M. V. B. et al. (2024) 'Penerapan Teknik Active Cycle of Breathing Technique (ACBT) dalam Mengatasi Penumpukan Sekret pada Penderita Tuberculosis Paru', *Sehat Rakyat: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(4), pp. 248–254. doi: 10.54259/sehatrakyat.v3i4.3309.
- Bradley, J.S. et al. (2025) *Nelson's Pediatric Antimicrobial Therapy 31th Edition*.
- Carter, E. and McGill, F. (2022) 'The management of acute meningitis : an update', *CME: Infectious Diseases*, 22(5), pp. 396–400. Available at: <https://doi.org/10.7861/clinmed.2022-cme-meningitis>.
- Dhulse, P. S. and Kurian, B. (2021) 'Case Report on Encephalitis', *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(47A), pp. 645–649. doi: 10.9734/jpri/2021/v33i47a33055.
- Esland J., Lerner A., dan Khan A. (2023). *Pediatri Ringkasan Klinis*. Jakarta Utara: EGC.
- Fitriati, D. and Gibran, I. (2021) 'Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Meningitis Menggunakan Metode Forward Chaining', *Just IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 12(1), pp. 46–50. doi: 10.1186/s12879-020-05502-9.

- Fitriyani and Saragih, A. D. (2024) 'Meningoensefalitis TB Pada Laki-laki 20 Tahun dengan Human Immunodeficiency Virus : Sebuah Laporan Kasus Tuberculous', *Medula*, 14(6), pp. 1061–1066.
- Fitriyani and Simalango, E. Y. M. (2024) 'Ensefalitis : Laporan Kasus', *Medula*, 14(12), pp. 2336–2341.
- Gajurel, B. P. et al. (2023) 'Epidemiological and clinical characteristics of central nervous system infections in a tertiary center: A retrospective study', *Health Science Reports*, 6(2). doi: 10.1002/hsr2.1099.
- Gunadi, E. (2020) 'Terapi Pada Meningitis Bakterial', *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(3), pp. 337–344. Available at: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65>.
- Gunawan, P. I. et al. (2023) 'Peningkatan Pengetahuan Tenaga dan Kader Kesehatan Sebagai Kunci Pencegahan Infeksi Sistem Saraf Pusat di Kabupaten Sumenep', *Jurnal Abdi Insani*, 10(1), pp. 81–88.
- Hersi K., Gonzalez FJ., dan Kondamudi NP. (2023). Meningitis. In: StatPearls [Online Journal]. [diunduh 9 Agustus 2024]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Tersedia di: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459360/>.
- Ivaska, L., Herberg, J. and Sadarangani, M. (2024) 'Distinguishing community-acquired bacterial and viral meningitis: Microbes and biomarkers', *Journal of Infection*, 88(3), p. 106111. doi: 10.1016/j.jinf.2024.01.010.
- Juliawan, N. G., and Purnama, I. A. P.(2023). Meningitis Tuberkulosis pada Anak.Continuing Medical Education> CDK-321/ 50(10),
- Khairani L. (2021). Profil Penggunaan Obat pada Pasien Penyakit Ensefalitis Berdasarkan Faktor Penyebabnya di RSUP Fatmawati Jakarta Periode Tahun 2012 – 2015 [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Khajeh A. 2015. Pediatric Meningoencephalitis: A Research on Patients Hospitalized in Zahedan Iran. *Int J Infect.* 2(2).
- Lino, R. *et al.* (2024) 'Emerging Fungal Infections of the Central Nervous System in the Past Decade : A Literature Review', *Infectious Disease Reports*, 16, pp. 952–976.
- Manoy, I. A. (2024) Kadar Laktat Cairan Serebrospinal sebagai Pembeda Penyebab Bakteri atau Non Bakteri Infeksi Sistem Saraf Pusat Ingrid Angelica Manoy, Dr. dr. Andaru Dahesihdewi, M.Kes, Sp.PK (K) .; dr. Windarwati, M.Sc., Sp.PK (K). Universitas Gadjah Mada.

- Marcdante J., dan Kliegman MR. (2021) . Ilmu Kesehatan Anak. Nelson. Jakarta: Ikatan Dokter Anak Indonesia
- Meisadona G, Soebroto AD, Estiasari R. (2024). *Diagnosis dan Tatalaksana Meningitis Bakterialis*. Departemen Neurologi FK Universitas Indonesia. Jakarta.
- Marinho, E.P.M. *et al.* (2023) ‘Pediatric central nervous system infections in the Amazon : clinical and laboratory profiles’, *Frontiers in Public Health*, 11, pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1329091>.
- Mursen, H. K., Hasanah, N. and Buchori, M. (2022) ‘Gambaran Karakteristik Penderita Meningoensefalitis pada Anak di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda’, *Jurnal Medika : Karya Ilmiah Kesehatan*, 7(2), p. 19. doi: 10.35728/jmkik.v7i2.1004.
- NICE (2024) *Meningitis (bacterial) and meningococcal disease : recognition , diagnosis and management*.
- Octavius, G. S. et al. (2021) ‘Infeksi Susunan Saraf Pusat pada Anak: Sebuah Studi Potong Lintang Deskriptif Selama Lima Tahun’, *Sari Pediatri*, 23(1), pp. 6–14. doi: 10.14238/sp23.1.2021.6-14.
- Prakoso, A. B., Dewi, M. M. and Sugianli, A. K. (2020) ‘Gambaran Cairan Serebrospinal pada Pasien Anak dengan Infeksi Susunan Saraf Pusat di Rumah Sakit Rujukan Jawa Barat’, *Sari Pediatri*, 21(6), pp. 339–345. doi: 10.14238/sp21.6.2020.339-45.
- Prasad K, Singh MB, Ryan H. Corticosteroids for managing tuberculous meningitis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2016(4):CD002244.
- Rachman, A., Artana, W. D. and Sukmawati, M. (2017) ‘Prevalens meningitis neonatal dan faktor-faktor yang memengaruhi pada bayi klinis sepsis di ruang NICU RSUP Sanglah Denpasar’, *Medicina Journal*, 48(2), pp. 113–117. doi: 10.15562/medicina.v48i2.38.
- Rajahoe NN, Nawas AN, Setyanto DB, Triasih R, Indawati W, Yani FF. *Petunjuk teknis manajemen dan tatalaksana TB anak*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia; 2016.
- Rahayu FT., dan Utomo TY. 2022. *Ensefalitis NMDA Laporan Kasus Neurological Innovations Through The New Era (NINE)*. Jakarta: Universitas Indonesia Publishing.
- Ramanathan S., Al-Diwani A., Waters P., dan Irani SR. 2021. *The Autoantibody Mediated Encephalitides: from Clinical Observations to Molecular Pathogenesis*. *J Neurol*. 268(5):1689-1707.
- Simanjuntak, A. D. R. and Mauliza (2024) ‘Penurunan Kesadaran et causa Ensephalitis’, *Galenical*, 3(5), pp. 53–63.

- Suparni RDA. 2023. Laporan Kasus Meningoensefalitis Tuberkulosis pada Wanita Usia 75 Tahun. *INJEC*. 3(4):227–233.
- Tiege, X.D., Heron, A.B., Lebon, P. 2013. Limits of Early Diagnosis of Herpes Simplex Encephalitis in Children: A Retrospective Study of 38 Cases. *Clinical Infectious Disease*. 36: 1335-1338.
- Tunkel AR., Hasbun R., Bhimraj A., Byers K., Kaplan SL., Scheld WM., et al. 2017. Infectious Diseases Society of America’s Clinical Practice Guidelines for Healthcare- Tursinawati Y., Tajally A., dan Kartikadewi A. 2015. Buku Ajar Sistem Syaraf. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Tursinawati Y., Tajally A., dan Kartikadewi A. 2015. Buku Ajar Sistem Syaraf. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Venkatesan A. 2014. Diagnosis and Management Acute Encephalitis. *Neurol Clin Pract*. 4(3): 206-215.
- WHO (2025) Meningitis, World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/meningitis?>
- Widyastuti, P. et al. (2023) ‘Meningitis Bakterial: Epidemiologi, Patofisiologi, dan Penatalaksanaan’, *Lombok Medical Journal*, 2(3), pp. 74–80. doi: 10.29303/lmj.v2i2.2962.
- Xu, M. *et al.* (2021) ‘Etiology and Clinical Features of Full-Term Neonatal Bacterial Meningitis : A Multicenter Retrospective Cohort Study’, *Frontiers in Pediatrics*, 7(31), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00031>.