



SKRIPSI

**KORELASI ANTARA JUMLAH LEUKOSIT
DENGAN GLUKOSA SPESIMEN CAIRAN OTAK
PADA PASIEN MENINGITIS BAKTERIAL**

Disusun oleh:

QUDSIYATI MAFTUFAH

NIM: P3.73.34.2.23.213

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES JAKARTA III**

2024

Visi Program Studi

Menjadi Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis
yang unggul di bidang diagnostik molekuler pada tahun 2028



SKRIPSI

**KORELASI ANTARA JUMLAH LEUKOSIT
DENGAN GLUKOSA SPESIMEN CAIRAN OTAK
PADA PASIEN MENINGITIS BAKTERIAL**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Meraih Gelar Sarjana Terapan Kesehatan**

Disusun Oleh:

QUDSIYATI MAFTUFAH

NIM: P3.73.34.2.23.213

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES JAKARTA III**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**KORELASI ANTARA JUMLAH LEUKOSIT
DENGAN GLUKOSA SPESIMEN CAIRAN OTAK
PADA PASIEN MENINGITIS BAKTERIAL**

Skripsi Ini Telah Disetujui Oleh Pembimbing Skripsi
Dan layak diuji di Hadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

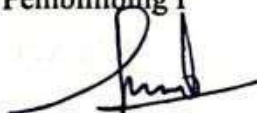
Oleh:

Qudsiyati Maftufah
NIM: P3.73.34.2.23.213

Menyetujui,

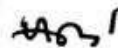
Bekasi, 07 Juni 2024

Pembimbing I



(Dra. Angki Purwanti, Apt, M.Si.)
NIP. 196404111995032001

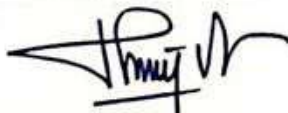
Pembimbing II



(dr. Cynthia, Sp.PK (K))
NIP. 197702182014122001

Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknologi Laboratorium Medis



(Dra. Mega Mirawati, M.Biomed)
NIP. 196703111998032001

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Laboratorium Medis



(Dewi Astuti, S.Si, M. Biomed)
NIP. 198312172006042001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**KORELASI ANTARA JUMLAH LEUKOSIT
DENGAN GLUKOSA SPESIMEN CAIRAN OTAK
PADA PASIEN MENINGITIS BAKTERIAL**

Skripsi Ini Telah Diperiksa dan Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

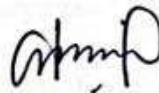
Oleh:

Qudsiyati Maftufah

NIM: P3.73.34.2.23.213

Telah diuji pada: Jumat, 21 Juni 2024

Dinyatakan lulus oleh,
Penguji Utama



(Dewi Inderiati, S.Si., S.Pd.M.Biomed)
NIP. 196603301988022001

Penguji I



(Neiny Prisy Foekh, SST., M.Biomed)
NIP. 199302162023212041

Penguji II



(Dra. Angki Purwanti, Apt., M.Si)
NIP. 196404111995032001

Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknologi Laboratorium Medis



(Dra. Mega Mirawati, M. Biomed)
NIP. 196703111998032001

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Laboratorium Medis



(Dewi Astuti, S.Si, M. Biomed)
NIP. 198312172006042001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Qudsiyati Maftufah

NIM : P3.73.34.2.23.213

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul “Korelasi antara Jumlah Leukosit dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak pada Pasien Meningitis Bakterial”, benar-benar merupakan hasil karya saya bukan hasil menjiplak atau mengambil karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiat atau jiplakan, maka saya bersedia menerima konsekuensi atau sanksi atas perbuatan tersebut.

Bekasi, Juni 2024

Yang membuat pernyataan,

(Qudsiyati Maftufah)

NIM P3.73.34.2.23.213

ABSTRAK

Maftufah, Qudsiyati. 2024. *Korelasi antara Jumlah Leukosit dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak pada Pasien Meningitis Bakterial*

Skripsi, Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Jakarta III.

Dra Angki Purwanti, Apt, Msi., dr. Cynthia, Sp.PK(K).

Biakan mikrobiologi cairan otak merupakan baku standar untuk diagnosis meningitis bakterial namun memerlukan waktu yang lama. Sehingga diperlukan pemeriksaan penegakkan diagnosis dengan hasil yang cepat yaitu analisis cairan otak. Pemeriksaan analisis cairan otak, meliputi: makroskopis, mikroskopis dan kimia. Pemeriksaan makroskopis, parameter yang diamati adalah warna, kejernihan dan bekuan. Pemeriksaan mikroskopis, parameter yang diperiksa adalah jumlah sel leukosit dan hitung jenis leukosit. Pemeriksaan kimia yang diperiksa adalah none, pandy, total protein cairan otak, glukosa serum, glukosa cairan otak dan klorida cairan otak. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah terdapat korelasi antara jumlah leukosit dan kadar glukosa pada cairan otak pasien meningitis bakterial. Metode penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Sampel penelitian yaitu data pasien meningitis bakterial yang melakukan pemeriksaan analisis cairan otak sebanyak 45 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Teknik analisa data dengan deskriptif persentase dengan uji korelasi *spearman*. Hasil Uji korelasi *spearman* didapatkan nilai $P (0,004) < 0,005$ dengan nilai r yaitu $- 0,422$. Secara statistik terdapat hubungan antara kadar jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial dengan tingkat keeratan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit dapat mempengaruhi kadar glukosa cairan otak yang disebabkan oleh glikolisis oleh sel darah putih dan patogen serta gangguan transportasi glukosa cairan otak

Kata kunci: meningitis bakterial, jumlah leukosit, analisis cairan otak, glukosa cairan otak

ABSTRACT

Maftufah, Qudsiyati. 2024. *Correlation between Leukocyte Count and Glucose Levels in Cerebrospinal Fluid Specimens in Patients with Bacterial Meningitis For Undergraduate Thesis Program in Applied Bachelo, Department of Medical Laboratory Technology ,Health Polytechnic of Jakarta III.*
Dra Angki Purwanti, Apt, Msi., dr. Cynthia, Sp.PK(K).

The gold standard for diagnosing bacterial meningitis is microbiological culture, but this takes longer. So an alternative diagnostic support examination with fast results is needed, namely cerebrospinal analysis. Cerebrospinal analysis, including: macroscopic, microscopic and chemical. Macroscopic examination, the parameters observed are color, clarity and clot. Microscopic examination, the parameters examined are leukocyte count and the type of leukocyte count. The chemical tests examined are none, pandy, cerebrospinal fluid protein, serum glucose, cerebrospinal fluid glucose and cerebrospinal fluid chloride. The purpose of this study was to determine whether there is a correlation between leukocytes count and glucose levels in cerebrospinal fluid specimens in patients with bacterial meningitis. This method of research is an analytic observational study with a cross sectional approach. The study sample was data from bacterial meningitis patients who performed brain fluid examination as many as 45 respondents who met the inclusion and exclusion criteria. Data analysis technique with descriptive percentage and spearman correlation test. Spearman correlation test obtained P value $(0.004) < 0.005$ with r value of -0,422. Statistically there is a relationship between leukocytes count and glucose levels of brain fluid spesimen in bacterial meningitis patients with a moderate level of closeness. This shows that leukocytes count can influence cerebrospinal fluid glucose levels caused glycolysis by white blood cells and pathogens as well as impaired cerebral fluid glucose transport.

Keywords: bacterial meningitis, leukocyte count, cerebrospinal fluid, cerebrospinal fluid glucose

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini tepat waktunya.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III dengan judul “Korelasi Jumlah Leukosit Dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak Pada Pasien Meningitis Bakterial”.

Skripsi ini berhasil penulis selesaikan karena dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Siti Badriah, S.Kep.,Ners.,M. Kep.,Ns.Sp.Kep.Kom selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III yang telah memberikan kesempatan kepada penulis menimba ilmu di Poltekkes Kemenkes Jakarta III.
2. Dra. Mega Mirawati, M.Biomed selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.
3. Dewi Astuti, S.Si, M.Biomed selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Laboratorium Medis.
4. Dra. Angki Purwanti, Apt. M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberi arahan, bimbingan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. dr. Cynthia, Sp.PK(K), selaku pembimbing II yang telah memberi arahan, bimbingan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Direksi RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di wilayah kerjanya.
7. Segenap sekretariat dan tim pelaksana skripsi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Jakarta III yang telah memfasilitasi proses pelaksanaan skripsi.

8. Seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman Kelas Alih Jenjang angkatan D IV Teknologi Laboratorium Medis.

Penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bekasi, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL DALAM	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kerangka Teori	6
1. Meningitis.....	6
2. Cairan Otak.....	12
3. Hubungan Jumlah Leukosit Dengan Glukosa Cairan Otak.....	19
4. Leukosit	22
5. Glukosa.....	28
B. Kerangka Teori.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Kerangka Konsep	36
B. Hipotesis Penelitian	36
C. Desain Penelitian	36
D. Variabel Penelitian	37
E. Definisi Operasional	37
F. Lokasi dan Waktu Penelitian	38
G. Populasi dan Sampel	38
H. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	39
I. Prosedur Penelitian	39
J. Teknik Penyajian	40
K. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil Penelitian	41
1. Analisis Univariat	42

2. Analisis Bivariat	44
B. Pembahasan.....	45
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	50
A. Simpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel.....	37
Tabel 4. 1 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Kelompok Usia, Jenis Kelamin, Jumlah Leukosit, Kadar Glukosa	41
Tabel 4. 2 Analisis Data Jumlah Leukosit pada Pasien Meningitis Bakterial	42
Tabel 4. 3 Analisis Data Kadar Glukosa pada Pasien Meningitis Bakterial.....	42
Tabel 4. 4 Hasil Uji Korelasi Jumlah Leukosit dengan Kadar Glukosa	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Teori.....	34
Gambar 2 Kerangka Konsep	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Izin Penelitian.....	56
Lampiran 2 Etik Penelitian	57
Lampiran 3 Surat Pernyataan Kesiapan Untuk Dimuat Dalam Majalah/Jurnal...	58
Lampiran 3 Data Penelitian.....	59
Lampiran 4 <i>Print Out</i> Analisis Statistik.....	61
Lampiran 5 SPO Pemeriksaan Penelitian	64
Lampiran 6 Agenda Bimbingan Skripsi	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningitis bakterial adalah infeksi oleh bakteri pada meninges yang dapat menyebar hingga parenkim, ventrikel, dan sepanjang tulang belakang.²⁴ Kasus meningitis bakterial telah tersebar di seluruh dunia. Berdasarkan data dari *Meningitis Research Foundation* pada tahun 2019 didapatkan jumlah kasus meningitis sebanyak 2.505.886 dengan angka kematian sebanyak 236.084 di dunia. Di Asia Tenggara, kasus meningitis sebanyak 669.482 dengan angka kematian sebanyak 45.101. Di Indonesia, kasus meningitis sebanyak 38.849 dengan angka kematian sebanyak 4.715. Indonesia menjadi peringkat kedua dari 11 (sebelas) negara di Asia Tenggara.¹³

Rumah Sakit Pusat Otak Nasional (RSPON) Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono merupakan rumah sakit rujukan nasional dalam penanganan khusus kesehatan otak dan saraf. Masalah otak dan saraf selain stroke adalah adanya peningkatan kasus neuroinfeksi pada otak dan persarafan. Salah satu infeksi otak yang masih tinggi kasusnya adalah penyakit meningitis. Ditahun 2022 ditemukan kasus suspek meningitis $\pm$ 264 kasus dan ditahun 2023 terdapat peningkatan menjadi $\pm$ 303 kasus.

Penegakkan diagnosis penyakit meningitis bakterial, salah satunya adalah dengan pemeriksaan analisis cairan otak.²⁹ Pemeriksaan analisis

cairan otak, meliputi: makroskopis, mikroskopis dan kimia. Pemeriksaan makroskopis, parameter yang diamati adalah warna, kejernihan dan bekuan. Pemeriksaan mikroskopis, parameter yang diperiksa adalah jumlah sel leukosit dan hitung jenis leukosit. Pemeriksaan kimia, parameter yang diperiksa adalah *none, pandy*, total protein cairan otak, glukosa serum, glukosa cairan otak dan klorida cairan otak.

Biakan mikrobiologi cairan otak merupakan baku standar untuk diagnosis meningitis bakterial, namun pemeriksaan ini memerlukan waktu lebih lama kurang lebih 7-10 hari. Diagnosis tepat dan cepat dibutuhkan dalam penanganan meningitis bakterial. Jika diobati sejak dini, kebanyakan penderita meningitis akan sembuh dengan baik. Namun bila pengobatan tertunda, kerusakan otak atau saraf permanen atau kematian lebih besar kemungkinannya terjadi.¹⁰

Pemeriksaan analisis cairan otak pada pasien meningitis bakterial, didapatkan makroskopis yang keruh, jumlah leukosit 100-60.000/mm³, dengan dominasi neutrofil > 80%, glukosa rendah (< 40% glukosa darah), dan protein 1-5 g/L.¹² Pasien meningitis bakterial memiliki kadar glukosa cairan otak yang rendah karena glikolisis oleh sel darah putih dan patogen serta gangguan transportasi glukosa cairan otak.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Erika Pramidiанти Hasanah pada tahun 2014 dengan pasien anak berjumlah enam puluh delapan orang. Hasil penelitian dikelompokkan menjadi kadar glukosa cairan otak rendah (< 40 mg/dl) sebanyak 34 pasien dan tidak rendah (>40mg/dl)

sebanyak 34 pasien. Analisis multivariat, variabel kadar glukosa cairan otak rendah terbukti sebagai prediktor kematian walaupun bukan sebagai prediktor independen dan tidak bermakna secara statistik. Kadar glukosa cairan otak yang rendah merupakan salah satu prediktor kematian pada meningitis bakterial anak.¹⁹

Penelitian selanjutnya, laporan kasus meningitis bakterial yang disusun oleh I Gusti Ngurah Kurnia AW dan Luh Putu LK pada tahun 2022. Hasil laboratorium menunjukkan peningkatan leukosit, dengan dominasi neutrofil, sedangkan pada cairan otak didapatkan warna keruh, jumlah sel leukosit 38509 sel/ μ L, tes none (+), tes pandy (+), protein 1,82 g/dL, glukosa 22 g/dL, dan *Cryptococcus Neoformans*(-).³⁴

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat dilihat terjadi peningkatan jumlah leukosit dan terjadi penurunan kadar glukosa cairan otak namun belum ada peneliti yang melakukan korelasi terhadap jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak pada meningitis bakterial.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah penelitian yaitu bagaimana korelasi antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui distribusi frekuensi jenis bakteri pada pasien meningitis bakterial
- b. Mengetahui jumlah leukosit cairan otak pada pasien meningitis bakterial
- c. Mengetahui kadar glukosa cairan otak pada pasien meningitis bakterial
- d. Menganalisis hubungan antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Sebagai landasan dan salah satu referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan jumlah leukosit, glukosa cairan otak dan meningitis bakterial

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Rumah Sakit

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah dan menjadi masukan atau saran mengenai korelasi jumlah leukosit, glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial

b. Bagi Peneliti Selanjutnya

Sebagai salah satu bahan rujukan yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan jumlah leukosit, glukosa cairan otak dan meningitis bakterial

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui korelasi antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Teori

1. Meningitis

a. Definisi Meningitis

Meningitis adalah suatu penyakit yang terjadi karena peradangan atau infeksi pada sistem selaput pelindung otak dan sumsum tulang belakang. Meningitis atau radang selaput otak dapat disebabkan oleh infeksi bakteri, virus, jamur atau parasit. Meningitis terkadang sukit dikenali, karena penyakit ini memiliki gejala awal yang serupa dengan flu, seperti demam dan sakit kepala. Gejala yang paling umum pada pasien dengan meningitis adalah leher kaku, demam tinggi, sensitif terhadap cahaya, kebingungan, sakit kepala, mengantuk, kejang, mual, dan muntah.²⁹

Meningitis merupakan salah satu penyakit peradangan akibat infeksi pada meninges atau selaput membran otak. Meningitis dapat terjadi pada setiap lapisan meninges, baik itu duramater, arachnoid mater, maupun piamater.¹⁰

b. Jenis Meningitis

Meningitis dibagi menjadi beberapa macam, tergantung dari penyebab meningitis.²⁹

1) Meningitis Virus

Meningitis virus adalah jenis meningitis yang paling umum, virus dalam kelompok enterovirus ini lebih sering terjadi selama musim panas dan musim gugur.

2) Meningitis Bakterial

Meningitis bakteri menular dan disebabkan oleh infeksi dari bakteri tertentu yang bisa berakibat fatal jika tidak ditangani, penyakit ini memiliki potensi cukup besar mengancam jiwa penderita sebab dengan adanya penyakit akan menimbulkan komplikasi serius yang berakibat fatal. Bakteri akan mudah menyebar melalui aliran darah dan pindah ke sumsum tulang belakang bahkan otak.

Jenis bakteri yang paling umum menyebabkan meningitis bakterial adalah *Streptococcus pneumoniae* yang biasanya ditemukan di saluran pernapasan, sinus dan rongga hidung dan dapat menyebabkan apa yang disebut meningitis pneumokokus. *Neisseria meningitis* yang menyebar melalui air liur dan cairan pernapasan lainnya.

3) Meningitis Parasit

Meningitis parasit lebih jarang terjadi, dan disebabkan oleh parasit yang dapat ditemukan di tanah, feses dan pada beberapa hewan dan makanan.

4) Meningitis Jamur

Meningitis jamur, penyakit ini cukup langka dan berkembang saat jamur memasuki aliran darah, siapa saja berisiko terserang meningitis jamur. Apalagi dengan daya imun yang rendah, penyakit ini bisa timbul karena adanya spora jamur dari tanah dan kotoran burung yang terhirup oleh tubuh.

5) Meningitis Non Infeksi

Meningitis non-infeksi ini termasuk penyakit tidak menular, bisa timbul karena akibat kondisi medis lainnya, misal cedera kepala, kanker, lupus atau efek samping obat tertentu.

c. Faktor Risiko Meningitis

Faktor yang meningkatkan risiko mengalami meningitis bakterial masih belum jelas namun beberapa hal diduga dapat menjadi kemungkinan faktor risiko, seperti pasien dengan abnormalitas antara nasofaring dengan ruang subaraknoid yang biasanya akibat kelainan kongenital maupun paska trauma. Pasien dengan riwayat bedah saraf, fraktur tulang tengkorak, implan koklea, penderita immunosupresi, dan orang yang kontak dekat

dengan penderita meningitis juga berisiko tinggi mengalami meningitis.¹⁵ Studi lain menyebutkan bahwa faktor risiko meningitis bakterial bisa juga berupa polusi udara dalam ruangan, rumah berdesakan, malnutrisi, dan anemia sel sabit.¹⁵

d. Patofisiologi Meningitis

Otak dan medula spinalis dilindungi secara anatomis oleh 3 selaput otak (meningen, terdiri dari dura mater, arakhnoid, dan piamater) dan secara kimiawi oleh sawar darah otak. Secara umum, istilah meningitis menunjuk ke infeksi yang menyerang meningen. Infeksi yang ada menyebabkan selaput ini membengkak dan meradang, dan proses inflamasi yang ada merangsang reseptor-reseptor nyeri yang ada pada selaput itu sehingga menimbulkan gejala nyeri dan kaku kuduk.³⁵

Bakteri dapat mencapai struktur intrakranial melalui beberapa cara. Secara alami bisa disebabkan oleh penyebaran hematogen dan infeksi di nasofaring atau perluasan infeksi dari struktur intrakranial misalnya sinusitis atau infeksi telinga tengah. Infeksi bakterial pada susunan saraf pusat juga dapat terjadi karena trauma kepala yang merobek duramater, atau akibat tindakan bedah saraf.⁹

Meningitis bakteri bermula dengan kolonisasi bakteri di nasofaring. Bakteri menghasilkan Immunoglobulin A (IgA)

protease. IgA protease menginaktifkan IgA host dengan memecah antibodi. Perusakan antibodi IgA menyebabkan pertahanan antibodi lokal host tidak aktif, menyebabkan *barrier* mukosa rusak, sehingga bakteri dapat masuk dan menempel dalam mukosa nasofaring. Bakteri menempel pada sel epitel mukosa nasofaring menggunakan fimbria atau fili. Sel cilia dari host rusak yang bisa disebabkan oleh infeksi virus. Bakteri akhirnya dapat masuk dalam aliran darah dengan menyelinap melalui celah antar sel.³⁵

Kerusakan di dalam jaringan otak terjadi akibat peningkatan reaksi inflamasi yang disebabkan adanya komponen dinding bakteri. Komponen bakteri di cairan otak berupa endotoksin (bagian dari dinding sel bakteri gram negatif) dan asam teichoic (bagian dari dinding sel bakteri gram positif) akan memicu munculnya sitokin pro inflamasi, berupa interleukin (IL)-1, interleukin (IL)-6, *tumor necrosis factor* (TNF), dan lainnya yang dihasilkan oleh berbagai macam sel, seperti makrofag, mikroglia, sel meningeal, dan sel endotel.³⁵

Proses yang lebih kompleks dari sitokin (meliputi pelepasan IL-6, *platelet activating factor* dan leukonutrien) yang akan merusak sawar darah otak. Kerusakan sawar darah otak akan memudahkan masuknya leukosit dan komplemen ke dalam ruang subaraknoid disertai masuknya albumin. Hal ini akan

menyebabkan timbulnya edema vasogenik di otak. Leukosit dan mediator-mediator pertahanan tubuh lainnya akan menyebabkan perubahan patologi lebih lanjut (seperti trombosis vena dan vaskulitis) sehingga akan terjadi iskemia otak dan dapat menimbulkan edema sitotoksik di otak.³⁵

Proses inflamasi lebih lanjut akan menyebabkan gangguan reabsorpsi cairan otak di granula arachnoid yang berakibat meningkatnya tekanan intrakranial sehingga dapat menimbulkan edema interstisial di otak. Keadaan edema otak itu akan diperberat dengan dihasilkannya asam arakhidonat dan metabolitnya yang dikeluarkan oleh sel otak yang rusak dan adanya asam lemak yang dilepaskan dari leukosit polimorfonuklear.³⁵

e. Jenis Bakteri Meningitis Bakterial

Neisseria meningitidis dan *Streptococcus pneumoniae* menjadi etiologi yang paling umum sebagai penyebab meningitis bakterial. *Haemophilus influenza* tipe B (HiB) menjadi etiologi yang paling umum yang mencapai 48% sebagai penyebab meningitis bakterial. Namun setelah dijalankannya program imunisasi HiB, angka meningitis bakterial akibat *Haemophilus influenza* menurun secara dramatis sampai hanya mencapai 7%.⁵

Staphylococcus aureus dan *staphylococcus koagulase* negatif menjadi penyebab utama meningitis yang terjadi akibat prosedur

invasif neurosurgikal. Penyebab lainnya pada kasus meningitis bakterial ialah *Listeria monocytogenes* sebagai penyebab umum pada neonatus, ibu hamil, dan orang dengan usia > 60 tahun. *Mycobacterium tuberculosis* dan *Treponema pallidum* menjadi penyebab meningitis bakterial subakut.²² *Escherichia coli* adalah penyebab meningitis neonatal yang paling umum. *Escherichia coli* ditemukan pada orang dewasa dengan sistem kekebalan tubuh rendah.

2. Cairan Otak

a. Pengertian Cairan Otak

Dalam keadaan normal, cairan otak merupakan cairan tubuh yang terbanyak. Cairan otak secara fisiologi merupakan sumber nutrisi untuk susunan saraf pusat, mengeluarkan hasil metabolisme dan memproduksi barier mekanik terhadap otak dan sumsum tulang belakang terhadap trauma. Otak dan sumsum tulang diliputi oleh selaput otak yang terdiri atas 3 lapis yaitu durameter, arachnoid dan piameter. Lapisan paling luar adalah durameter yang meliputi tengkorak dan saluran vertebra. Lapisan arachnoid adalah suatu jaringan filamentosa yang merupakan membrane lapisan dalam, sedangkan piameter adalah membrane tipis yang membungkus otak dan tulang belakang.³⁴

Cairan otak memiliki volume sekitar 150 ml dan memiliki *specific gravity* 1.002 hingga 1.009. Fungsi utama cairan serebrospinal adalah untuk melindungi otak di rongga tengkorak.

b. Pengambilan Bahan Cairan Otak

Cairan otak diperoleh dengan lumbal punksi antara vertebra lumbal 3, 4 atau 5. Pengambilan cairan otak jarang menimbulkan komplikasi bila dilakukan dengan baik karena dapat menimbulkan infeksi atau kerusakan jaringan saraf. Volume cairan otak yang diambil tergantung pada umur pasien.

Punksi lumbal adalah pemeriksaan yang invasif, oleh sebab itu dibutuhkan persiapan yang baik dan juga kesiapan dari pasien dan operator. Punksi lumbal dapat dilakukan oleh dokter ataupun perawat yang sudah berpengalaman dalam melakukan punksi lumbal.

Prosedur pemeriksaan punksi lumbal

- 1) Nampun punksi lumbal steril, cairan antiseptik, anastesi lokal, sarung tangan steril dan plester disiapkan
- 2) Posisi telentang, pasien posisi miring, dengan bantal dibawah kepala dan diantara kaki. Pasien ditempatkan pada bidang yang datar. Instruksikan pasien miring dengan punggung membungkuk dan kaki ditekuk ke abdomen dengan dibantu

perawat. Bantu pasien mempertahankan postur sambil melakukan lumbal punksi.

- 3) Posisi duduk, pasien diminta untuk mengangkang kakinya menghadap sandaran kursi dan meletakkan kepala diatas tangan yang diletakkan di bagian atas sandaran kursi.
- 4) Permukaan kulit dibersihkan dengan cairan antiseptik, lakukan anastesi lokal dengan obat anastesi pada permukaan kulit dan subkutan.
- 5) Jarum punksi spinal dimasukkan antara lumbal 3 (L3) dan lumbal 4 (L4). Jarum dimasukkan hingga mengenai ligamentum flavum dan jarum masuk ke permukaan arachnoid. Manometer dihubungkan dengan jarum punksi spinal. Sesudah jarum masuk ke permukaan subarakhnoid, bantu pasien meluruskan tangan secara perlahan.
- 6) Pasien untuk bernapas secara perlahan (tidak menahan napas) dan tidak berbicara.
- 7) Cairan otak diambil sebanyak 2-3 ml dimasukkan kedalam ketiga tabung,
- 8) Bahan pemeriksaan ditampung dalam 3 tabung steril tertutup yaitu tabung 1, 2 dan 3.

9) Tabung 1 : untuk pemeriksaan kimia dan imunoserologi, mungkin didapatkan darah akibat trauma punksi yang tidak akan mempengaruhi hasil

10) Tabung 2 : untuk pemeriksaan mikrobiologi

11) Tabung 3 : untuk hitung sel pemeriksaan jumlah eritrosit, jumlah leukosit, hitung jenis leukosit dan sitologi.¹⁶

c. Pemeriksaan Cairan Otak

1) Pemeriksaan makroskopik

Dalam keadaan normal cairan otak jernih seperti air. Pemeriksaan makroskopik biasanya dilakukan secara *bedside*. Pemeriksaan yang dilaporkan pada pemeriksaan makroskopik adalah warna, kejernihan dan bekuan.³⁴

a) Warna

Normal, warna cairan otak tampak jernih, wujud dan viskositasnya sebanding air.

b) Kejernihan

Normal, tidak ada kekeruhan atau jernih.

c) Bekuan

d) Normal, tidak terlihat bekuan

2) Pemeriksaan Mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopis meliputi pemeriksaan eritrosit, leukosit dan hitung jenis leukosit. Pada orang dewasa normal

cairan otak berisi limfosit dan monosit dengan jumlah < 5 sel/uL. Pada anak jumlah leukosit < 10 sel/uL dan pada neonatus < 30 sel/uL terutama terdiri dari monosit. Eritrosit tidak terdapat dalam cairan otak normal, kecuali ada kontaminasi dengan darah tepi pada waktu punksi lumbal dilakukan.³⁴

Jumlah sel dalam cairan otak harus segera diperiksa secepat mungkin agar didapatkan hasil yang valid. Pada suhu kamar dalam waktu 2 jam, 40 % dari leukosit akan lisis, apabila disimpan pada suhu 4°C akan berkurang menjadi 15%. Eritrosit tidak akan lisis pada 4°C, karena itu cairan otak harus disimpan pada 4°C bila pemeriksaan mikroskopik ditunda.³⁴

3) Pemeriksaan Kimia

a) Pemeriksaan protein kualitatif

Pemeriksaan protein kualitatif adalah uji Nonne Apelt dan uji Pandy. Uji Nonne Apelt dipakai untuk mengetahui adanya globulin dan albumin didalam cairan otak dengan reagen larutan ammonium sulfat jenuh (80 gram/100 mL air suling). Uji Pandy dipakai untuk menguji adanya globulin.

Cara Pemeriksaan Uji Nonne Apelt

- (1) Tabung serologi diisi dengan 1 ml larutan ammonium sulfat jenuh
- (2) Cairan otak dituang 0,5 ml dengan cara pelan-pelan lewat dinding tabung sehingga terbentuk 2 lapisan, di mana lapisan atas adalah cairan otak
- (3) Uji Nonne Apelt didiamkan selama 3 menit
- (4) Perbatasan kedua lapisan kemudian dilihat dengan latar belakang gelas

Cara Pemeriksaan Pandy

- (1) Gelas arloji diisi dengan 1 ml reagen Pandy
- (2) Reagen pandy ditetesi dengan 1 tetes cairan otak
- (3) Kekeruhan dilihat segera ada tidaknya kekeruhan

Interpretasi hasil dan Nilai Rujukan

Pemeriksaan None-Apelt

Negatif : tidak terbentuk cincin putih

+1 : terbentuk cincin putih sangat tipis, hanya dapat dilihat dengan latar belakang hitam, bila dikocok akan kembali jernih

+2 : cincin putih tampak agak jelas, bila dikocok cairan jadi *opalescent*

+3 : cincin putih tampak jelas, bila dikocok jadi keruh

+4 : cincin putih sangat jelas, bila dikocok cairan menjadi keruh sekali

Pemeriksaan Pandy

Negatif : bila tidak terjadi kekeruhan (berkabut/*opalescent*)

+1 : *opalescent* (kadar protein 50-100 mg%)

+2 : keruh (kadar protein 100-300 mg%)

+3 : sangat keruh (kadar protein 300-500 mg%)

+4 : Keruh seperti susu (kadar protein > 500 mg%)

4) Pemeriksaan Protein Kuantitatif

Pemeriksaan protein cairan otak dilakukan pemeriksaan kuantitatif dengan cara turbidimetri menggunakan nefelometri atau reaksi warna dengan menggunakan metode spektrofotometri. Dalam keadaan normal protein cairan otak < 50 mg/dL tergantung pada metode yang digunakan.

5) Pemeriksaan Glukosa

Glukosa masuk ke dalam cairan otak melalui sawar otak, dalam keadaan normal didapatkan 40-70 mg/dL atau 60-70% dari kadar glukosa darah. Rasio glukosa cairan otak terhadap serum adalah 0,6. Kadar glukosa darah adalah 76-110 mg/dL. Penilaian kadar glukosa cairan otak harus dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah, 1-2 jam sebelum

pengambilan cairan otak, agar terjadi keseimbangan antara kadar glukosa darah dan cairan otak. Pemeriksaan kadar glukosa harus diperiksa segera untuk menghindari terjadinya glikolisis yang cepat.

3. Hubungan Jumlah Leukosit dan Glukosa Cairan Otak pada Pasien Meningitis Bakterial

Diagnosis meningitis bakterial ditegakkan melalui analisis cairan otak, biakan darah, pewarnaan cairan otak, dan biakan cairan otak. Pada prinsipnya, punksi lumbal harus dikerjakan pada setiap kecurigaan meningitis dan atau ensefalitis. Pada pasien meningitis bakterial biasanya memiliki kadar glukosa cairan otak yang rendah karena glikolisis oleh sel darah putih dan patogen serta gangguan transportasi glukosa cairan otak.³

Glikolisis adalah reaksi pemecahan glukosa menjadi piruvat sebagai langkah awal dari pembentukan molekul adenosin trifosfat (ATP). Dalam hal ini, sel-sel darah melakukan glikolisis. Sel darah merah dan sel darah putih melakukan glikolisis. Sel darah merah tidak memiliki sistem mitokondria, oleh karena itu sel darah merah hanya bisa menyelesaikan glikolisis saja dan tidak bisa mengoksidasi piruvat. Sel darah terutama sel darah merah dan sel darah putih dapat melaksanakan glikolisis yang pada akhirnya menurunkan kadar glukosa darah.

Reaksi inflamasi yang semakin meningkat akan menyebabkan edema, kerusakan sel dan nekrosis jaringan yang lebih luas. Infiltrasi pada dinding arteri kecil dan vena kortikal menyebabkan vaskulitis yaitu terjadinya penebalan jaringan intima, penyempitan dan penyumbatan arteri-arteri kecil, tromboflebitis vena kortikal dan trombosis sinus venosus utama, iskemia dan infark jaringan. Inflamasi piameter dan araknoid mengganggu transport glukosa ke cairan otak menyebabkan penurunan level glukosa cairan otak. Hal ini menyebabkan respons neutrofil di ruangan subaraknoid, jaringan edema dan vaskulitis semakin meningkat, klinis dan patologi meningitis semakin memberat seperti terjadinya peningkatan permeabilitas sawar darah otak, meningkatnya tekanan intrakranial, hidrosefalus, menurunnya aliran darah serebral yang menyebabkan hipoksia serebral dan kematian.

Perubahan aliran darah otak dapat menyebabkan hipoksia otak sehingga memperparah edema sitotoksik. Hipoksia dapat menyebabkan kerusakan parenkim otak baik secara fokal maupun global. Kerusakan parenkim otak akibat hipoksia bersama dengan adanya bangkitan dan peningkatan tekanan intrakranial dapat menyebabkan kematian. Peningkatan tekanan intrakranial dihasilkan melalui berbagai mekanisme yaitu edema vasogenik, edema sitotoksik dan edema intersisial. Edema vasogenik disebabkan oleh peningkatan

permeabilitas sawar darah otak akibat sitokin. Edema sitotoksik diakibatkan oleh perubahan membran sel yang menyebabkan peningkatan jumlah air intraseluler, masuknya potasium dan perubahan metabolisme otak ke arah glikolisis anaerob yang menyebabkan produksi laktat. Edema interstisial pada parenkim otak disebabkan oleh menurunnya kemampuan reabsorpsi cairan otak akibat inflamasi di ruang subaraknoid.

Kombinasi antara edema vasogenik serta sitotoksik, dan hidrosefalus akan menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial yang dapat diikuti dengan herniasi otak yang dapat berakhir pada kematian.⁶

4. Leukosit

a. Definisi Leukosit

Leukosit merupakan sel yang memiliki fungsi khusus untuk pertahanan tubuh dari serangan mikroorganisme. Leukosit merupakan sel yang memiliki sifat seperti amoeba, yaitu bentuknya dapat berubah-ubah. Leukosit dapat bergerak bebas, bahkan dapat keluar dari pembuluh darah dan masuk ke dalam jaringan lain yang terinfeksi mikroorganisme.¹

Leukosit atau sel darah putih mempunyai fungsi imunitas atau sistem pertahanan tubuh terhadap benda asing atau sel yang tidak normal yang dapat merusak sel – sel tubuh lainnya.²⁸

b. Jenis Leukosit

Leukosit pada umumnya dibedakan menjadi 5 kelompok, yaitu :

1) Eosinofilia

Eosinofil memiliki ciri inti bilobus dan granula yang berwarna merah oranye. Eosinofil mempunyai peran dalam respon terhadap penyakit parasitik dan alergi.

2) Basofil

Basofil memiliki banyak granula sitoplasma yang gelap yang menutupi inti. Granulanya berisi histamin dan heparin yang dilepaskan setelah proses pengikatan IgE ke reseptor permukaan. Basofil memiliki peran penting pada reaksi hipersensitivitas.

3) Neutrofil

Neutrofil berperan sebagai sel fagosit akibat adanya rangsangan kemotaksis dengan cara bermigrasi ke lokasi-lokasi infeksi, inflamasi atau kematian sel. Neutrofil akan menelan bakteri dan material asing lain di jaringan dengan proses yang disebut fagositosis. Proses ini melibatkan jala-jala pseudopodia di sekitar partikel sehingga bakteri atau partikel asing akan terperangkap di dalam vakuola fagositik di dalam sitoplasma. Granula neutrofil yang mengandung enzim proteolitik dan mieloperoksidase akan dilepaskan ke dalam vakuola fagosit.

Sehingga terbentuk H_2O_2 dari mikroba yang mati dan kemudian terjadi proteolisis fagosom.

4) Limfosit

Limfosit merupakan sel yang ukurannya lebih kecil daripada granulosit dan memiliki nukleus bulat. Limfosit merupakan komponen penting pada respon imun yang berasal dari *stem cell* hemopoietik. Sel stem limfoid umum mengalami diferensiasi dan proliferasi menjadi sel B (sebagai perantara imunitas humoral) dan sel T (sebagai perantara imunitas seluler)

5) Monosit

Monosit biasanya memiliki ukuran yang lebih besar daripada leukosit darah tepi lainnya dan mempunyai inti sentral yang besar dan berbentuk lonjong atau melekok dengan kromatin yang menggumpal. Sitoplasmanya yang banyak tepulas biru dan mengandung banyak vakuol halus. Monosit berfungsi melawan infeksi dan meningkatkan kekebalan tubuh.¹⁸

c. Proses Pembentukan Leukosit (Leukopoiesis)

Leukopoiesis merupakan proses pembentukan leukosit. Proses ini dirangsang oleh *Colony Stimulating Factor* (CSF) yang dihasilkan oleh leukosit matur. Pembentukan leukosit terjadi di sumsum tulang (terutama seri granulosit), akan disimpan dalam sumsum tulang sampai diperlukan dalam sistem sirkulasi darah.

Granulosit akan dilepaskan pada sirkulasi darah jika kebutuhannya meningkat.¹

Proses pembentukan limfosit terjadi pada beberapa jaringan, yaitu sumsum tulang, timus, limpa, dan limfonoduli. Sedangkan proses pembentukannya dirangsang oleh timus dan adanya paparan antigen. Pertambahan jumlah leukosit terjadi melalui proses mitosis, yaitu proses pertumbuhan dan pembelahan sel yang berurutan. Sel-sel ini membelah diri dan berkembang menjadi leukosit matur dan dilepaskan dari sumsum tulang ke sirkulasi darah. Leukosit berada dalam peredaran darah $\pm$ 1 hari kemudian masuk ke dalam jaringan sampai beberapa minggu atau bulan tergantung pada jenis leukositnya.¹

Ada dua jenis leukosit, yaitu granulosit dan agranulosit. Oleh karena itu pembentukannya disesuaikan dengan seri leukositnya. Pembentukan sel seri granulosit atau granulopoiesis dimulai dengan fase mieloblast. Pada pembentukan sel seri agranulosit ada dua jenis sel, yaitu limfosit dan monosit. Pada pembentukan limfosit (limfopoiesis) diawali dengan fase limfoblast, sedangkan pembentukan monosit (monopoiesis) diawali oleh fase monoblast.¹

Granulositopoiesis merupakan proses pembentukan leukosit granuler yang berasal dari sel punca myeloid (*Myeloid Stem Cell*)

atau *Common Myeloid Progenitor* (CMP). Sel punca myeloid tersebut berdiferensiasi dengan pengaruh sitokin seperti Interleukin-3 (IL-3) menjadi *Colony Forming Unit-Granulocyte-Monocyte* (CFU-GM) yang merupakan populasi sel progenitor. Selanjutnya dengan pengaruh sitokin seperti IL-1, IL-6, *Stem Cell Factor* (SCF), ligan FLT3 dan *Granulocyte-Macrophag Colony Stimulating Factor* (GM-CSF), CFU-GM mengalami diferensiasi lebih lanjut menjadi Myeloblas.¹⁸

Monositopoiesis merupakan proses pembentukan monosit yang berasal dari sel punca myeloid (*Myeloid Stem Cell*) atau CMP. Sel punca myeloid tersebut berdiferensiasi dengan pengaruh sitokin seperti IL-3 (Interleukin-3) menjadi koloni sel progenitor yang disebut CFU-GM. Selanjutnya CFU-GM berdiferensiasi menjadi *Colony Forming Unit-Macrophage* (CFU-M) dengan pengaruh sitokin seperti SCF, IL-3, IL-6, GM-CSF dan G-CSF. Pada fase berikutnya terjadi diferensiasi pada sel-sel progenitor membentuk sel-sel prekursor yang disebut Monoblast.¹⁸

Limfositopoiesis merupakan proses pembentukan limfosit yang berasal dari *Hematopoietic Stem Cell* (HSC) yang kemudian berdiferensiasi menjadi *Lymphoid Stem Cell* (LSC) atau *Common Lymphoid Progenitor* (CLP). Sel-sel progenitor limfosit ini pada awalnya berada pada sumsum merah dan berdiferensiasi menjadi

sel-sel prekursor limfosit yaitu lymphoblast. Lymphoblast merupakan sel-sel prekursor yang terbagi atas B-Lymphoblast, T-lymphoblast dan NK-Lymphoblast. Diferensiasi sel-sel progenitor menjadi sel-sel prekursor limfoid dipengaruhi oleh beberapa sitokin. CLP dipengaruhi oleh interleukin 7 (IL-7) sehingga dapat berdiferensiasi menjadi B-lymphoblast dan NK-lymphoblast sementara IL-2 bersama dengan IL-7 mempengaruhi CLP untuk berdiferensiasi menjadi T-lymphoblast. Selanjutnya B-Lymphoblast tetap berada di sumsum tulang merah dan mendapat pengaruh dari IL-2, IL-4, IL6 dan IL-15 untuk berdiferensiasi menjadi sel limfosit B. Sementara T-lymphoblast mengalami migrasi ke Timus sebagai organ limfoid primer dan mengalami diferensiasi dengan pengaruh IL-2, IL-7, IL-12, IL-15 sehingga terbentuk sel limfosit T. Baik sel limfosit T dan limfosit B yang terbentuk pada akhir. Limfositopoiesis merupakan sel yang belum aktif. Pengaktifan sel limfosit sebagai bagian utama dalam sistem imun adaptif dilakukan pada organ limfoid sekunder dengan cara pengenalan terhadap antigen yang masuk.¹⁸

d. Metode Pemeriksaan Leukosit Cairan Otak

Adapun metode pemeriksaan leukosit diantaranya yaitu sebagai berikut:⁵

- 1) Metode Manual *Improved Neubauer* (Hemasitometer)

Pemeriksaan leukosit menggunakan metode manual yaitu menghitung leukosit dalam darah dengan melibatkan pengenceran, pengisian bilik hitung dan menghitung jumlah leukosit dalam bilik hitung menggunakan mikroskop.

2) Metode Automatik *Hematology Analyzer*

Hematologi *analyzer* ialah alat yang dipakai untuk memeriksa darah lengkap dengan cara menghitung dan mengukur sel-sel darah secara otomatis berdasarkan variasi impedansi aliran listrik (berkas cahaya) terhadap sel-sel yang dilewatkan. Alat ini berkerja berdasarkan prinsip *flow cytometer*. *Flow cytometer* merupakan metode pengukuran jumlah dan sifat-sifat sel yang dibungkus oleh aliran cairan melalui celah sempit. Ribuan sel melalui celah tersebut sedemikian rupa sehingga sel dapat dilewatkan satu per satu, lalu dilakukan perhitungan jumlah sel dan ukurannya. Alat ini juga dapat memberikan informasi intraseluler, termasuk inti sel.²¹

5. Glukosa

a. Definisi

Glukosa merupakan molekul yang sangat penting terutama bagi eritrosit dan sel saraf otak. Karena sel sel tersebut tidak dapat menggunakan molekul lain sebagai sumber energi. Metabolisme

glukosa sangat penting untuk fungsi fisiologis normal. Glukosa bertindak sebagai sumber energi dan sebagai sumber bahan awal hampir semua jenis reaksi biosintesis. Otak menggunakan sekitar 120 gram glukosa dalam sehari: 60-70% dari total metabolisme glukosa dalam tubuh. Otak hanya menyimpan sedikit cadangan glukosa dan tidak mempunyai tempat cadangan lagi. Fungsi otak menjadi semakin serius ketika kadar glukosa pada otak telah mencapai penurunan hingga dibawah 40 mg/dL. Kadar glukosa yang terlihat menurun secara signifikan dapat menyebabkan kerusakan permanen bahkan kematian.²

b. Metabolisme Glukosa

Asam piruvat, asam laktat dan asetilkoenzim A (Asetil-KoA) merupakan hasil metabolisme glukosa yang dapat menghasilkan energi. Tahap awal dari metabolisme glukosa yaitu proses glikogenolisis yang merupakan proses pemecahan glikogen menjadi glukosa dengan bantuan enzim glikogen fosforilase, glukosa-1-fosfat dilepas dengan bantuan enzim fosforilase dan diubah menjadi glukosa-6-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase. Tahap akhir dengan bantuan enzim glukosa-6-fosfatase, glukosa-6-fosfat didefosforilase sehingga terbentuk glukosa. Dalam proses pencernaan glukosa diubah menjadi asam piruvat.¹⁴ serta asam piruvat akan dikonversi menjadi 2 molekul asetilkoenzim.²³

Glikogen yang ada di dalam hati dipecah lalu melepaskan glukosa ke dalam aliran darah saat puasa. Glikogen akan habis jika puasa lebih lama dan terjadi peningkatan glukoneogenesis dari asam amino dan gliserol di dalam hati. Glukosa plasma pada orang normal akan turun sekitar 60 mg/dL dikarenakan kelaparan yang berkepanjangan namun tidak menimbulkan gejala hipoglikemia (kadar glukosa rendah) karena glukogenesis mencegah terjadinya penurunan lebih lanjut.³¹

Glikolisis adalah jalur utama metabolisme glukosa, fruktosa, galaktosa dan karbohidrat lain yang berasal dari makanan. Glikolisis berasal dari kata gliko yang berarti gula dan lisis yang berarti penguraian atau pemecahan, jadi glikolisis merupakan suatu proses penguraian molekul glukosa (6 atom karbon) atau monosakarida lain menjadi 2 molekul asam piruvat, 3 atom karbon, 2 NADH dan 2 ATP. Tanpa zat penghambat glikolisis akan tetap terjadi meskipun sampel darah telah dikeluarkan dari dalam tubuh karena eritrosit, leukosit dan juga kontaminasi dari bakteri akan menyebabkan kadar glukosa menurun.⁴

c. Metode Pemeriksaan Glukosa Cairan Otak

Metode yang digunakan untuk pemeriksaan glukosa cairan otak, yaitu:

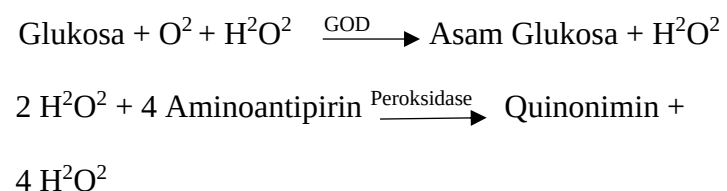
1) Metode POCT

Point of Care Testing (POCT) didefinisikan sebagai pemeriksaan yang hasilnya dapat diketahui sesegera mungkin dalam membantu penentuan tindakan selanjutnya bagi pasien. Salah satu contohnya ialah glukometer. Penggunaan alat glukometer yang utama ialah untuk monitoring dan bukan untuk diagnosa pasti karena terdapat beberapa limitasi dari glukometer yakni hanya dapat menggunakan sampel darah kapiler. Menurut penelitian Ardelia (2021) dengan judul Evaluasi Analitik POCT Metode *Glucose Dehydrogenase* Parameter Glukosa Pada Spesimen Serum dan Plasma EDTA dikatakan presisi nilai glukosa serum terhadap *whole blood* yaitu 3,5%.

Ada beberapa metode yang digunakan POCT, yaitu:

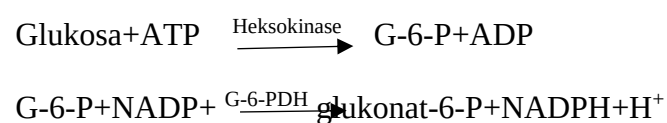
a) Glucose Oxidase

Reaksi :



b) Glucose Dehidrogenase

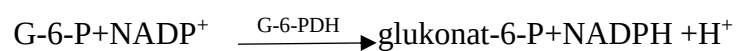
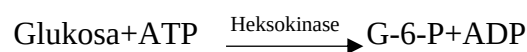
Reaksi :



2) Metode Enzimatik

a) Metode heksokinase

Metode heksokinase mempunyai lebih sedikit gangguan dan lebih spesifik hasilnya. Metode heksokinase merupakan metode pengukuran kadar glukosa darah yang dianjurkan oleh WHO dan *International Federation Clinical (IFCC)*. Metode enzimatik heksokinase adalah metode referensi untuk penentuan konsentrasi glukosa. Glukosa terfosforilasi dengan molekul ATP untuk membentuk glukosa-6-fosfat. Oleh aksi glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G-6-PDH) di hadapan NADP, sehingga terbentuk glukosa-6-fosfat diubah menjadi 6-phosphogluconate, dimana NADPH terbentuk. Absorbansi NADPH diukur dalam daerah UV (334, 340 atau 365 nm).²⁷



Pemeriksaan metode ini jarang sekali digunakan karena menggunakan alat – alat otomatis. Metode ini memiliki kelebihan yaitu kemungkinan kecil untuk terjadi *human error* (kesalahan oleh manusia). Waktu inkubasi lebih cepat dan penggunaan reagen lebih irit

dibandingkan dengan penggunaan metode GOD-PAP.

b) Metode GOD PAP

Metode GOD-PAP merupakan metode yang paling banyak digunakan di Indonesia. Prinsip dari metode GOD adalah enzim glukosa oksidase mengkatalis reaksi glukosa menjadi glukonolakton dan H₂O₂. Enzim yang digunakan pada reaksi spesifik untuk glukosa, sedangkan reaksi kedua tidak spesifik karena zat yang teroksidasi menyebabkan hasil pemeriksaan rendah. Pemeriksaan dapat diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm

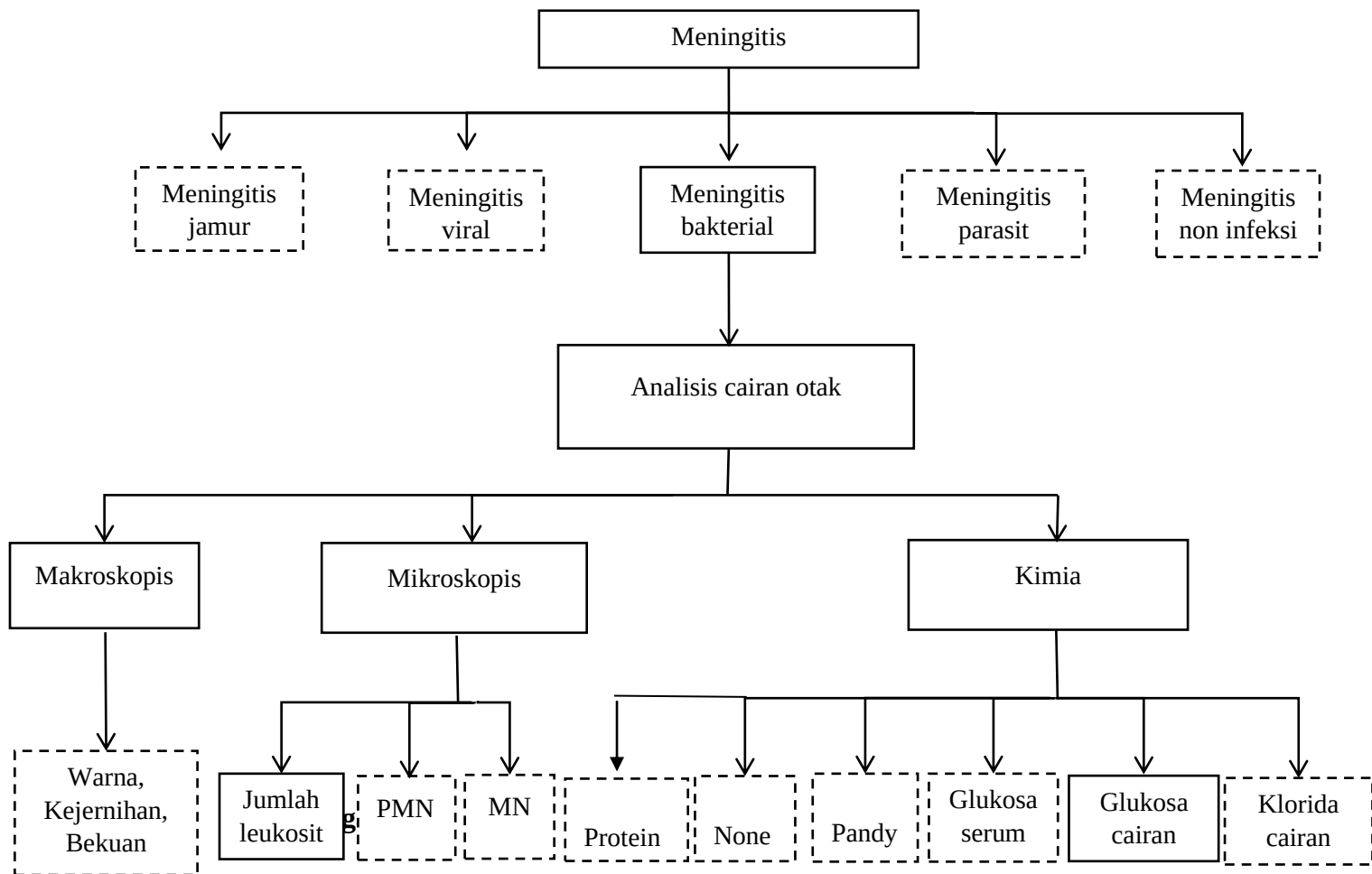
Reaksi: Glukosa $\xrightarrow{\text{GOD}}$ asam glukonat+H₂O₂

H₂O₂ $\xrightarrow{\text{Peroksida}}$ Peroksida

Pemeriksaan glukosa metode ini memiliki banyak kelebihan antara lain, presisi tinggi, akurasi tinggi dan spesifik, relatif bebas dari gangguan (suhu, lipid, vitamin C, kadar hematokrit dan volume spesimen) oleh sebab itu metode pemeriksaan ini banyak digunakan dalam suatu laboratorium. Kekurangan dari metode GOD- PAP adalah membutuhkan spesimen darah yang banyak, membutuhkan reagen khusus, memerlukan tempat

khusus untuk pemeliharaan alat fotometer dan reagen GOD-PAP serta membutuhkan biaya yang cukup mahal.

B. Kerangka Teori



= Variabel yang diteliti

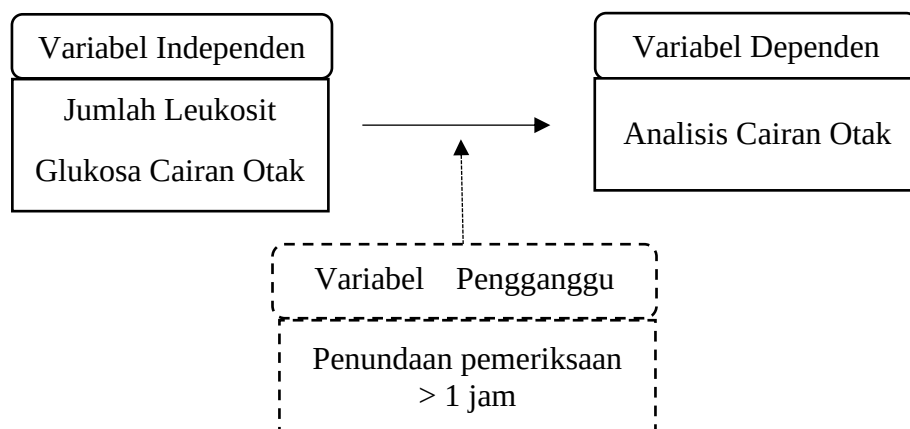


= Variabel yang tidak diteliti

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



B. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis penelitian ini adalah terdapat korelasi antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

C. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional analitik dengan mengumpulkan data sekunder dari rekam medis karena pada penelitian ini tidak dilakukan intervensi responden. Metode penelitian dengan pendekatan *cross sectional*, karena menekankan pada waktu observasi data variabel bebas dan variabel terikat yang dilakukan

hanya satu kali dan satu waktu. Penelitian ini melihat hubungan antara antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Dependen

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah analisis cairan otak

2. Variabel Independen

Variabel independent dalam penelitian ini adalah jumlah leukosit dan glukosa cairan otak

E. Definisi Operasional

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori & Kriteria	Alat Ukur	Skala
1	Jenis Bakteri	Data hasil pemeriksaan yang menyatakan jenis bakteri pada hasil biakan mikrobiologi cairan otak menggunakan alat Vitek 2 Compact	1. Normal : Steril (Tidak ditemukan mikroorganisme) 2. Abnormal : Ditemukan mikroorganisme	Alat Vitek 2 Compact dan data rekam medis elektronik pasien	Ordinal
2	Jenis Kelamin	Jenis kelamin adalah perbedaan biologis antara laki-laki dan perempuan	1. Laki-laki 2. Perempuan	Data rekam medis elektronik pasien	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori & Kriteria	Alat Ukur	Skala
3	Jumlah Leukosit	Data hasil pemeriksaan laboratorium yang menyatakan nilai jumlah leukosit dalam cairan otak menggunakan Sysmex XN 1000	1. Normal: < 5 sel/uL 2. Abnormal : > 5 sel/uL	Alat Sysmex XN 1000 dan data rekam medis elektronik pasien	Ordinal
4	Glukosa	Data hasil pemeriksaan yang menyatakan nilai glukosa dalam cairan otak menggunakan alat Cobas C 501.	1. Rendah : < 40 mg/dL 2. Normal: 40 – 70 mg/dL 3. Tinggi : > 70 mg/dL	Alat Cobas C 501 dan data eureka medis elektronik pasien	Ordinal
5	Meningitis Bakterial	Seseorang yang didiagnosis meningitis bakterial oleh dokter dengan pemeriksaan CT scan yang tercatat dalam rekam medis.	Gambaran hasil CT scan terdapat edema sereberi	Data rekam medis elektronik pasien	Rasio

F. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan dan analisis data dilakukan di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta dengan waktu penelitian bulan Mei 2024.

G. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah data rekam medis seluruh pasien meningitis bakterial yang dirawat di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah data rekam medis seluruh pasien meningitis bakterial yang melakukan analisis cairan otak di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta periode Januari sampai Desember 2023. Pengambilan data sampel penelitian berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

H. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

1. Kriteria Inklusi

Data pasien meningitis bakterial yang mencantumkan data rekam medis dengan hasil CT scan mendukung diagnosis meningitis bakterial dan melakukan pemeriksaan analisis cairan otak baik laki-laki maupun perempuan dengan usia remaja (10-19 tahun), dewasa (19- 60 tahun), dan lansia (60 tahun ke atas)

2. Kriteria Eksklusi

- a) Hasil analisis cairan otak normal
- b) Hasil analisis cairan otak dengan dominasi mononuklear

I. Prosedur Penelitian

1. Membuat dan mengajukan surat izin pengambilan data dan kaji etik penelitian kepada Direktur Utama RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.
2. Memilah data rekam elektronik pasien meningitis bakterial yang melakukan pemeriksaan analisis cairan otak baik laki-laki maupun perempuan dengan usia remaja (10-19 tahun), dewasa (19- 60 tahun), dan lansia (60 tahun ke atas) periode Januari – Desember 2023
3. Merekapitulasi data yang diperlukan.
4. Melakukan analisis data secara statistik.

J. Teknik Penyajian Data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

K. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh akan diolah dan dianalisis dengan program statistik, yaitu:

1. Analisis Univariat

Analisis univariat yaitu melakukan penghitungan berupa nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, serta distribusi frekuensi setiap variabel yang disajikan dalam bentuk tabel dan kolom yang dideskripsikan dalam bentuk narasi.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat yaitu analisis hubungan antara dua variabel yaitu jumlah leukosit dan glukosa spesimen cairan otak dengan menggunakan uji korelasi. Jenis uji ditentukan berdasarkan sebaran data hasil penelitian. Jika distribusi data normal maka menggunakan uji korelasi *Pearson* dan bila didapatkan distribusi data tidak normal maka pengujian menggunakan uji korelasi *Spearman*.

Uji korelasi dilakukan dengan derajat kepercayaan 95% yang ditentukan berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

- a. Nilai $P > \alpha (0,05)$ maka H_0 diterima, artinya tidak terdapat hubungan antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial
- b. Nilai $P < \alpha (0,05)$ maka H_0 ditolak, artinya terdapat hubungan antara jumlah leukosit dengan glukosa spesimen cairan otak pada pasien meningitis bakterial

Untuk mengetahui derajat hubungan dua variabel digunakan koefisien korelasi (r), dengan kekuatan hubungan sebagai berikut:

- a. Tidak ada hubungan atau hubungan lemah apabila $R = 0,00-0,25$
- b. Hubungan sedang apabila $R = 0,26-0,50$
- c. Hubungan kuat apabila $R = 0,51-0,75$
- d. Hubungan sangat kuat apabila $R = 0,76-1,00$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap 45 data pasien meningitis bakterial yang melakukan analisis cairan otak di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta periode Januari 2023 sampai Desember 2023.

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, data kemudian disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi meliputi analisis univariat dan bivariat dengan menggunakan analisis uji *spearman* yang dapat dilihat dalam penjelasan berikut:

1. Analisis Univariat

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Jenis Bakteri, Jumlah Leukosit, Kadar Glukosa Cairan Otak

Kategori	N	%
Tidak ada permintaan	11	24,5
Steril	30	66,7
<i>Escherichia coli</i>	2	4,4
<i>Staphylococcus capitis</i>	1	2,2
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	2,2
Jenis Kelamin		
Laki-laki	25	55,6
Perempuan	20	44,4
Jumlah Leukosit		
Normal	0	0
Abnormal	45	0
Kadar Glukosa		
Rendah	10	22,2
Normal	20	44,4
Tinggi	15	33,4
Total	45	100%

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari seluruh responden penelitian proporsi terbanyak untuk jenis bakteri adalah Steril (66,7%), *Escherichia coli* (4,4%), *Staphylococcus capitis* (2,2%), dan *Staphylococcus epidermidis* (2,2%). Pasien meningitis bakterial berjenis kelamin laki-laki sebanyak 25 responden (55,6%) dan berjenis kelamin perempuan sebanyak 20 responden (44,4%). Pasien meningitis bakterial yang memiliki jumlah leukosit abnormal sebanyak 45 responden (100%), sedangkan jumlah leukosit normal sebanyak 0 responden (0%). Pasien meningitis bakterial yang memiliki kadar glukosa cairan otak normal sebanyak 20 responden (44,4%), kadar glukosa cairan otak tinggi sebanyak 15 responden (33,4%) dan kadar glukosa cairan otak rendah sebanyak 10 responden (22,2%).

Tabel 4. 2 Analisis Data Jumlah Leukosit Pada Pasien Meningitis Bakterial

	N	Minimum	Maksimum	Mean
Jumlah leukosit (uL)	45	6	909	169,87

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah leukosit responden adalah 169,87/uL dengan jumlah terendah yaitu 6/uL dan jumlah tertinggi yaitu 909/uL.

Tabel 4. 3 Analisis Data Kadar Glukosa Cairan Otak Pada Pasien Meningitis Bakterial

	N	Minimum	Maksimum	Mean
Kadar Glukosa (mg/dL)	45	1	164	62,82

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata kadar glukosa cairan otak responden adalah 62,82 mg/dL, dengan kadar terendah yaitu 1 mg/dL dan kadar tertinggi yaitu 164 mg/dL.

2. Analisis Bivariat

Tabel 4. 4 Hasil Uji Korelasi Jumlah Leukosit dengan Glukosa Cairan Otak

Uji Statistik Variabel	<i>Shapiro - Wilk</i>	<i>Spearman's rho</i>	
	Nilai P	Nilai P	Koefisien Korelasi (r)
Jumlah Leukosit	0,027	0,004	-0,422
Kadar Glukosa			

Pada uji sebaran data, didapat nilai P 0,027 yang berarti data tidak normal karena nilai $P < \alpha$ (0,05). Berdasarkan hasil tersebut digunakan uji *Spearman's* untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

Hasil uji *Spearman's* didapatkan nilai P untuk variabel jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak sebesar $0,004 < 0,05$ dengan nilai koefisien korelasi r -0,422 maka dapat disimpulkan secara statistik terdapat korelasi sedang dan arah korelasi negatif yang menandakan semakin tinggi jumlah leukosit maka akan diikuti penurunan kadar

glukosa cairan otak. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan bermakna antara jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak pada pasien meningitis bakterial.

B. Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. Mahar Mardjono Jakarta didapatkan sebanyak 45 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Sampel meliputi jenis bakteri, usia, jumlah leukosit dan kadar glukosa cairan otak.

Hasil menunjukkan jenis bakteri pada meningitis bakterial adalah Steril (66,7%), *Escherichia coli* (4,4%), *Staphylococcus capitis* (2,2%), dan *Staphylococcus epidermidis* (2,2%). Hasil penelitian, didapatkan hasil steril (57,8%). Kemungkinan ini disebabkan karena terapi empiris. Terapi empiris merupakan terapi yang diberi berdasarkan diagnosis klinis dengan pendekatan ilmiah dari klinisi. Terapi empiris antibiotika pada pasien meningitis bakteri diberikan sebelum hasil cairan otak diketahui. Terapi empiris antibiotika harus segera dilakukan apabila dicurigai terkena meningitis bakteri. Pemberian antibiotika empiris dapat segera dilakukan tanpa harus menunggu hasil tes punksi lumbal. Penggunaan antibiotika empiris ini harus terus dilakukan setidaknya selama 48 sampai 72 jam, atau sampai didapatkan hasil diagnosis bakteri. Pemilihan antibiotika dalam terapi empiris harus disesuaikan dengan umur dan kondisi pasien meningitis bakteri. Terapi antibiotika empiris menggunakan antibiotika berspektrum luas yang dapat masuk ke dalam ruang

subarachnoid. Pemberian antibiotika empiris diberikan ketika bakteri penyebab belum diketahui dan apabila didapatkan hasil kultur gram negatif.²⁰ Setelah hasil kultur dan sensitivitas antibiotika diketahui, maka harus segera dilakukan terapi definitif.²⁰ Terapi definitif merupakan terapi yang diberikan berdasar hasil pemeriksaan mikrobiologis yang sudah pasti jelas kuman dan spektrum kepekaan antibiotiknya.

Hasil penelitian didapatkan *Escherichia coli* (4,4%). Sebagian besar kasus meningitis *E.coli* terjadi pada bayi baru lahir atau bayi di bawah usia 3 bulan. Orang dewasa dan anak-anak yang lebih tua hampir tidak pernah terkena meningitis *E coli* kecuali mereka memiliki masalah kesehatan yang menekan sistem kekebalan tubuh mereka, atau pernah mengalami cedera kepala atau operasi di kepala sehingga bakteri dapat masuk melalui luka di kepala. Hal ini juga dapat terjadi pada orang yang memiliki *Ventriculoperitoneal shunt* (alat untuk mengalirkan kelebihan cairan dari sekitar otak untuk mengurangi tekanan). *Meningitis E. coli* sering dikelompokkan dengan meningitis yang disebabkan oleh bakteri lain karena proses penyakit, usia dan masalah kesehatan yang khas dari mereka yang terkena dampak, dan hasil akhir yang serupa.¹³

Hasil penelitian ini didapatkan *Staphylococcus capitis* dan *Staphylococcus epidermidis* (2,2%). *Staphylococcus aureus* dan batang gram negatif merupakan antigen yang sering ditemukan pada pasien yang menderita meningitis setelah pemasangan *Ventriculoperitoneal shunt* secara bedah pada pengobatan hidrosefalus). *S. epidermidis* dianggap sebagai patogen utama

pada infeksi yang didapat di rumah sakit, dan menyebabkan sejumlah infeksi parah seperti infeksi lokasi bedah, infeksi aliran darah terkait kateter intravena, infeksi terkait dialisis peritoneal, infeksi shunt susunan saraf pusat, dan infeksi mata. Dalam beberapa tahun terakhir, *S. epidermidis* telah sering diisolasi dari pasien dengan gangguan sistem imun. Sebagian besar kasus infeksi susunan saraf pusat seperti meningitis disebabkan oleh *S. epidermidis* dan *Staphylococcus capitis* umumnya terkait dengan perangkat bedah saraf (*ventriculoperitoneal shunt*). Oleh karena itu, tanpa adanya alat bedah saraf, meningitis *S. epidermidis* cukup jarang terjadi. Secara umum, *S. epidermidis* menyebabkan meningitis pasca bedah saraf, meningitis neonatal, ventrikulitis, meningitis terkait layanan kesehatan, meningitis terkait ventrikulostomi, dan meningitis purulen refrakter pediatrik .

Pasien meningitis bakterial berdasarkan jenis kelamin terbanyak pada pasien laki-laki sebanyak 25 responden (55,6%), sedangkan pada pasien berjenis kelamin perempuan sebanyak 20 responden (44,4%). Hal ini dimungkinkan karena jenis kelamin merupakan perbedaan biologis yang membedakan reproduksi antara laki-laki dan perempuan, serta membawa konsekuensi fungsi reproduksi yang berbeda. Hormon testosteron pria cenderung meredam respons imun. Hormon estrogen wanita meningkatkan jumlah sel imun dan intensitas responsnya. Hal ini juga disebabkan karena laki-laki cenderung memiliki aktivitas yang lebih berat dan berbagai paparan seperti alkohol, rokok, stress serta pola hidup yang tidak sehat menyebabkan pria lebih rentan terkena infeksi.¹⁰ Hal tersebut berbanding lurus dengan

penelitian yang dilakukan oleh Lestari dkk pada tahun 2018-2019 tentang karakteristik pasien meningitis dewasa di RSUP Sanglah Denpasar, menyatakan bahwa responden meningitis berjenis kelamin laki-laki dengan jumlah 52 responden (74,3%) lebih banyak mengalami meningitis dibanding responden berjenis kelamin Perempuan.¹³

Pasien meningitis bakterial yang memiliki jumlah leukosit tinggi sebanyak 45 responden (100%). Tingginya jumlah leukosit pada pasien meningitis bakterial disebabkan oleh sitokin dan kemokin menginduksi perubahan dinding kapiler dalam perubahan otak darah di sawar otak darah yang menyebabkan ekspresi reseptor leukosit lebih banyak, yang meningkatkan pengikatan dan ekstrasvasi sel darah putih (Lestari, dkk). Reaksi inflamasi yang semakin meningkat akan menyebabkan edema, kerusakan sel dan nekrosis jaringan yang lebih luas. Infiltrasi pada dinding arteri kecil dan vena kortikal menyebabkan vaskulitis yaitu terjadinya penebalan jaringan intima, penyempitan dan penyumbatan arteri-arteri kecil, tromboflebitis vena kortikal dan trombosis sinus venosus utama, iskemia dan infark jaringan. Inflamasi pia mater dan araknoid mengganggu transport glukosa ke cairan otak menyebabkan penurunan level glukosa cairan otak. Hal ini menyebabkan respons neutrofil di ruangan subaraknoid, jaringan edema dan vaskulitis semakin meningkat, klinis dan patologi meningitis semakin memberat seperti terjadinya peningkatan permeabilitas sawar darah otak, meningkatnya tekanan intrakranial, hidrosefalus, menurunnya aliran darah serebral yang menyebabkan hipoksia serebral dan kematian.⁶ Hal ini

berbanding lurus dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiani dkk tentang Profil Analisa Cairan Serebrospinalis Pasien Meningitis di RSUP Sanglah Denpasar Januari- Desember 2016, dari 70 responden didapatkan jumlah leukosit meningkat 65 pasien (92,9%) dengan rerata 851,4 sel/uL.²²

Pasien meningitis bakterial yang memiliki kadar glukosa cairan otak rendah sebanyak 10 responden (22,2%) normal sebanyak 20 responden (44,4%) dan tinggi sebanyak 15 responden (33,4%). Hal ini disebabkan oleh karena glikolisis oleh sel darah putih dan patogen serta gangguan transportasi glukosa cairan otak.³ Didalam cairan otak, karena bakteri mengonsumsi glukosa dan karena lebih sedikit glukosa yang diangkut ke cairan otak, kadar glukosa menurun. Parenkim otak biasanya terpengaruh pada meningitis bakterial.⁹ Hal tersebut berbanding lurus dengan penelitian Erika (2014) dalam jurnalnya yang menyatakan hasil laboratorium menunjukkan glukosa cairan otak rendah sebanyak 34 responden (50%) dan glukosa tidak rendah sebanyak 34 responden (50%).¹³

Hasil uji statistik dengan uji *Spearman's rho* didapatkan nilai $P < 0,05$ yaitu 0,004 dengan nilai r yaitu -0,422 maka dapat diartikan secara statistik terdapat hubungan antara jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak dengan keeratan hubungan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit dapat mempengaruhi kadar glukosa cairan otak yang disebabkan glikolisis oleh sel darah putih dan patogen serta gangguan transportasi glukosa cairan otak.³

Glikolisis adalah reaksi pemecahan glukosa menjadi piruvat sebagai langkah awal dari pembentukan molekul adenosin trifosfat (ATP). Dalam hal ini, sel-sel darah melakukan glikolisis. Sel darah merah dan sel darah putih melakukan glikolisis. Sel darah merah tidak memiliki sistem mitokondria, oleh karena itu sel darah merah hanya bisa menyelesaikan glikolisis saja dan tidak bisa mengoksidasi piruvat. Sel darah terutama sel darah merah dan sel darah putih dapat melaksanakan glikolisis yang pada akhirnya menurunkan kadar glukosa darah.

Kelemahan dalam penelitian ini adalah tidak terdapat informasi spesifik terkait status berapa lama mengidap meningitis bakterial, penyakit lainnya yang mungkin diderita serta faktor lain seperti gaya hidup dan penggunaan obat-obatan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian korelasi antara jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak di RS Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik responden berdasarkan jenis bakteri adalah Steril (66,7%), *Escherichia coli* (4,4%), *Staphylococcus capitis* (2,2%), dan *Staphylococcus epidermidis* (2,2%).
2. Rata-rata jumlah leukosit responden adalah 169,87/uL dengan jumlah leukosit terendah yaitu 6/uL dan jumlah leukosit tertinggi yaitu 909/uL.
3. Rata-rata kadar glukosa cairan otak adalah 62,82 mg/dL dengan kadar glukosa cairan otak terendah yaitu 1 mg/dL dan kadar glukosa cairan otak tertinggi yaitu 164 mg/dL.
4. Hasil uji *Spearman's* didapatkan nilai P untuk variabel jumlah leukosit dengan kadar glukosa cairan otak sebesar $0,004 < 0,05$ dengan nilai koefisien korelasi $r -0,422$ maka dapat disimpulkan secara statistik terdapat korelasi sedang dan arah korelasi negatif yang menandakan semakin tinggi jumlah leukosit maka akan diikuti penurunan kadar glukosa cairan otak.

B. Saran

1. Bagi masyarakat pasien meningitis bakterial
 - a. Pencegahan dini dengan melakukan vaksinasi, pemberian vaksinasi meningitis sebaiknya diberikan sejak berusia 11 atau 12 tahun, dan dilanjutkan dengan suntikan booster pada usia 16 hingga 18 tahun. Vaksin ini juga dapat diberikan kepada anak-anak antara usia 2 bulan hingga 10 tahun yang berisiko tinggi terkena meningitis bakteri atau telah terpapar dengan seseorang yang mengidap penyakit tersebut.
 - b. Meningkatkan pola hidup sehat seimbang, rajin cuci tangan, hindari penggunaan barang pribadi secara bersama-sama, jaga jarak minimal 1 meter dengan orang yang terinfeksi atau memakai masker saat sedang sakit, hindari merokok, rajin beraktivitas fisik, diet yang sehat dan seimbang, istirahat yang cukup dan kelola stress.
2. Bagi peneliti selanjutnya
 - a. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat meneliti pemeriksaan laboratorium yang lain seperti kadar laktat cairan otak, glukosa rasio dan pemeriksaan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang juga dapat membantu menegakkan diagnosa meningitis bakterial.
 - b. Peneliti diharapkan dapat menambahkan kriteria jumlah sampel variabel yang lebih lengkap antara lain lama menderita meningitis bakterial, riwayat penyakit lain, gaya hidup, dan faktor risiko lain

DAFTAR PUSTAKA

1. Andika Aliviameita, Puspitasari. (2019). Buku Ajar Mata Kuliah Hematologi. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sidoarjo
2. Andriana, J. (2018). Hubungan Glukosa Darah Sewaktu dengan Indeks Massa Tubuh pada Usia Produktif. Jurnal Ilmiah WIDYA.
3. Asma Mohamad Afifi, Jafri Malin Abdullah, Johari Adnan Siregar. (2019). *A Retrospective Study on the First Cerebrospinal Fluid Taken from External Ventricular Drainage Insertion in Meningitis Patients with Hydrocephalus*. Original Article. Universiti Sains Malaysia, Kubang Kerian, Kelantan, Malaysia
4. Assyifa, H. (2016). Perbedaan Kadar Glukosa Metode GOD-PAP menggunakan NaF Segera dengan Dituda 12 Jam dan 24 Jam. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
5. Brouwer, M, & van de Beek, D. (2018). Epidemiology of Community-acquired Bacterial Meningitis. *Curr Opin Infect Dis*, 31(1), 78–84. <https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000417>
6. Darmayani, Satya, dkk. (2016). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Jumlah Leukosit Antara Metode Improved Neubauer Dengan Metode Automatic Hematology Analyzer. Jurnal Kesehatan Manarang. Poltekkes Kemenkes Kendari.
7. Febrilina Sindise Ika, Sekar Satiti, Yudiyanta. (2019). Kadar procalcitonin serum abnormal sebagai prediktor mortalitas meningoensefalitis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
8. Hernandez, PG, Prieto Belen, & Fransisco, FA. 2015. *Interleukin-6in Cerebrospinal Fluid as a Biomarker of Acute Meningitis. The Association Clinical Biochemistry & Laboratory Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0004563215589381>.
9. Hersi, Kenadeed, Gonzales FJ, Kondamudi NP. 2023. *Meningitis*. Statpearls
10. John E Greenlee. (2022). *Acute Bacterial Meningitis*. University Of Utah Health. Amerika Serikat
11. Maisuri, Nurul Khalisah. (2021). Karakteristik Pasien Meningitis di RSUD Labuang Baji dan RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makasar tahun 2018-2021. Skripsi. Universitas Hasanuddin.

12. Meisadona, Gogor., Anne DS, & Riwanti E. (2015). Diagnosis dan Tatalaksana Meningitis Bakterialis. DOI: 10.55175/cdk.v42i1.1048.
13. Meningitis Research Fondation. (2017-2024). *Meningitis Progress Tracker*. Bristol, England. Available from URL : <https://www.meningitis.org/mpt>. Cited 2024 Januari 15.
14. Nanda Yulinda Lestari, dkk. (2021). Karakteristik Pasien Meningitis Dewasa di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar Januari 2018 - September 2019. Jurnal Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Denpasar.
15. Niemella, dkk. (2023). Meningitis bakterial pada orang dewasa: studi retrospektif pada 148 pasien dalam periode 8 tahun di rumah sakit universitas Finlandia. National Library of Medicine. Amerika Serikat
16. Ni Luh Ratniasih. (2017). Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Meningitis Menggunakan Metode Naïve Bayes Berbasis Web. Bali: Jurnal Sistem dan Informatika
17. Ningsih H. A. (2015). Pengaruh Lama Penyimpanan dalam Magic Com Terhadap kadar Glukosa pada Nasi Merah dan Nasi Jagung. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
18. Pawitri, Diah, Deon Wibatsu Kristiawan. (2019). Teknik Koleksi dan Analisa Cairan Serebrospinal pada Hewan Kecil. Jurnal Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
19. Primadiani Hasanah, Erika. Sekar Satiti. (2014). Kadar Glukosa Cairan Serebrospinal Sebagai Prediktor Kematian Meningitis Bakterial Pada Anak. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
20. Ni Luh Ratniasih. (2017). Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Meningitis Menggunakan Metode Naïve Bayes Berbasis Web. Bali: Jurnal Sistem dan Informatika
21. Nur Hidayati, Oktafiana. (2015). Studi Penggunaan Antibiotika Pada Pasien Meningitis Bakteri Penelitian dilakukan di Instalasi Rawat Inap Departemen Ilmu Penyakit Saraf RSUD Dr. Soetomo Surabaya). Universitas Airlangga. Surabaya.

22. Roos, K., & Tyler, K. (2017). *Harrison's Neurology in Clinical Medicine* (4th Editio). USA:McGraw-Hill.
23. Rosita Linda; Abrory Agus CP; Fathiya Rahma Arfira. (2019). *Hematologi Dasar*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
24. Runde, Tyler J. Anjum, Fatima. Hafner, John W. (2023). *Bacterial Meningitis*. Statpearls.
25. Sadeli, L. (2013). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Menggunakan Glukometer dan Spektrofotometer pada Penderita Diabetes Melitus di Klinik Nirlaba Bandung Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha. Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
26. Schmit T, Klomp M, Khan MN. *An Overview of Flow Cytometry: Its Principles and Applications in Allergic Disease Research*. *Methods Mol Biol*. 2021;2223:169-182.doi:10.1007/978-1-0716-1001-5_13.PMID: 33226595
27. Setiani, Putu., Susilawathi, Ni Made., Sudewi, AA Raka. (2016). *Profil Analisa Cairan Serebrospinalis Pasien Meningitis di RSUP Sanglah Denpasar Periode Januari-Desember 2016*. Denpasar
28. Smara, F. (2016). *Perbedaan Kadar Glukosa Serum Darah Beku 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
29. Tiagana, Ambar. (2017). *Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Meningitis di Ruang Saraf RSUP Dr. dr. M. Djamil Padang*. Karya Tulis Ilmiah. Poltekkes Kemenkes RI Padang. Padang.
30. Terwin K, Ferreira M, Minnie C, Marangellis K, Darby R, Berlyn J, Kleingeld A, Tiel S, Benedict MOA, van Rooyen C, Adefuye AO, Sempa JB. *The epidemiological profile of meningitis among adults in a South African district hospital*. *Pan Afr Med J*. 2022 Mar 29;41:256. doi: 10.11604/pamj.2022.41.256.30015. PMID: 35734322; PMCID:
31. Teknolab. (2016). *Gambaran Pemeriksaan Glukosa darah Metode GOD-PAP dan Heksokinase*. ISSN: 2338-5634. Vol 5 No 1.
32. Tim Promkes Rumah Sakit Soeradji Tirtonegoro. (2022). *Meningitis*. Jurnal Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan Kementerian Kesehatan. Jakarta

33. Vanda DD; Hedison Polii, Sylvia Marunduh, Ivony Mellinda. (2020). Buku Ajar Fisiologi Sistem Hematologi. Deepublish. Yogyakarta
34. Wiartika I Gusti Ngurah; Luh Putu LK. (2022). Laporan Kasus Meningitis Bakterial. Jurnal Ganesha Medicina Vol 2 No 2
35. Widyastuti, Puji., Herdiana NU., M. Fardi Anugrah., & Rohadi. 2023. Meningitis Bakterial: Epidemiologi, Patofisiologi, dan Penatalaksanaan. Lombok Medical Journal. DOI 10.29303/lmj.v2i2.2962.
36. Wirawan, Riadi. (2015). Pemeriksaan Cairan Tubuh. Departemen Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Monica Printing. Jakarta
37. Wulandari, S. (2016). Gambaran Kadar Glukosa Darah dalam Sampel Serum dengan Plasma NaF yang Ditunda 1 Jam dan 2 Jam di STIKES Muhammadiyah Ciamis. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Ciamis. Ciamis.

Lampiran 1 Izin Penelitian



Kementerian Kesehatan
RSPON Mahar Mardjono

📍 Jalan M.T. Haryono Kavling 11, Cawang
Jakarta 13630
☎ (021) 29373377
🌐 <https://www.rspn.co.id>

Nomor : DP.04.03/D.XXIII/1046/2024
Hal : Izin Penelitian

31 Mei 2024

Yth. Direktur
Politeknik Kesehatan
Kementerian Kesehatan Jakarta III
Bekasi, Jawa Barat 17415

Sehubungan dengan adanya surat Permohonan Izin Kaji Etik Penelitian a.n Qudsiyati Maftufah dkk dari Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III nomor PP.07.01/F.XIX/4228/2024 tanggal 26 Maret 2024 dan memperhatikan Surat Keterangan Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta nomor DP.04.03/D.XXIII.9/96/2024 tanggal 28 Mei 2024 atas nama peneliti sebagai berikut:

nama peneliti	: Qudsiyati Maftufah, A.Md.AK
judul penelitian	: Korelasi Antara Jumlah Leukosit dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak Pada Pasien Meningitis Bakterial
asal instansi	: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III

Maka kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui permohonan kegiatan penelitian tersebut. Kegiatan penelitian tersebut dapat dimulai segera setelah surat izin ini diterima oleh peneliti yang bersangkutan. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi sdri. Yenni Syafitri di Nomor HP 0878-3989-4930 / Anindita Yuda di Nomor HP 0896-3564-9402 pada Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Direktur Utama RSPON Prof. Dr. dr. Mahar
Mardjono Jakarta,



dr. ADIN NULKHASANAH, Sp.S., MARS

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silahkan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>.



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), BSSN

Lampiran 2 Etik Penelitian



Kementerian Kesehatan
RSPON Mahar Mardjono

Jalan M.T. Haryono Kavling 11, Cawang
Jakarta 13630
(021) 29373377
<https://www.rspn.co.id>

KOMITE ETIK PENELITIAN
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL
PROF. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA

SURAT KETERANGAN

Nomor : DP.04.03/D.XXIII.9/96/2024

Setelah menelaah usulan dan protokol penelitian dibawah ini, Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta menyatakan bahwa penelitian dengan judul :

"Korelasi Antara Jumlah Leukosit dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak Pada Pasien Meningitis Bakterial"

Peneliti Utama : Qudsiyati Maftufah, A.Md.AK
Asal Institusi : Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta III

Dapat disetujui pelaksanaannya dengan syarat :

1. Tidak bertentangan dengan nilai-nilai kemanusiaan dan kode etik penelitian
2. Melaporkan jika terdapat amandemen protokol penelitian
3. Melaporkan penyimpangan/ pelanggaran terhadap protokol penelitian
4. Melaporkan secara periodik perkembangan penelitian dan laporan akhir
5. Melaporkan kejadian yang tidak diinginkan
6. Mengikutsertakan peneliti mitra dari RSPON Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono apabila hasil penelitian ini akan dipublikasikan ke Jurnal Nasional maupun Internasional.

Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu maksimum selama 1 (satu) tahun.

28 Mei 2024

Ketua Komite Etik Penelitian RSPON
Prof.Dr.dr. Mahar Mardjono Jakarta,



dr. Ita Muharram Sari, Sp.S

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silahkan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>.



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), BSSN

Lampiran 3 Surat Pernyataan Kesiediaan Untuk Dimuat Dalam Majalah/Jurnal

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Qudsiyati Maftufah

NIM : P3.73.34.2.23.213

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa hasil penelitian saya dengan judul “Korelasi antara Jumlah Leukosit dengan Glukosa Spesimen Cairan Otak pada Pasien Meningitis Bakterial” bersedia untuk dimuat di dalam majalah atau jurnal ilmiah atas nama pembimbing dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai peneliti utama.

Bekasi, Juni 2024

Yang membuat pernyataan

(Qudsiyati Maftufah)

NIM. P3.73.34.2.23.213

Lampiran 4 Data Penelitian

Daftar Hasil Jumlah Leukosit dan Kadar Glukosa Spesimen Cairan Otak
pada Pasien Meningitis Bakterial
Periode Januari 2023 sampai Desember 2023

No	Kode Pasien	Jenis Kelamin	Usia	Jumlah Leukosit (sel/uL)	Kadar Glukosa (mg/dL)
1	JW	Laki-laki	72	93 (A)	67 (N)
2	HW	Perempuan	55	188 (A)	129 (T)
3	MI	Laki-laki	58	559 (A)	71 (T)
4	LK	Perempuan	47	34 (A)	45 (N)
5	KM	Perempuan	72	46 (A)	65 (N)
6	GG	Laki-laki	41	50 (A)	53 (N)
7	CS	Laki-laki	31	39 (A)	104 (T)
8	NH	Perempuan	38	735 (A)	34 (R)
9	RK	Laki-laki	32	547 (A)	26 (R)
10	WS	Perempuan	63	64 (A)	36 (R)
11	JK	Laki-laki	51	7 (A)	44 (N)
12	RS	Laki-laki	35	6 (A)	58 (N)
13	DRU	Laki-laki	37	86 (A)	40 (N)
14	MIW	Laki-laki	13	13 (A)	78 (T)
15	RMY	Laki-laki	27	22 (A)	62 (N)
16	DW	Laki-laki	41	273 (A)	18 (R)
17	PH	Laki-laki	45	239 (A)	39 (R)
18	MK	Laki-laki	58	124 (A)	78 (T)
19	MA	Laki-laki	53	55 (A)	69 (N)
20	MD	Laki-laki	31	909 (A)	19 (R)
21	RZ	Laki-laki	32	12 (A)	81 (T)
22	FA	Laki-laki	42	94 (A)	54 (N)
23	ISH	Laki-laki	27	723 (A)	60 (N)
24	NS	Perempuan	40	179 (A)	26 (R)
25	IA	Laki-laki	54	38 (A)	86 (T)
26	SD	Perempuan	48	31 (A)	123 (T)
27	TRN	Laki-laki	33	736 (A)	1 (R)
28	SDJ	Laki-laki	49	21 (A)	58 (N)

No	Kode Pasien	Jenis Kelamin	Usia	Jumlah Leukosit (sel/L)	Kadar Protein (mg/dL)
29	AS	Laki-laki	47	499 (A)	54 (N)
30	SK	Perempuan	62	6 (A)	100 (T)
31	ESS	Perempuan	50	34 (A)	164 (T)
32	BDU	Perempuan	20	7 (A)	56 (N)
33	IS	Perempuan	42	135 (A)	46 (N)
34	DS	Laki-laki	34	18 (A)	133 (T)
35	TR	Perempuan	55	17 (A)	23 (R)
36	SY	Perempuan	61	10 (A)	83 (T)
37	RS	Laki-laki	55	7 (A)	77 (T)
38	MY	Perempuan	56	663 (A)	57 (N)
39	OH	Perempuan	43	11 (A)	75 (T)
40	MS	Perempuan	53	66 (A)	51 (N)
41	SM	Perempuan	37	130 (A)	45 (N)
42	HLS	Perempuan	38	15 (A)	37 (R)
43	WL	Perempuan	55	14 (A)	57 (N)
44	IN	Laki-laki	44	82 (A)	78 (T)
45	IAS	Perempuan	43	7 (A)	67 (N)

Keterangan :

N : Normal

A : Abnormal

R : Rendah

T : Tinggi

Lampiran 5 *Print Out* Analisis Statistik***Print Out* Analisis Statistik****Kelompok Jenis Bakteri**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak ada permintaan	11	24.5	24.5	24.5
	Steril		66.7	66.7	66.7
	<i>Escherichia coli</i>	2	4.4	4.4	4.4
	<i>Staphylococcus capitis</i>	1	2.2	2.2	2.2
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	2.2	2.2	2.2
	Total	45	100.0	100.0	

Jenis Kelamin Pasien Meningitis Bakterial

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	25	55.6	55.6	55.6
	Perempuan	20	44.4	44.4	100.0
	Total	45	100.0	100.0	

Distribusi Hasil Jumlah Leukosit

Jumlah Leukosit	
N	Valid
	Missing
Mean	
Median	
Mode	
Minimum	
Maximum	

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		62.82
Median		58.00
Mode		78
Minimum		1
Maximum		164

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Rendah	10	22.2	22.2	22.2
	Normal	20	44.4	44.4	44.4
	Tinggi	15	33.4	33.4	100
	Total	45	100.0	100.0	

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah Leukosit	.389	72	.000	.295	72	.000
Kadar Glukosa	.134	72	.003	.926	72	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Correlations Spearman's Test

			Jumlah leukosit	Kadar Glukosa
Spearman's rho	Jumlah leukosit	Correlation Coefficient	1.000	-.422**
		Sig. (2-tailed)	.	.004
		N	45	45
	Kadar Glukosa	Correlation Coefficient	-.422**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.004	.
		N	45	45

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 6 SPO Pemeriksaan Penelitian

1. Hitung jumlah leukosit

- a. Metode : Manual dengan menggunakan bilik hitung
- b. Spesimen : Cairan otak
- c. Alat : Bilik hitung Improved Neubauer dengan cover glass
- d. Mikroskop
- e. Pipet semiotomatis
- f. Prosedur :
 - 1) Letakkan *cover glass* di atas bilik hitung
 - 2) Teteskan cairan otak melalui pinggir *cover glass*
 - 3) Dilihat di bawah mikroskop dengan pembesaran 400x
 - 4) Hitung jumlah leukosit pada 9 kotak besar pada bilik hitung
 - 5) Jumlah sel dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{(\text{jumlah sel yang ditemukan} \times \text{pengenceran})}{\text{volume square yang dihitung}}$$

2. Glukosa cairan otak

- a. Metode : Enzimatik dengan hexokinase
- b. Spesimen : Cairan otak
- c. Alat : Cobas C501
- d. Prosedur :
 - 1) Spesimen dalam tabung merah disentrifus dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit
 - 2) Letakkan spesimen pada rak spesimen di alat
 - 3) Spesimen diperiksa secara otomatis oleh alat
 - 4) Hasil pemeriksaan selanjutnya tercatat dikomputer dan direlease oleh penanggung jawab shift selanjutnya akan di-*approve* oleh Dokter Penanggung Jawab Laboratorium Harian

Lampiran 7 Agenda Bimbingan Skripsi

KEMENTERIAN KESEHATAN RI POLITEKNIK JAKARTA III
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
KELAS REKOGNISI PEMBELAJARAN LAMPAU (RPL)

**AGENDA BIMBINGAN
PENYUSUNAN SKRIPSI**

MAHASISWA		PEMBIMBING II (TEKNIS)		
NAMA	NIM	NAMA	NIP	
Qudsiyati Maftufah	P3 73 34 2 23 213	Dra. Angki Purwanti, Apt, Msi	106404111995032001	

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN MATERI YANG DIKONSULTASIKAN	SARAN/MASUKAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1.	1 Maret 2024	Judul dan Bab I	1. Konsul Judul 2. Perbaiki latar belakang	<i>[Signature]</i>
2.	15 Maret 2024	Bab I, II dan III	1. Perbaiki bab I 2. Perbaiki bab II 3. Perbaiki bab III	<i>[Signature]</i>
3.	21 Maret 2024	Bab I	1. Perbaiki latar belakang	<i>[Signature]</i>
4.	28 Maret 2024	Bab III	1. Kerangka konsep 2. Variabel penelitian	<i>[Signature]</i>
5.	10 April 2024	Bab I	1. Perbaiki latar belakang	<i>[Signature]</i>
6.	17 April 2024	Konsul data penelitian	1. Pengelolaan data untuk variabel usia 2. Konsul uji statistik penelitian	<i>[Signature]</i>
7.	31 April 2024	Bab IV dan Bab V	1. konsul bab IV 2. konsul bab V	<i>[Signature]</i>
8.	12 Mei 2024	Bab IV dan Abstrak	3. konsul Abstrak 1. Perbaiki bab IV 2. Perbaiki Abstrak	<i>[Signature]</i>
9.	24 Mei 2024	Bab IV	Perbaiki untuk pembahasan	<i>[Signature]</i>
10.	31 Mei 2024	Bab V dan abstrak	1. Perbaiki saran 2. Perbaiki Abstrak	<i>[Signature]</i>
			Siap uji	<i>[Signature]</i>
CATATAN:		11. 12 Juli 2024 Bab I	Revisi I Pasca sidang	<i>[Signature]</i>
		12. 28 September 2024 Abstrak	Revisi II Pasca sidang	<i>[Signature]</i>
* Pembimbingan minimal 12 (dua belas) kali (mulai dari penyusunan proposal sampai dengan perbaikan setelah sidang skripsi)				

KEMENTERIAN KESEHATAN R.I. POLTEKKES JAKARTA III
 JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
 PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
 KELAS REKOGNISI PEMBELAJARAN LAMPAU (RPL)

AGENDA BIMBINGAN
 PENYUSUNAN SKRIPSI

MAHASISWA

NAMA : Qudsiyah Maftuhah
 NIM : P3.33.34.2.23.213

PEMBIMBING I (MATERI)

NAMA : dr. Cynthia, Sp.PK(K)
 NIP : 19770218201122001

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN MATERI YANG DIKONSULTASIKAN	SARAN/MASUKAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1.	1 Maret 2024	Judul dan Bab I	1. Konsul judul 2. Perbaiki latar belakang	w/
2.	13 Maret 2024	Bab I, Bab II dan Bab III	1. Perbaiki Bab I 2. Perbaiki Bab II 3. Perbaiki Bab III	w/
3.	18 Maret 2024	Bab I dan Bab III	1. Perbaiki latar belakang 2. Perbaiki populasi sampel 3. Perbaiki kriteria inklusi dan eksklus	w/
4.	26 Maret 2024	Bab IV	4. Pengajuan kaji etik 1. Konsul data penelitian 2. Perbaiki hasil	w/
5.	5 April 2024	Bab IV	1. Perbaikan pembahasan	w/
6.	15 April 2024	Bab V	1. Konsultasi dan perbaikan bab V	w/
7.	26 April 2024	Bab IV dan Bab V	1. Perbaikan pembahasan 2. Perbaikan bab V	w/
8.	7 Mei 2024	Abstrak dan lampiran	1. Konsultasi abstrak dan lampiran	w/
9.	20 Mei 2024	Abstrak, Bab IV, Bab V	1. Perbaikan abstrak 2. Perbaikan bab IV 3. Perbaikan bab V	w/
10.	30 Juni 2024	Bab I sampai dengan Bab V - Abstrak	1. Draf SKRIPSI Siapa Ugi	

CATATAN:

- Pembimbingan minimal 12 (dua belas) kali (mulai dari penyusunan proposal sampai dengan perbaikan