

EVALUASI KUALITAS PEMERIKSAAN LIQUOR CEREBROSPINALIS PADA TAHAP PRA-ANALITIK, ANALITIK, DAN PASCA-ANALITIK DI LABORATORIUM PATOLOGI KLINIK

Quality Evaluation of Cerebrospinal Fluid Examination at the Pre-Analytical, Analytical, and Post-Analytical Stages in the Clinical Pathology Laboratory

Rinda Aulia Utami¹, Muhammad Fahmi Aminuddin², Maya Tamara Mawardani³, Devi Imelia⁴, La Ode Marsudi⁵

^{1,2,4} Program Studi Diploma III Analis Kesehatan, ITKES Wiyata Husada Samarinda, Indonesia

^{3,5} Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, ITKES Wiyata Husada Samarinda, Indonesia

¹E-mail: rindaaulia@itkeswhs.ac.id

²E-mail: mfahmi@itkeswhs.ac.id

³E-mail: mayatamara@itkeswhs.ac.id

⁴E-mail: deviimelia@student.stikeswhs.ac.id

⁵E-mail: marsudi@itkeswhs.ac.id

Abstrak: Pemeriksaan *Cerebro Spinalis Fluid* (CSF) dapat membantu menetapkan penegakan diagnosis penyakit yang menyerang sistem saraf pusat termasuk meningitis, peningkatan jumlah WBC, Polimorfonuklear, Mononuklear. Pada pemeriksaan warna dan kejernihan merupakan pemeriksaan yang saling berkaitan, dan untuk mengetahui peningkatan protein pada cairan. Tujuan : Untuk mengamati kualitas hasil pemeriksaan CSF di Laboratorium Patologi Klinik. Tata Laksana : Pengamatan dilakukan pada tanggal 6 Januari – 6 Februari 2025 di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Abdoel Wahab Sjahranie Samarinda. Metode: Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dan menggunakan metode deskriptif analitik. Hasil: dari 15 sampel CSF yang diperiksa, kualitas pemeriksaan pada tahap pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik secara umum baik. Semua sampel diterima dan diproses sesuai prosedur pada tahap pra-analitik. Pada tahap analitik, pemeriksaan protein menunjukkan 40% positif dan 60% negatif dengan dominasi sel mononuklear, serta tidak ditemukan ketidaksesuaian antar parameter. Pada tahap pasca-analitik, pencatatan dan pelaporan hasil dilakukan dengan tepat sesuai prosedur. Kesimpulan: Sistem pemeriksaan CSF di laboratorium telah memenuhi prinsip dasar pengendalian mutu, namun tetap membutuhkan evaluasi dan monitoring berkala untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas pelayanan.

Kata Kunci : *Cerebro Spinalis Fluid, Patologi Klinik, Mutu*

Background: *Cerebro Spinalis Fluid* (CSF) examination can help establish a diagnosis of diseases affecting the central nervous system, including meningitis, increased WBC count, polymorphonuclear ions, and mononuclear ions. Color and clarity examinations are interrelated, and can also detect increased protein in the fluid. Purpose : To determine and observe the techniques and steps of CSF examination. Procedure: Observations were conducted on January 6th – February 6th, 2025 at the Clinical Pathology Laboratory of Abdoel Wahab Sjahranie Regional Hospital, Samarinda. Methods: This type of research is quantitative and uses descriptive analytical methods. Results: This observation obtained 15 samples, the quality of examination at the pre-analytical, analytical, and post-analytical stages was generally good. All samples were accepted and processed according to procedure at the pre-analytical stage. At the analytical stage, protein testing showed 40% positive and 60% negative results with a predominance of mononuclear cells, and no discrepancies were found between parameters. At the post-analytical stage, recording and reporting of results were carried out accurately according to procedure. Conclusion: The CSF examination system in the laboratory has met the basic principles of quality control, but still requires regular evaluation and monitoring to maintain and improve service quality.

Keyword : *Cerebro Spinalis Fluid, Clinical Pathology, Quality*

PENDAHULUAN

Cerebro Spinalis Fluid (CSF) merupakan cairan yang jernih yang terbentuk sebagai ultrafiltrat plasma. Analisa cairan serebrospinal merupakan pemeriksaan laboratorium yang membantu diagnosa penyakit di sistem saraf pusat. Perubahan komposisi CSF dapat digunakan sebagai indikator diagnosis penyakit seperti infeksi, perdarahan, atau leukemia (Rosida *et al.*, 2022). Fungsi

***Corresponding Author:**

Rinda Aulia Utami; Email: rindaaulia@itkeswhs.ac.id

utama CSF adalah untuk mengurangi daya angkat otak. CSF hadir di kedua kompartemen intrakranial dan spinal. Disekresikan oleh pleksus koroid pada tingkat yang konstan di dalam ventrikel otak dan mengalir di ruang subaraknoid otak dan sumsum tulang belakang melalui jalur CSF. Volume total CSF pada orang dewasa adalah sekitar 140 ml. CSF diproduksi dengan kecepatan 0,2–0,7 ml per menit atau 500–700 ml per hari. Fungsi utama CSF adalah untuk mengurangi daya angkat otak (Sinulingga *et al.*, 2024).

Pemeriksaan *Cerebrospinal Fluid* (CSF) merupakan pemeriksaan laboratorium penting dalam membantu penegakan diagnosis penyakit pada sistem saraf pusat, termasuk infeksi seperti meningitis (Zeinalizadeh *et al.*, 2024). Pemeriksaan CSF meliputi evaluasi jumlah leukosit dan kadar protein, yang merupakan parameter penting dalam menilai proses inflamasi atau infeksi (Singh, 2024).

Komposisi CSF dan tekanannya dipertahankan relatif konstan oleh berbagai mekanisme. Pada kondisi normal, kadar protein, glukosa, tekanan, dan jumlah sel tetap stabil. Namun, dalam kondisi penyakit patologis seperti infeksi, demielinasi, tumor, atau cedera otak, komposisi dan tekanan CSF dapat berubah. Oleh karena itu, analisis CSF dengan berbagai metode akan membantu dalam diagnosis serta prognostikasi dan respons terhadap terapi. Analisis CSF sangat berguna dalam berbagai kondisi neurologis akut dan membantu dalam diagnosis cepat kondisi-kondisi tersebut serta memulai langkah-langkah terapeutik. Analisis CSF biasanya terdiri dari pengukuran tekanan pembukaan, analisis biokimia, sitologi, pemeriksaan biomarker, dan evaluasi mikrobiologis. Pada beberapa kondisi klinis, punksi lumbal dan drainase juga dapat menjadi tindakan terapeutik (Susanto *et al.*, 2017).

Pemeriksaan warna dan kejernihan merupakan pemeriksaan yang saling berkaitan. Penyebab kekeruhan CSF yaitu peningkatan jumlah WBC (*White Blood Cell*), RBC (*Red Blood Cell*), Polimorfonuklear, Mononuklear dan bisa juga akibat keduanya. Keberadaan mikroorganisme, peningkatan protein yang sangat tinggi juga merupakan penyebab terjadinya kekeruhan pada CSF (Yunita *et al.*, 2023).

Keakuratan hasil pemeriksaan CSF sangat dipengaruhi oleh faktor pra-analitik, serta kesalahan seperti penggunaan wadah yang tidak sesuai dapat secara signifikan mempengaruhi pengukuran kadar protein sehingga berpotensi menyesatkan interpretasi. Selain itu, kesalahan pra-analitik telah dilaporkan menyumbang mayoritas kesalahan laboratorium, yaitu sekitar 60-70% dari total error, dan dapat mengurangi kualitas hasil pemeriksaan jika tidak dikendalikan secara sistematis klinis (Nordin *et al.*, 2024).

Tujuan penelitian ini ingin mengetahui evaluasi kualitas serta teknik serta langkah-langkah pemeriksaan CSF di Laboratorium Patologi Klinik

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan cairan otak (*Cerebrospinal Fluid / CSF*) meliputi tabung reaksi, alat hematologi otomatis Sysmex SN-50, mikropipet, tabung ulir sebagai wadah sampel, serta *blue* tip dan *yellow* tip, mikropipet untuk pengambilan dan pemindahan volume cairan sesuai kebutuhan pemeriksaan. Bahan yang digunakan dalam pemeriksaan cairan otak terdiri dari sampel cairan otak, aquades, larutan ammonium sulfat jenuh, reagen Nonne-Apelt, reagen Pandy, serta larutan fenol jenuh yang digunakan dalam pemeriksaan kadar protein secara kualitatif.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dan menggunakan metode deskriptif analitik. Populasi target dalam penelitian adalah seluruh sampel pasien yang melakukan pemeriksaan CSF yang berjumlah 15 sampel di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda.

1) Tahap Pra Analitik

Tahapan ini pemeriksaan cairan otak (*Cerebrospinal Fluid / CSF*), dilakukan pengendalian kualitas sejak proses penerimaan dan penanganan sampel. Sampel diupayakan tidak bercampur darah selama prosedur pungsi lumbal karena kontaminasi darah dapat memengaruhi interpretasi hasil pemeriksaan. Apabila terjadi pencampuran darah akibat pungsi traumatik, biasanya jumlah sel darah akan berkurang pada tabung berikutnya sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap urutan pengambilan sampel. Setelah sampel diterima di laboratorium, dilakukan verifikasi ulang identitas pasien dan barcode untuk memastikan kesesuaian data. Selanjutnya, sampel diperiksa kondisi fisiknya melalui pengamatan makroskopis meliputi warna dan kejernihan, serta dipastikan tabung dalam keadaan bersih sebelum dilakukan proses pemeriksaan lebih lanjut.

2) Tahap Analitik

Pada tahap analitik, pemeriksaan cairan otak (*Cerebrospinal Fluid / CSF*) dilakukan melalui pemeriksaan makroskopis, mikroskopis, dan kimia. Pemeriksaan makroskopis dilakukan dengan membandingkan warna dan tingkat kekeruhan cairan otak dalam tabung sampel dengan tabung pembanding yang berisi aquadest.

Pengamatan dilakukan secara visual dengan latar belakang berwarna putih dan pada tempat yang terang untuk memperoleh hasil pengamatan yang optimal. Apabila terdapat bekuan pada sampel, cairan dituangkan ke dalam beaker glass kemudian diamati menggunakan batang pengaduk untuk menilai ada atau tidaknya bekuan. Pemeriksaan mikroskopis dilakukan setelah sampel dan alat dipastikan siap digunakan. Cairan otak dipipet secukupnya ke dalam tabung pemeriksaan, kemudian dianalisis menggunakan alat hematology analyzer Sysmex dengan memilih mode Body Fluid. Setelah memasukkan kode identitas sampel pada alat, sampel diletakkan pada posisi yang sesuai dan tombol pengoperasian ditekan hingga alat menarik sampel secara otomatis. Hasil pemeriksaan akan keluar setelah beberapa menit sesuai waktu

proses analisis alat. Pemeriksaan kimia dilakukan untuk menilai kadar protein dalam cairan otak. Pada tes busa, sampel dalam tabung reaksi dihomogenkan dengan kuat untuk mengamati pembentukan busa sebagai indikator kasar kadar protein.

Pemeriksaan protein albumin dilakukan dengan metode Tes Pandy. Sampel dihomogenkan, kemudian filtrat diasamkan dengan menambahkan satu tetes asam asetat 10% dan dipanaskan hingga mendidih untuk menimbulkan denaturasi protein. Timbulnya kekeruhan dinilai sebagai indikasi adanya albumin dan diinterpretasikan secara semi-kuantitatif. Pemeriksaan kadar protein globulin dilakukan dengan metode Nonne-Apelt. Sebanyak 1 mL larutan amonium sulfat jenuh dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1–2 mL cairan otak secara perlahan melalui dinding tabung hingga terbentuk dua lapisan. Campuran didiamkan selama ± 3 menit, kemudian diamati batas kedua lapisan untuk menilai adanya presipitasi globulin.

3) Tahap Pasca Analitik

Tahapan pasca-analitik dilakukan setelah seluruh rangkaian pemeriksaan, baik makroskopis, mikroskopis, maupun kimia, telah selesai dilaksanakan. Data hasil pemeriksaan yang diperoleh dari alat maupun observasi langsung terlebih dahulu ditelaah kembali oleh tenaga ATLM untuk memastikan ketepatan hasil, kesesuaian dengan kondisi spesimen, serta kebenaran identitas pasien. Setelah dipastikan akurat, hasil tersebut dicatat dan dimasukkan ke dalam sistem informasi laboratorium sesuai data pasien yang tercantum pada formulir permintaan pemeriksaan.

Apabila terdapat hasil yang meragukan atau tidak sesuai dengan gambaran klinis, dilakukan peninjauan ulang terhadap tahapan sebelumnya guna menelusuri kemungkinan kesalahan prosedur. Hasil yang telah melalui proses penelaahan kemudian disampaikan kepada dokter penanggung jawab pasien berdasarkan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku. Seluruh proses pelaporan dan pengarsipan dilakukan dengan menerapkan prinsip pemantapan mutu laboratorium, Good Laboratory Practice (GLP), serta memperhatikan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Arsip hasil pemeriksaan disimpan secara sistematis sebagai bagian dari dokumentasi mutu dan bahan evaluasi di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

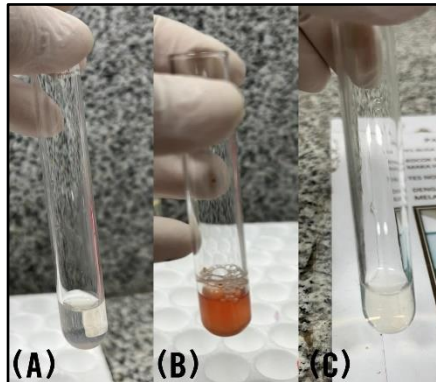
Berdasarkan dengan 15 sampel hasil pengamatan yang telah dilakukan yaitu pemeriksaan cairan otak didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Warna pada Sampel CSF

No.	Warna	Jumlah Sampel	Presentase
1.	Jernih	7	50%
2.	Kekuningan	4	25%
3.	Putih	1	6%
4.	Merah	3	19%
Jumlah		15 Sampel	100%

Berdasarkan Tabel 1. hasil penerimaan sampel cairan otak dapat diketahui bahwa jumlah sampel terbanyak berwarna bening. Pada pemeriksaan makroskopis terdapat 7 sampel

berwarna jernih, 4 sampel berwarna kekuningan, 1 sampel berwarna putih dan 3 sampel berwarna merah. Sebagian besar cairan otak berwarna jernih. Berikutw warna sampel yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Cairan Berwarna Jernih (A), Merah (B) dan Keruh (C)

Warna cairan otak normalnya adalah jernih dan tidak berwarna. Perubahan warna cairan otak, seperti menjadi kuning (*xantokromia*), keruh, atau kemerahan, dapat menjadi indikasi adanya masalah kesehatan tertentu, terutama yang berkaitan dengan sistem saraf pusat. Jika berwarna kuning atau kemerahan Kondisi ini disebabkan oleh adanya sel darah merah yang lisis (pecah) dalam cairan otak, sehingga melepaskan hemoglobin yang kemudian dipecah menjadi bilirubin dan zat berwarna lainnya. *Xantokromia* dapat terjadi akibat perdarahan subarachnoid (perdarahan di sekitar otak) atau peningkatan kadar bilirubin dalam darah. Perubahan warna ini biasanya mulai terlihat setelah 2 jam sel darah merah berada dalam cairan otak dan dapat bertahan selama 2-4 minggu (Arianto & Soedjito *et al.*, 2020).

Cairan otak yang keruh bisa disebabkan oleh peningkatan jumlah sel darah putih atau sel darah merah yang signifikan. Meningkatnya sel darah putih bisa menandakan adanya peradangan atau infeksi pada sistem saraf pusat, seperti meningitis. Perubahan warna cairan otak, bersama dengan perubahan lain dalam komposisi cairan otak (seperti jumlah sel, kadar protein) dapat memberikan informasi berharga bagi dokter dalam menentukan diagnosis dan penanganan yang tepat (Arianto & Soedjito *et al.*, 2020). Berikut pemeriksaan protein pada cairan otak yang ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Protein pada cairan Otak (Metode Pandy, None Apelt dan Test Busa).

No	Jumlah Sampel	Hasil	Persentase
1.	6	Positif	40%
		*Protein Albumin (Pandy)	
		* Protein Globulin (None Apelt)	
		*Test Busa (Protein)	
2.	9	Negatif	60%
		* Protein Albumin (Pandy)	
		* Protein Globulin (None Apelt)	
		*Test Busa (Protein)	
Jumlah: 15 sampel			100%

Berdasarkan Tabel 2 dari hasil pemeriksaan protein (Metode Pandy, None Apelt dan Test Busa) didapatkan Hasil Positif dengan jumlah 6 (40%) sampel dari jumlah keseluruhan dan

***Corresponding Author:**

Rinda Aulia Utami; Email: rindaaulia@itkeswhs.ac.id

hasil pemeriksaan didapatkan Hasil Negatif sebanyak 9 (60%) sampel dari jumlah keseluruhan. Jumlah sampel menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan Negatif lebih banyak dibandingkan dengan hasil pemeriksaan Positif.

Peningkatan jumlah leukosit menunjukkan adanya infeksi atau peradangan. Peningkatan kadar protein dapat terjadi pada berbagai kondisi neurologis, termasuk infeksi dan penyakit neurodegeneratif. Hasil positif menunjukkan adanya peningkatan kadar globulin dan albumin dalam cairan. Adanya sel abnormal atau mikroorganisme dapat mengarah pada diagnosis infeksi atau peradangan (Kinesti *et al.*, 2024). Berikut pemeriksaan mikroskopis berdasarkan jumlah sel yang ditunjukkan pada Table 3.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan mikroskopis pada cairan otak

No	Kode Sampel	Polimorfonuklear (%)	Mononuklear (%)
1.	366	28	72
2.	368	13	87
3.	357	14	86
4.	144	14	86
5.	275	5	95
6.	490	0	100
7.	359	11	89
8.	331	7	93
9.	343	7	93
10.	352	88	12
11.	342	7	93
12.	345	88	12
13.	333	8	92
14.	343	0	100
15.	341	81	19
Jumlah : 15 Sampel			

Berdasarkan Tabel 3 hasil pemeriksaan mikroskopis cairan otak dapat diketahui pada hasil pemeriksaan polimorfonuklear hanya sampel 275, 490 dan 343 yang hasilnya <5 yaitu masih dalam batas normal sedangkan sampel lainnya dan hasil pemeriksaan mononuclear mengalami kenaikan sel yaitu dengan rata-rata >5. Jumlah sel PMN (Polimorfonuklear), MN (Mononuklear). Pemeriksaan mikroskopis cairan otak yang menunjukkan adanya sel Polimorfonuklear (Neutrofil, Eosinofil, Basofil) dan Mononuklear (Limfosit, Monosit) adalah sel penting yang dapat memberikan petunjuk diagnosis mengenai kondisi neurologis pasien. Normalnya memiliki jumlah sel yang sangat rendah, biasanya kurang dari 5 sel. Peningkatan jumlah sel menunjukkan adanya peradangan atau infeksi pada sistem saraf pusat (Kusumajaya *et al.*, 2025).

Peningkatan pada polimorfonuklear dapat menyebabkan: meningitis bakteri akut, abses otak atau perimeningeal (ruptur), meningitis jamur atau tuberculosis (tahap awal), dan perdarahan subaraknoid. Peningkatan pada mononuklear dapat menyebabkan: meningitis virus, meningitis tuberculosis, meningitis jamur, ensefalitis virus dan karsinomatosis meningeal (Widayanti *et al.*, 2020)

Evaluasi kualitas pemeriksaan CSF di Laboratorium Patologi Klinik merupakan langkah penting untuk menjamin keakuratan dan keandalan hasil diagnostik. Setiap tahapan dalam proses pemeriksaan, mulai dari pra-analitik, analitik, hingga pasca-analitik, memiliki kontribusi

***Corresponding Author:**

Rinda Aulia Utami; Email: rindaaulia@itkeswhs.ac.id

yang signifikan terhadap mutu hasil yang diperoleh. Kesalahan yang terjadi pada salah satu tahap dapat memengaruhi interpretasi klinis dan berdampak pada pengambilan keputusan medis. Oleh karena itu, penilaian secara menyeluruh terhadap ketiga tahapan tersebut diperlukan untuk memastikan bahwa prosedur pemeriksaan telah dilaksanakan sesuai dengan standar operasional dan prinsip pengendalian mutu laboratorium.

1. Evaluasi Tahap Pra-Analitik

Tahap pra-analitik merupakan bagian awal dari proses pemeriksaan laboratorium yang memiliki potensi kesalahan cukup tinggi, karena mencakup proses mulai dari pengambilan hingga penerimaan sampel. Pada penelitian ini, jumlah sampel yang diterima sebanyak 15 dan seluruhnya dapat diproses tanpa ada penolakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa prosedur administrasi serta penerimaan spesimen telah dilaksanakan sesuai ketentuan yang berlaku.

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa setengah dari total sampel memiliki warna jernih, sedangkan sisanya mengalami perubahan warna menjadi kekuningan, keruh, atau kemerahan. Secara teknis, perubahan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti teknik pungsi lumbal yang kurang optimal (*traumatic tap*), keterlambatan distribusi sampel ke laboratorium, maupun paparan cahaya yang dapat menyebabkan degradasi bilirubin.

Secara fisiologis, cairan serebrospinal normal tampak bening dan tidak berwarna. Oleh karena itu, ditemukannya sampel berwarna merah perlu ditelaah lebih lanjut untuk membedakan antara perdarahan patologis dan kontaminasi akibat prosedur pengambilan. Selain itu, penggunaan tabung secara berurutan juga penting untuk meminimalkan kesalahan interpretasi.

Berdasarkan hasil tersebut, tahap pra-analitik dapat dikatakan berjalan cukup baik, ditunjukkan oleh kelengkapan identitas sampel, tidak adanya laporan hemolisis berat, serta jumlah spesimen yang sesuai. Meskipun demikian, pemantauan terhadap waktu pengiriman dan dokumentasi kondisi sampel saat diterima tetap perlu diperhatikan guna menjaga konsistensi mutu,

2. Evaluasi Tahap Analitik

Tahap analitik mencakup pelaksanaan pemeriksaan protein menggunakan metode Pandy, None Apelt, dan Test Busa, serta evaluasi mikroskopis terhadap jenis sel. Dari total 15 sampel, sebanyak 40% menunjukkan hasil positif protein dan 60% negatif. Selain itu, sebagian besar preparat memperlihatkan dominasi sel mononuklear.

Pada aspek mutu, penilaian analitik tidak hanya berfokus pada hasil, tetapi juga pada ketepatan metode dan ketelitian pemeriksa. Metode Pandy dan None Apelt termasuk pemeriksaan semi-kuantitatif yang interpretasinya bergantung pada tingkat kekeruhan. Oleh karena itu, pengalaman dan ketelitian analis menjadi faktor penting dalam memastikan keakuratan pembacaan.

Jika dilihat dari konsistensi data, dominasi mononuklear pada sebagian besar sampel sejalan dengan hasil protein yang cenderung negatif. Sementara itu, peningkatan polimorfonuklear pada beberapa sampel dapat mengindikasikan proses inflamasi akut. Secara umum, tidak terdapat perbedaan hasil yang bertolak belakang antara pemeriksaan makroskopis, kimia, dan mikroskopis, sehingga tahap analitik dapat dinilai cukup terkendali.

Mempertahankan kualitas pemeriksaan dilaboratorium tetap perlu dilakukan pengawasan terhadap kondisi reagen, memastikan kalibrasi alat, serta melakukan verifikasi hasil melalui pemeriksaan ulang atau diskusi antar petugas teknologi laboratorium medis bila diperlukan.

3. Evaluasi Tahap Pasca-Analitik

Tahap pasca-analitik merupakan proses akhir yang meliputi pencatatan, verifikasi, hingga pelaporan hasil pemeriksaan. Berdasarkan data penelitian, seluruh hasil telah terdokumentasi secara lengkap dan disampaikan sesuai prosedur yang berlaku.

Penilaian mutu pada fase ini menekankan pada ketepatan pencatatan nilai, kesesuaian identitas pasien, serta interpretasi hasil berdasarkan nilai rujukan yang digunakan laboratorium. Pada hasil evaluasi, tidak ditemukan kesalahan administratif maupun ketidaksesuaian data, sehingga sistem pelaporan dinilai berjalan dengan baik.

Meski demikian, peningkatan mutu tetap perlu dilakukan secara berkesinambungan, misalnya melalui audit internal rutin, pemantauan waktu penyelesaian hasil (*turn around time*), serta pengembangan sistem dokumentasi berbasis elektronik guna meminimalkan risiko kesalahan pencatatan di masa mendatang.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi pada tahap pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik menunjukkan bahwa proses pemeriksaan CSF di Laboratorium Patologi Klinik telah dilaksanakan sesuai prosedur yang berlaku. Meskipun tidak ditemukan kesalahan yang signifikan pada setiap tahapan, upaya peningkatan mutu secara berkelanjutan tetap diperlukan untuk meminimalkan potensi kesalahan serta menjaga konsistensi dan keandalan hasil pemeriksaan di masa mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 15 sampel Liquor Cerebrospinalis (CSF), diperoleh bahwa pemeriksaan protein menggunakan metode Pandy, None Apelt, dan Test Busa menunjukkan 6 sampel (40%) dengan hasil positif dan 9 sampel (60%) dengan hasil negatif, sehingga hasil negatif lebih dominan. Secara makroskopis, sebagian besar sampel berwarna jernih. Pemeriksaan mikroskopis menunjukkan variasi jumlah sel polimorfonuklear dan mononuklear, dengan kecenderungan dominasi mononuklear pada beberapa sampel.

Secara keseluruhan, evaluasi pada tahap pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik menunjukkan bahwa prosedur pemeriksaan telah dilaksanakan dengan baik, meskipun pemantauan mutu secara berkelanjutan tetap diperlukan untuk menjaga keakuratan dan keandalan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

*Corresponding Author:

Rinda Aulia Utami; Email: rindaaulia@itkeswhs.ac.id

- Arianto, A. T., & Soedjito, M. H. (2020). Kerusakan Barrier Pertahanan Alamiah : Sawar Darah Otak Disruption of Natural Defense Barrier : Blood-Brain Barriere. *Jurnal Neuroanestesi Indonesia Dari*, 4(1), 50–60.
- Kinesti, D. (2024). *Kadar Protein Spesimen Cairan Otak*.
- Kusumajaya, I. G. B. A. A., Iswari, I. S., Darwinata, A. E., & Hendrayana, M. A. (2025). Karakteristik Klinis Dan Cairan Serebrospinal Pasien Meningitis Streptococcus suis DI RSUP PROF. Dr. I.G.N.G. NGOERAH DENPASAR BALI. *Majalah Kesehatan*, 12(2), 118–123.
- Mahapatra, N., Aravindha Babu, N., Behura, S. S., & Rajesh, E. (2020). A brief review on haematoxylin: An irreplaceable tissue stain. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(4), 1221–1225. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i4.11696>
- Musyarifah, Z., & Agus, S. (2018). Proses Fiksasi pada Pemeriksaan Histopatologik. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(3), 443. <https://doi.org/10.25077/jka.v7.i3.p443-453.2018>
- Narayan Biswal, B., Narayan Das, S., Kumar Das, B., & Rath, R. (2017). Alteration of cellular metabolism in cancer cells and its therapeutic. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 21(3), 244–251. <https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP>
- Nordin, N., Ab Rahim, S. N., Wan Omar, W. F. A., Zulkarnain, S., Sinha, S., Kumar, S., & Haque, M. (2024). Preanalytical Errors in Clinical Laboratory Testing at a Glance: Source and Control Measures. *Cureus*, 16(3). <https://doi.org/10.7759/cureus.57243>
- Odega, K. (2015). Quality Control and Assurance in Histopathology Laboratory. *Research Gate*, September, 1–38. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4164.1443>
- Rosida, A., Hendriyono, F. X., & Pratiwi, D. I. N. (2022). Gambaran Hasil Analisa Cairan Serebrospinal Di Rumah Sakit Daerah Ulin Banjarmasin Tahun 2021. *Lambung Mangkurat Medical Seminar*, 3(1), 1–5.
- Singh, N. (2024). Inside the Brain: *Cerebrospinal Fluid* Insights in Meningitis. *Cureus*, 16(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.67008>
- Sinulingga, A. L., Ayu, P. R., Soleha, T. U., Kedokteran, F., Lampung, U., Ilmu, B., Klinik, P., Kedokteran, F., Lampung, U., Mikrobiologi, B. I., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2024). *Analisis dan Interpretasi Cairan Serebrospinal (CSF) dalam Perawatan Neurokritis untuk Kondisi Neurologis Akut : Artikel Review Cerebrospinal Fluid (CSF) Analysis and Interpretation in Neurocritical Care for Acute Neurological Condition*. 14, 907–911.
- Susanto, H., Diarti, M. W., & Fauzi, I. (2017). Studi Kadar Glukosa Darah Sewaktu Pada Pasien TBC Pemakai Obat Anti Tuberkulosis (OAT) Paket di Puskesmas Cakranegara. *Jurnal Analisis Medika Bio Sains*, 4(1), 52–56.
- Widayanti, A., Rizal Ganiem, A., & Parwati, I. (2020). Association Between Polymorphonuclear Leukocyte Cell Percentage in *Cerebrospinal Fluid* and Outcome of Tuberculous Meningitis Patients in a Tertiary Hospital in Indonesia. *Majalah Kedokteran Bandung*, 52(4), 220–226. <https://doi.org/10.15395/mkb.v52n4.1563>
- Yunita, Y., Riasiti, Y., & Muhyi, A. (2023). Karakteristik Analisis CSF Meningoensefalitis Anak di RSUD Abdoel Wahab Sjahranie Samarinda Tahun 2019-2022. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 12(2), 87. <https://doi.org/10.25077/jka.v12i2.2287>
- Zeinalizadeh, M., Shadkam, M., Afarinesh Khaki, P., Abdollahi, A., Douraghi, M., & Salehi, M. (2024). *Cerebrospinal Fluid* Analysis in Patients with Post-neurosurgical Procedures: Meningitis vs. Non-meningitis. *Iranian Journal of Pathology*, 19(3), 342–347. <https://doi.org/10.30699/ijp.2024.2019741.3240>