





**ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY* (MRS) PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai syarat menyelesaikan Pendidikan  
Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan  
Jurusan Teknik Radiagnostik dan Radioterapi  
Poltekkes Jakarta II  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

**DISUSUN OLEH :**

**VICKA ZAHARA FIRDAUS**

**NPM : P2.11.30.2.20.055**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
PRODI TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN  
JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI  
POLTEKKES JAKARTA II  
2024**

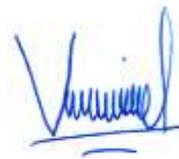
## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY (MRS)* PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

Yang dibuat dan diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II, adalah benar hasil karya penelitian Saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, duplikasi atau plagiat karya penelitian orang lain yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dibuat untuk jenjang pendidikan di Poltekkes Jakarta II maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana semestinya, sesuai dengan kaidah ilmiah

Jakarta, 02 Juli 2024



**VICKA ZAHARA FIRDAUS**  
**NPM: P21130220055**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIK**

Sebagai Civitas Akademika Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : VICKA ZAHARA FIRDAUS  
NPM : P2.11.30.2.20.055  
Program Studi : Teknologi Radiologi Pencitraan  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II. Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY*  
(MRS) PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK  
NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini, Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 02 Juli 2024

Yang menyatakan,



**VICKA ZAHARA FIRDAUS**  
**NPM: P21130220055**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY*  
(MRS) PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK  
NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

Disusun Oleh :  
**VICKA ZAHARA FIRDAUS**  
**NPM. P2.11.30.2.20.055**

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Sidang Skripsi Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II, untuk memenuhi sebagai syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Terapan.

Jakarta, 02 Juli 2024  
Mengesahkan,

Pembimbing Materi



**Khairil Anwar, S.Pd, M.Kes**  
**NIP. 196802181990031004**

Pembimbing Teknis



**Samsun, S.Si, M.Si, M.Kom**  
**NIP. 196502201989031012**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi  
Poltekkes Jakarta II



**Dr. Nursama Heru Apriantoro, S.Si, M.Si**  
**NIP. 196404201989031002**

## INTISARI

### PROGRAM SARJANA TERAPAN PRODI TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI POLTEKKES JAKARTA II

SKRIPSI, 2024  
VICKA ZAHARA FIRDAUS

### ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY* (MRS) PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA

V Bab + 58 Halaman + 31 Gambar + 20 Lampiran

**Latar Belakang Penelitian** ini mengambil tema *Magnetic Resonance Spectroscopy* pada klinis *meningioma*. Pemeriksaan MRI *advance*, seperti *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS), digunakan dengan pemeriksaan MRI untuk diagnosis tumor otak, maka pemeriksaan MRI akan menghasilkan gambar yang lebih informatif.

**Tujuan Penelitian** ini adalah menganalisis pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional

**Desain penelitian** yang digunakan deskriptif kualitatif, dilakukan pada bulan Mei – Juni 2024 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional dengan 10 sampel pasien yang menjalani pemeriksaan MRI *Brain* dengan kontras dan *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma*. Data primer dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kajian pustaka. Instrumen pada penelitian ini menggunakan lembar observasi, pedoman wawancara, dan dokumentasi. Data dianalisis secara kualitatif dan disajikan naratif. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari observasi dan hasil ekspertise radiolog kemudian disusun dalam model rasional. Kesimpulan dan verifikasi dilakukan dengan menelaah hasil reduksi data untuk memberikan makna dan menarik kesimpulan terkait pemeriksaan MRS pada *meningioma*, menilai relevansi antara teori dan praktik di rumah sakit.

**Hasil Penelitian** ini adalah prosedur pemeriksaan *MR Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di Instalasi Radiologi RSPON sudah sesuai dengan SPO RSPON. Hasil pemeriksaan *MR Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di Instalasi Radiologi RSPON menampilkan nilai metabolit dasar yang tampak pada hasil spektrum yaitu Choline, Creatine, dan NAA. Hasil ekspertise radiolog, nilai metabolit yang menjadi ciri khas *meningioma* yaitu Alanine hanya tampak pada satu subjek dari sepuluh subjek dengan klinis *meningioma*.

Kata Kunci : MRI *Brain*, *Magnetic Resonance Spectroscopy*, *Meningioma*  
Daftar Bacaan : 31 Buah (2013 – 2024)

## ABSTRACT

**BACHELOR OF APPLIED SCIENCE PROGRAM IMAGING RADIOLOGY  
TECHNOLOGY STUDY PROGRAM RADIODIAGNOSTICS AND  
RADIOTHERAPY DEPARTMENT HEALTH POLYTECHNIC OF HEALTH  
MINISTRY JAKARTA II**

**THESIS, 2024  
VICKA ZAHARA FIRDAUS**

**ANALYSIS OF MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY (MRS)  
EXAMINATION ON MENINGIOMA CLINICS AT THE NATIONAL BRAIN  
CENTER HOSPITAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

V Chapters + 58 Pages + 31 Images + 20 Attachments

**Background of research:** Purposefully, this research takes the theme Magnetic Resonance Spectroscopy on clinical meningioma. In relation to which, advanced MRI examinations, such as Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS), is used by applying MRI examinations to diagnose brain tumor, hence the aforementioned MRI examination may produce more informative images.

**Objective of research:** this research aims to analyze Magnetic Resonance Spectroscopy examinations in clinical meningiomas executed at National Brain Center Hospital

**Design of research:** this research applies descriptive qualitative method, carried out starting from May up to June 2024 undertaken at Radiology Installation of National Brain Center Hospital with 10 samples of patients who underwent MRI Brain examination with contrast and Spectroscopy with clinical meningioma. Meanwhile, primary data was collected through among the other things observation, interviews and literature review. As for the instruments in this research, they used observation sheets, interview guides, and documentation. Furthermore, data were analyzed qualitatively and presented narratively. Data processing and analysis is carried out by collecting information from observations and the results of radiologist's expertise which then organizing it into a rational model. Thereafter, conclusions and verification are carried out by examining the results of data reduction to provide meaning and draw the conclusions regarding MRS examination of meningioma and assessing the relevance of theory and practice in the hospital.

**Result of research:** it can be concluded that MR spectroscopy examination procedure for clinical meningiomas undertaken at Radiology Installation of National Brain Center Hospital is already in accordance with the Standard Operating Procedure of National Brain Center Hospital. The results of MR Spectroscopy examination on clinical meningioma executed at Radiology Installation of National Brain Center Hospital show the basic metabolite values that appear in the spectrum results namely among the other things Choline, Creatine and NAA. Radiologist's expertise result concerning metabolite value which becomes the characteristic of meningioma, namely Alanine was only seen in one subject out of ten subjects with clinical meningioma.

Keywords : Brain MRI, Magnetic Resonance Spectroscopy, Meningioma

Reference List : 31 References (2013 – 2024)

Translated by:



QBB Languages Service

**Suhendar, S.S., M.Pd.**

English Lecturer

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

**ANALISIS PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY*  
(MRS) PADA KLINIS *MENINGIOMA* DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK  
NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**

Disusun Oleh : VICKA ZAHARA FIRDAUS  
NPM : P2.11.30.2.20.055

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Sidang Skripsi Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II, untuk memenuhi sebagai syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Terapan.

Jakarta, 02 Juli 2024

Mengesahkan,

1. Heri Kuswovo, SST, MKM  
Penguji I (Penguji Utama)

:



2. Mahfud Edy Widiatmoko, SST, MKM :  
Penguji II (Penguji Pendamping)



3. Khairil Anwar, S. Pd. M. Kes  
Penguji III (Pembimbing Utama)

:



4. Samsun, S. Si. M. Si. M. Kom  
Penguji IV (Pembimbing Pendamping)

:



## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam karena telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma* Di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta” pada tahun 2024 dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini diajukan sebagai tugas akhir dalam menyelesaikan Pendidikan pada Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan dari keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Namun penulis berusaha dengan sebaik – baiknya untuk mempersembahkan skripsi ini agar dapat bermanfaat bagi orang banyak atau pihak terkait.

Berbagai hambatan serta kendala dalam berbagai proses pembuatan dan penyusunan skripsi ini tentu saja ada, namun dengan dukungan, arahan, serta bimbingan dari banyak pihak, penulis mampu bertahan untuk menulis skripsi ini hingga selesai. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberi dukungan, bantuan serta bimbingan kepada penulis selama penelitian dan proses penyusunan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, hidayah, serta karunia-Nya kepada penulis.
2. Ayah Bambang Firdaus, dan Mama Hikmawati. Selaku kedua orang tua penulis, terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan batin, materi, dan bantuan tak ternilai lainnya yang telah Ayah dan Mama berikan selama ini kepada penulis hingga bisa mencapai titik ini. Semoga Ayah dan Mama selalu sehat, bahagia, dan semua berkah yang diberikan dapat dibalas oleh Allah SWT dengan cara sebaik-baiknya.
3. Muhammad Zulfikar Firdaus, adik kandung penulis yang selalu menghibur penulis. Semoga tumbuh menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.

4. Bapak Dr. Nursama Heru Apriantoro, S. Si, M. Si selaku Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II.
5. Bapak Khairil Anwar, S. Pd, M. Kes selaku Dosen Pembimbing Materi dalam penyusunan skripsi ini yang senantiasa memberikan waktu, tenaga, pikiran, masukan, arahan, serta motivasi kepada penulis.
6. Bapak Samsun, S. Si, M. Si, M. Kom selaku Dosen Pembimbing Teknis dalam penyusunan skripsi ini yang telah memberikan saran dan masukan.
7. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan melayani administrasi surat menyurat, selama Penulis belajar, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
8. Pihak Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta yang sudah memberikan izin dan telah membantu penulis terkait data dan informasi yang diberikan.
9. Ari Fajar Maulana yang telah memberi dukungan, semangat, serta telah menjadi tempat berkeluh kesah, selalu ada dalam suka maupun duka selama proses penyusunan skripsi ini.
10. Sahabat penulis sejak dibangku SMA, Garsyana dan Nabila yang selalu memberikan semangat kepada penulis dan selalu hadir disetiap momen penting penulis.
11. Sahabat penulis dibangku perkuliahan, *D'Organization* yang kebersamai dalam empat tahun ini dan tak pernah henti untuk saling menyemangati. *See you on top, guys!*
12. Teman satu bimbingan Miranda dan Risa yang tiada hentinya untuk saling menyemangati dan memberi masukan selama proses penulisan skripsi ini.
13. Kucing – kucing kesayangan penulis yang selalu menemani dan menghibur penulis saat mengerjakan skripsi hingga larut malam, terutama Pupuy yang telah pergi meninggalkan penulis saat skripsi ini di sidangkan.
14. Teman – teman angkatan 2020 Prodi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan atas kebersamaannya selama dibangku perkuliahan.

15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu memberikan masukan demi kelancaran dan keberhasilan penyusunan skripsi ini.
16. Dan terakhir untuk saya sendiri, Vicka Zahara Firdaus, apresiasi sebesar-besarnya karena sudah mampu berjuang sampai ditahap ini, terima kasih karena sudah selalu kuat menghadapi situasi apapun.

Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi Tugas Akhir yang dapat bermanfaat dalam bidang Pencitraan Medis, khususnya bidang Magnetic Resonance Imaging (MRI) di Program Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Poltekkes Jakarta II.

Jakarta, 02 Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                           | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....                                  | ii      |
| <b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....                             | iii     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                                            | iv      |
| <b>INTISARI</b> .....                                                     | v       |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                     | vi      |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....                                          | vii     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                               | viii    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                                   | xi      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                                | xiii    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                                 | xiv     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                              | xv      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                            | 1       |
| A. Latar Belakang .....                                                   | 1       |
| B. Rumusan Masalah .....                                                  | 4       |
| C. Batasan Masalah.....                                                   | 4       |
| D. Tujuan Penelitian.....                                                 | 5       |
| 1. Tujuan Umum.....                                                       | 5       |
| 2. Tujuan Khusus.....                                                     | 5       |
| E. Manfaat penelitian.....                                                | 5       |
| F. Keaslian Penelitian.....                                               | 6       |
| <b>BAB II KAJIAN TEORI KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL</b> ..... | 7       |
| A. Kajian Teori.....                                                      | 7       |
| 1. Anatomi dan Fisiologi Sistem Saraf Pusat .....                         | 7       |
| 2. <i>Meningioma</i> .....                                                | 11      |
| 3. <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i> .....                          | 14      |
| 4. <i>Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)</i> .....                     | 18      |
| B. Kerangka Konsep .....                                                  | 32      |
| C. Definisi Operasional.....                                              | 32      |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                                    | 34      |
| A. Jenis Penelitian.....                                                  | 34      |
| B. Tempat dan Waktu penelitian .....                                      | 34      |
| C. Populasi dan Sampel .....                                              | 34      |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| D. Metode Pengumpulan Data .....        | 35        |
| E. Instrumen penelitian.....            | 35        |
| F. Pengolahan dan Analisis Data.....    | 36        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>37</b> |
| A. Hasil Penelitian .....               | 37        |
| B. Pembahasan.....                      | 51        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>               | <b>58</b> |
| A. Kesimpulan .....                     | 58        |
| B. Saran.....                           | 58        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>59</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>                         |           |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                      | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Gambar 2. 1</b> <i>Meningen</i> pada otak (10) .....                              | 8       |
| <b>Gambar 2. 2</b> Otak tampak <i>lateral</i> (10) .....                             | 9       |
| <b>Gambar 2. 3</b> otak pada potongan sagittal (10).....                             | 10      |
| <b>Gambar 2. 4</b> Penempatan <i>single voxel</i> pada <i>Meningioma</i> (27). ..... | 22      |
| <b>Gambar 2. 5</b> <i>SVS vs Multi-Voxel</i> (23) .....                              | 23      |
| <b>Gambar 2. 6</b> <i>Sequence PRESS</i> (23) .....                                  | 25      |
| <b>Gambar 2. 7</b> <i>Sequence STEAM</i> (23) .....                                  | 26      |
| <b>Gambar 2. 8</b> <i>Slice midline Sagittal SE T1-weighted</i> (2).....             | 28      |
| <b>Gambar 2. 9</b> <i>Gambar Sagittal SE T1-weighted</i> (2).....                    | 29      |
| <b>Gambar 2. 10</b> Kerangka Konsep .....                                            | 32      |
| <b>Gambar 4. 1</b> MRI Siemens Magnetom Vida Fit 3 Tesla.....                        | 38      |
| <b>Gambar 4. 2</b> <i>Head coil 64</i> .....                                         | 38      |
| <b>Gambar 4. 3</b> <i>Operator Console dan Monitoring Camera</i> .....               | 39      |
| <b>Gambar 4. 4</b> <i>Emergency Button dan Fiksasi</i> .....                         | 40      |
| <b>Gambar 4. 5</b> <i>Selimut dan Body Strap</i> .....                               | 40      |
| <b>Gambar 4. 6</b> <i>DVD-R dan Processing Unit</i> .....                            | 41      |
| <b>Gambar 4. 7</b> <i>Posisi Central Point</i> (2) .....                             | 42      |
| <b>Gambar 4. 8</b> <i>Input Data Pasien</i> .....                                    | 43      |
| <b>Gambar 4. 9</b> <i>Pilih Gambar dari sequence T1 MPRAGE + C</i> .....             | 44      |
| <b>Gambar 4. 10</b> <i>Penempatan Multi Voxel Spectroscopy (MVS)</i> .....           | 44      |
| <b>Gambar 4. 11</b> <i>Menentukan Frekuensi MR Spectroscopy</i> .....                | 45      |
| <b>Gambar 4. 12</b> <i>Hasil MRS Subjek 1</i> .....                                  | 46      |
| <b>Gambar 4. 13</b> <i>Hasil MRS Subjek 2</i> .....                                  | 46      |
| <b>Gambar 4. 14</b> <i>Hasil MRS Subjek 3</i> .....                                  | 47      |
| <b>Gambar 4. 15</b> <i>Hasil MRS Subjek 4</i> .....                                  | 47      |
| <b>Gambar 4. 16</b> <i>Hasil MRS Subjek 5</i> .....                                  | 48      |
| <b>Gambar 4. 17</b> <i>Hasil MRS Subjek 6</i> .....                                  | 48      |
| <b>Gambar 4. 18</b> <i>Hasil MRS Subjek 7</i> .....                                  | 49      |
| <b>Gambar 4. 19</b> <i>Hasil MRS Subjek 8</i> .....                                  | 49      |
| <b>Gambar 4. 20</b> <i>Hasil MRS Subjek 9</i> .....                                  | 50      |
| <b>Gambar 4. 21</b> <i>Hasil MRS Subjek 10</i> .....                                 | 50      |

## DAFTAR TABEL

|                                                                             | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Tabel 2. 1</b> <i>Sequence</i> MRI <i>Brain</i> tumor (29) .....         | 29      |
| <b>Tabel 2. 2</b> Definisi Operasional .....                                | 32      |
| <b>Tabel 4. 1</b> Parameter Pemeriksaan MRS di RS Pusat Otak Nasional ..... | 43      |
| <b>Tabel 4. 2</b> Nilai Metabolit pada setiap subjek .....                  | 55      |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Biodata Penulis
- Lampiran 2 Biodata Pembimbing Utama/Materi
- Lampiran 3 Biodata Pembimbing Pendamping/Teknis
- Lampiran 4 Surat Permohonan Izin Observasi
- Lampiran 5 Surat Izin Observasi RSPON
- Lampiran 6 Lembar Observasi
- Lampiran 7 Pedoman Wawancara
- Lampiran 8 Surat Pernyataan Responden (Wawancara)
- Lampiran 9 Naskah Penjelasan
- Lampiran 10 Persetujuan Setelah Penjelasan (PSP)
- Lampiran 11 Surat Permohonan *Ethical Clearance*
- Lampiran 12 Surat *Ethical Clearance* RSPON
- Lampiran 13 Lembar Wawancara Radiografer
- Lampiran 14 Lembar Wawancara Radiolog
- Lampiran 15 Formulir Persetujuan Pemeriksaan di RSPON
- Lampiran 16 Formulir Anamnesa Pasien MRI di RSPON
- Lampiran 17 SPO Pemeriksaan MRI *Brain* di RSPON
- Lampiran 18 Hasil Ekspertise Radiolog
- Lampiran 19 Lembar Bimbingan Skripsi
- Lampiran 20 Hasil Cek Plagiarisme

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang (*spinal cord*). Otak, yang berfungsi sebagai pusat pengendalian utama tubuh, ditempatkan di dalam rongga tengkorak dan dilindungi oleh selaput *meninges*. Selaput ini terbagi menjadi tiga lapisan: *duramater*, yang merupakan lapisan luar dan menempel pada tulang; *arachnoid*, lapisan tengah yang memiliki bentuk mirip jaring laba-laba; dan *piamater*, lapisan paling dalam yang berdekatan langsung dengan permukaan otak. Otak terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu *cerebrum* atau otak besar, *cerebellum* atau otak kecil, dan *medulla spinalis*, yang semuanya terletak di dalam *cranium* dan *canal* tulang belakang. Sementara itu, *spinal cord* adalah komponen sistem saraf pusat yang berposisi di dalam tulang belakang (1). Tumor primer dan/atau penyakit metastasis, AIDS (*toksoplasmosis*), *infark (cerebral vascular accident (CVA))* dan *transientischaemic attack (TIA)*), perdarahan, kehilangan pendengaran, gangguan penglihatan, infeksi, trauma, gejala penyakit neurologis yang tidak dapat dijelaskan, perencanaan pra-operasi, perencanaan terapi radiasi, dan tindak lanjut (pengobatan atau pembedahan) merupakan contoh – contoh gangguan pada otak yang umum terjadi (2).

*Meningioma* adalah tumor kedua yang paling banyak ditemukan pada kasus tumor otak dan merupakan salah satu jenis tumor primer yang paling sering ditemukan. *Meningioma* adalah tumor jinak *ekstraaksial*, atau tumor yang muncul di luar jaringan parenkim otak, dan merupakan tumor primer *intrakranial* yang umum, yang merupakan sekitar 37% dari semua tumor sistem saraf pusat. Frekuensi *Meningioma* lebih tinggi pada populasi usia lanjut (3). Menurut Buerki dkk (4) beberapa ahli sering menjumpai tumor yang berasal dari jaringan *dural*. *Meningioma* terkadang dikaitkan dengan morbiditas termasuk gangguan neurologis *fokal*, kejang, dan kualitas hidup yang lebih rendah, meskipun memiliki reputasi sebagai tumor jinak.

*Meningioma* dibagi menjadi tiga kelas utama menurut sistem klasifikasi world health organization (WHO) untuk tumor sistem saraf pusat (SSP) yaitu: grade I (*benigna* atau jinak), grade II (*intermediate* atau menengah), grade III (*maligna* atau ganas). Klasifikasi WHO untuk *Meningioma* sangat bergantung pada kriteria *histografi* dan *sitomorfologi*, memprediksi kelangsungan hidup pasien secara keseluruhan dan memperkirakan kemungkinan kekambuhan tumor adalah tujuan utama memiliki sistem kategorisasi yang sesuai. Metode klasifikasi dapat digunakan dalam beberapa keadaan untuk memprediksi bagaimana pasien akan bereaksi terhadap pengobatan tertentu (5). Gejala *Meningioma* meliputi sakit kepala yang disebabkan oleh peningkatan tekanan *intrakranial*, kelainan neurologis *fokal* (termasuk saraf kranial) dan kejang parsial yang disebabkan oleh efek massa *fokal*. Khususnya pada *Meningioma* anterior (frontal) atau *parasagital*, perubahan kepribadian, disorientasi, dan perubahan kondisi kesadaran dapat diamati. Gejala-gejala ini pada awalnya salah didiagnosis sebagai depresi atau *demensia*. Pasien yang menunjukkan gejala serupa mungkin memiliki kelainan otak lainnya, seperti *glioma* atau tumor metastasis, yang merupakan bagian dari diagnosis banding (4).

*Magnetic Resonance Imaging* (MRI) adalah teknik diagnostik yang sering kali diterapkan untuk menentukan ada tidaknya tumor otak. Jika pemeriksaan MRI *advance*, seperti MRS digunakan dengan pemeriksaan MRI untuk diagnosis tumor otak, maka pemeriksaan MRI akan menghasilkan gambar yang lebih informatif (6). Menurut Fujima dkk (7) Metode non-invasif yang disebut *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dapat menilai konsentrasi metabolit jaringan dan memberikan informasi fungsional. Mengikuti pemeriksaan *Brain* rutin tanpa menggunakan bahan kontras, teknik MRS diterapkan pada area tertentu dari gambar anatomi otak. Penting untuk menghindari penempatan *voxel* di area yang tidak homogen, seperti darah, udara, tulang, atau *cerebrospinal fluid* (CSF).

Pada MRI, distribusi dan interaksi air (proton  $^1\text{H}$ ) dalam jaringan ditunjukkan, sementara MRS menganalisis sinyal proton hidrogen yang melekat pada molekul lain dalam metabolit otak (8). MRS menggunakan dua teknik yaitu: teknik *Multi Voxel Spectroscopy* (MVS) dan *Single Voxel*

*Spectroscopy* (SVS) (6). Suatu area yang ditetapkan sebagai ROI (*Region Of Interest*) dapat dievaluasi konsentrasi metabolitnya dengan menggunakan MR *Spectroscopy*. Berdasarkan susunan molekul dan karakteristik kimiawi jaringan, *Spectroscopy* menghasilkan spektrum frekuensi. Lokasi dan ukuran puncak dalam pengukuran spektrum memberikan informasi tentang ikatan antara atom dan molekul. Meskipun deteksi hidrogen merupakan fokus utama dari sebagian besar *Spectroscopy* klinis, inti MR lainnya juga dapat dievaluasi dengan teknologi yang lebih maju (9).

Protokol pemeriksaan MRI *Brain* yang sesuai harus dilakukan dengan *sequence* tertentu, untuk mendapatkan gambar yang diinginkan, menurut Westbrook (2), *sequence- sequence* yang digunakan untuk pemeriksaan *Brain* rutin di antaranya yaitu: *sagittal* SE/FSE/*Incoherent (spoiled)* GRE T1, *Axial/oblique* SE/FSE PD/T2 dan *coronal* SE/FSE PD/T2. *Sequence* tambahan yang digunakan adalah *Axial/oblique* IR T1, *Axial/oblique* FLAIR/EPI, *Axial/oblique* SE/FSE/*incoherent (spoiled)* GRE T1, SS-FSE T2, *axial* 3D *incoherent*, *Axial/oblique* GRE/EPI T1/T2, dan *axial* DWI (*Diffusion Weighted Imaging*)

Selama melakukan pengamatan atau survei di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta (RSPON), pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* digunakan pada pemeriksaan MRI otak untuk berbagai macam kasus, antara lain tumor, massa, kanker, dan lain sebagainya yang mengganggu jaringan otak normal dan metabolitnya. Multi *voxel*, yang merupakan bagian dari rangkaian *Spectroscopy*, merupakan pemilihan teknik yang secara rutin digunakan pada aplikasi MRS di Instalasi Radiologi RSPON.

Protokol MRI *Brain* rutin yang digunakan meliputi *Localiter*, axial DWI, axial T2 FLAIR, DWI Resolve axial, T1 MPRAGE, T2 TSE coronal, T2 SWI axial (non kontras), Perfusi, T2 TSE axial, T1 MPRAGE (post kontras) dan dilanjutkan dengan tambahan *sequence* MR *Spectroscopy* menggunakan teknik Multi *Voxel Spectroscopy* (MVS).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Instalasi Radiologi RSPON, bahwa jumlah rata-rata pada pemeriksaan MRI di tahun 2023

sebanyak 5.760 pasien. Pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) rata-rata dalam sebulan sebanyak 80 pasien, dan pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dengan klinis *Meningioma* rata-rata dalam sebulan sebanyak 10 pasien.

*Meningioma* adalah jenis tumor otak primer yang paling sering ditemukan, meskipun ada perbedaan dalam keganasannya. Ketika dicurigai adanya tumor otak, pemeriksaan MRI kepala dilakukan dengan penambahan *sequence Spectroscopy*, yaitu dengan teknik *multi voxel*. Teknik ini dapat menampilkan berbagai nilai metabolit antara tumor dan jaringan normal, tetapi keakuratan dalam pemilihan teknik yang dipilih akan menentukan hasil spektrum yang diperoleh. Di Instalasi radiologi RSPON seringkali menggunakan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dengan teknik *multi voxel* pada kasus tumor otak. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis tentang *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS), yang kemudian diangkat menjadi Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PEMERIKSAAN MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY (MRS) PADA KLINIS MENINGIOMA DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA**”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana prosedur pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada klinis *Meningioma* di RSPON?
2. Bagaimana hasil gambar pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada klinis *Meningioma* di RSPON?

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu hanya pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dengan klinis *Meningioma* di Instalasi Radiologi RSPON.

## **D. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menganalisis pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada klinis *Meningioma* di RSPON.

### **2. Tujuan Khusus**

Adapun tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan prosedur pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada klinis *Meningioma* di RSPON
- b. Menganalisis hasil gambar pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dengan klinis *Meningioma* di RSPON.

## **E. Manfaat penelitian**

Manfaat penelitian yang diharapkan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **1. Penulis**

Menambah pengetahuan dan pengalaman tentang pemeriksaan *magnetic resonance Spectroscopy* pada klinis *meningioma*

### **2. Keilmuan**

Secara teoritis diharapkan agar penelitian ini dapat menjadi referensi atau pengembangan dari Ilmu Radiologi khususnya mengenai pemeriksaan *magnetic resonance Spectroscopy* pada klinis *meningioma*, serta menjadi pengembangan teori dalam pendidikan, dan dapat di aplikasikan di Departemen Radiologi seluruh Indonesia agar dapat memberikan pelayanan yang optimal.

### **3. Institusi**

Menjadi bahan acuan untuk pemeriksaan *magnetic resonance Spectroscopy* pada klinis *meningioma*

### **4. Subjek Penelitian (Pasien)**

Bagi subjek penelitian atau pasien, di harapkan mendapatkan hasil yang maksimal dan hasil yang tepat untuk menegakkan diagnosa.

## **F. Keaslian Penelitian**

1. Fadly, (2022) Analisis Magnetic Resonance *Spectroscopy* Kepala Pada Kasus Tumor Otak Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak DR.DRS.M.Hatta Bukittinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemeriksaan MRS kepala pada kasus tumor otak di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak Dr. Drs. M. Hatta Bukittinggi. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa pemeriksaan MRS berguna dalam mendeteksi adanya tumor otak. adanya hubungan antara kualitas citra pada pemeriksaan MRS dengan persiapan prosedur pemeriksaan dan teknik pemeriksaan yang dilakukan radiografer. Perbedaan yaitu pada lokasi penelitian dan pada penelitian ini penulis membahas pada klinis yang lebih spesifik yaitu Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma*.

## BAB II

### KAJIAN TEORI KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### A. Kajian Teori

##### 1. Anatomi dan Fisiologi Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang (*spinal cord*). Otak berfungsi sebagai pusat pengendalian utama tubuh, ditempatkan di dalam rongga tengkorak dan dilindungi oleh selaput *meninges*. Selaput ini terbagi menjadi 3 lapisan: *Duramater* lapisan luar dan menempel pada tulang; *Arachnoid* lapisan tengah yang memiliki bentuk mirip jaring laba-laba; dan *Piamater* lapisan paling dalam yang berdekatan langsung dengan permukaan otak. Otak terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu *cerebrum* atau otak besar, *cerebellum* atau otak kecil, dan *medulla spinalis*, yang semuanya terletak di dalam *cranium* dan *canal* tulang belakang. *Spinal cord* adalah komponen sistem saraf pusat yang berposisi di dalam tulang belakang (1).

##### a. Ruang yang terdapat dalam *meninges*

###### 1) *Extradural space*

Ruang yang terletak antara dura mater dan tulang *cranium* disebut ruang *extradural*. Lapisan periosteal dari dura mater melekat erat pada tulang yang mengelilingi rongga tengkorak (10).

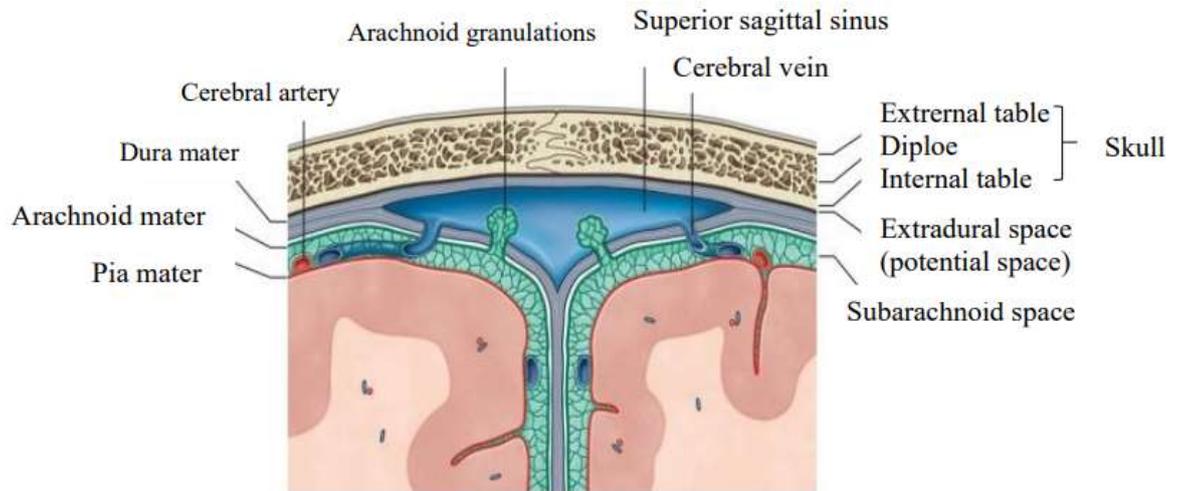
###### 2) *Subdural space*

Secara anatomi, ruang *subdural* sebenarnya tidak ada.. Akumulasi darah di area ini (*hematoma subdural*) akibat cedera menyebabkan pemisahan lapisan sel batas *dura*, yang merupakan lapisan paling dalam dari *dura meningeal*. Sel-sel batas *dura* adalah sel-sel datar yang dikelilingi oleh ruang ekstraselular yang diisi dengan material *amorf*. Persambungan sel antara sel-sel ini dengan lapisan *arachnoid* di bawahnya terkadang ditemukan, meskipun jarang terjadi. (10).

###### 3) *Subarachnoid space*

Ruang *subarachnoid* berada di bawah lapisan *arachnoid mater*. Ruang ini terbentuk karena *arachnoid mater* menempel pada permukaan dalam dari *dura mater* dan tidak mengikuti kontur otak, sedangkan *pia mater* yang berada

langsung di permukaan otak, mengikuti dengan erat lekukan dan celah pada permukaan otak. Ruang *subarachnoid* yang sempit tercipta di antara *arachnoid* dan *piamater* (10). Gambar *meningen* otak ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini:



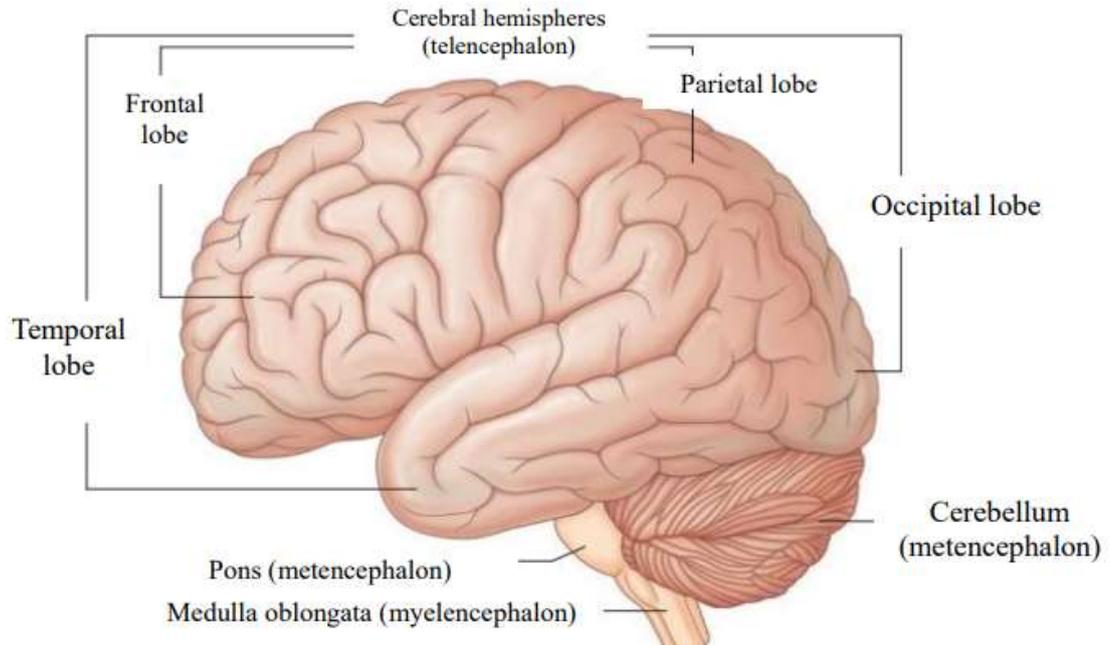
**Gambar 2. 1** *Meningen* pada otak (10)

## b. Otak

Otak merupakan elemen penting dalam sistem saraf pusat. Dalam proses perkembangannya, otak dapat dibagi menjadi lima bagian, kelima bagian tersebut adalah (10):

### 1) *Cerebrum* (Otak besar)

*Telencephalon*, yang juga dikenal sebagai *cerebrum*, merupakan bagian besar dari otak, yang terdiri dari 2 hemisfer yaitu hemisfer kanan dan kiri. Permukaan luar dari hemisfer ini memiliki struktur berbentuk tonjolan yang disebut *gyrus* (punggung korteks) dan lekukan yang disebut *sulcus*. Penghubung antara hemisfer kanan dan kiri disebut *corpus callosum*. Kedua hemisfer ini dipisahkan sebagian oleh sebuah celah dalam yang dikenal sebagai *fissura longitudinal*. *Cerebrum* terdiri dari beberapa *lobus* sesuai dengan letaknya (*lobus frontalis*, *lobus parietalis*, *lobus oksipitalis*, dan *lobus frontalis*) (10). Gambar otak tampak *lateral* ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut ini:



**Gambar 2. 2** Otak tampak *lateral* (10)

## 2) *Diencephalon*

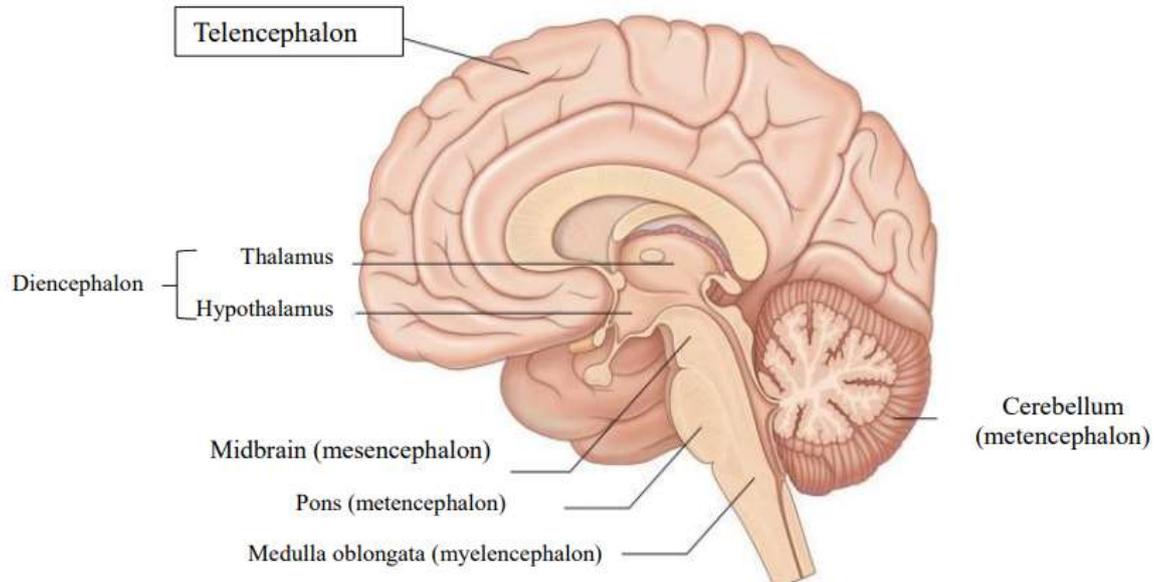
*Diencephalon* yang tidak terlihat secara langsung pada otak orang dewasa karena berada di bawah hemisfer *cerebral*, meliputi *thalamus* dan *hypothalamus*, serta beberapa struktur lainnya. Secara klasik, *diencephalon* diakui sebagai bagian terdepan dari batang otak (*Brainstem*). *Brainstem* umumnya digunakan untuk menggambarkan *mesencephalon* (*midBrain*), pons, dan *medulla* (10).

## 3) *MidBrain*

*Mesencephalon*, dikenal juga sebagai *midBrain*, adalah bagian pertama batang otak yang tampak pada pemeriksaan otak dewasa yang utuh. Struktur ini terletak di area yang menghubungkan *fossa cranial* bagian tengah dengan bagian posterior.

## 4) *Cerebellum* (Otak kecil)

*Metencephalon* adalah asal usul dari *cerebellum*, yang meliputi dua hemisfer lateral dan sebuah garis tengah di area *fossa cranial* posterior. Bagian ini juga membentuk pons, yang posisinya berada di anterior *cerebellum*. Pons adalah struktur yang menonjol di batang otak, terletak di bagian paling anterior dari *fossa cranial* posterior, berdekatan dengan *clivus* dan *dorsum sellae* (10). Gambar otak pada potongan *sagittal* ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini:



**Gambar 2. 3** otak pada potongan sagittal (10)

#### 5) *Medulla oblongata (myelencephalon)*

*Medulla oblongata* dikenal sebagai *myelencephalon*, merupakan segmen terbawah batang otak (*Brainstem*). Bagian ini mencapai titik akhirnya di *foramen magnum* atau pada bagian awal dari saraf *cervical* pertama. Saraf *cranial* VI hingga XII juga melekat pada bagian ini. (10).

#### c. Sistem *limbik*

Sistem *limbik* atau yang dikenal sebagai "otak emosional", bertanggung jawab untuk menentukan bagaimana peristiwa, perilaku, dan keadaan memengaruhi emosi seseorang. Sistem ini juga menciptakan, menyimpan, dan mengambil ingatan khususnya yang membangkitkan emosi yang intens dan memandu reaksi emosional. *Diencephalon* dan aspek medial dari setiap *cerebral* hemisfer menampung banyak komponen yang membentuk sistem *limbik*. Struktur *limbik*, yang terdiri dari *cingulate gyrus*, *septal nuclei*, bagian dari *amygdaloid body*, dan formasi *hippocampal*, membentuk sebuah cincin yang luas di *cerebrum*. *Nuclei thalamic anterior* dan *hypothalamus* adalah dua struktur *limbik* utama dalam *diencephalon*. *Fornix* dan saluran serat lainnya menghubungkan sistem *limbik* (11).

## 2. *Meningioma*

### a. Pengertian *Meningioma*

*Meningioma* adalah tumor yang paling umum terjadi pada sistem saraf pusat (SSP). Tumor jinak yang tumbuh secara perlahan ini diyakini berasal dari sel *meningothelial (arachnoid)*. Tumor berbasis *dural* umumnya dianggap jinak, tetapi lokasinya dapat memengaruhi kemampuannya untuk menimbulkan morbiditas dan menghasilkan berbagai gejala yang tidak spesifik (12).

### b. Histopatologi *Meningioma*

Central *Brain* Tumor Registry of the USA (CBTRUS) di Amerika Serikat mengumpulkan data dari tahun 1998 hingga 2002 yang mengindikasikan angka kejadian 4,52 per 100.000 orang; dari tahun 2012 hingga 2016, angka ini meningkat menjadi 8,83. Insiden *Meningioma* berhubungan dengan usia; pada anak-anak berusia 0-19 tahun, 0,14 per 100.000; pada orang dewasa berusia 75-84 tahun, 37,75 per 100.000. Perempuan dua hingga tiga kali lebih mungkin terkena *meningioma* dibandingkan laki-laki. Selama fase *luteal* dan selama kehamilan, *meningioma* tumbuh lebih cepat (13). Sebanyak 10% *meningioma* ditemukan pada *meninges* tulang belakang, sementara 90% ditemukan di intrakranial. Seseorang yang berusia di atas 65 tahun dan lanjut usia lebih mungkin mengalami *meningioma*. *Meningioma* hanya mencakup 0,4-4,1% dari seluruh tumor pediatrik, sehingga sangat jarang terjadi pada anak-anak. (14)

### c. Klasifikasi *Meningioma*

*Meningioma* dinilai dengan menggunakan sistem penilaian tumor standar World Health Organization (WHO). Standar WHO terbaru membagi *meningioma* ke dalam tiga tingkatan klasifikasi berdasarkan kriteria *histologis*, yang menghasilkan 15 sub tipe. Penilaian ini memengaruhi strategi pengobatan karena terkait dengan kemungkinan ke kambuhan dan kelangsungan hidup secara keseluruhan (12).

*Meningioma grade I* didefinisikan oleh WHO sebagai tumor tingkat rendah (*typical*) dengan sel yang berkembang biak secara perlahan. *Meningioma atypical grade II* adalah tumor tingkat menengah yang memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk kambuh setelah dilakukan pengangkatan. *Meningioma anaplastic (grade III)* adalah tumor ganas yang ditandai dengan pertumbuhan yang agresif dan cepat (12).

*Meningioma paling sering terlihat di area berikut: Convexity (hemisfer lateral, 20-37%), parasagital (area hemisfer medial), 13-22% (termasuk Meningioma falcine, 5%) vertebral column (7-12%), cranial base (43-51%), frontobasal (10-20%), sphenoid dan middle cranial (9-36%), fossa posterior (6-15%), tentorium cerebelli (2-4%), cerebellar convexity (5%), angle cerebellopontine (2-11%), foramen magnum (3%); dan petroclival (<1-9%), intraventricular (1-5%), orbital (<1-2%), dan lokasi ektopik (<1%). Meningioma grade I yang lebih tinggi lebih sering terdeteksi di daerah convexity, parasagital, falcine, torcular, dan intraventricular, sedangkan Meningioma grade I lebih sering ditemukan di dasar cranial (12).*

Beberapa *Meningioma* ditemukan di sinus vena otak dan dasar *cranial*, tempat sel tutup *arachnoid* yang paling banyak ditemukan. Sub tipe berikut ini didasarkan pada lokasi tumor menurut American Association of Neurological Surgeons (15):

- 1) *Meningioma Cavernous Sinus*: Terjadi di dekat bagian otak yang mengangkut darah yang kekurangan oksigen ke jantung.
- 2) *Meningioma Cerebellopontine Angle*: *Meningioma* ini terletak di sekitar batas *cerebellum*. Hal ini sering dikaitkan dengan *schwannoma vestibular*, atau *neuroma* akustik.
- 3) *Meningioma Cerebral Convexity*: Kondisi ini memengaruhi permukaan atas konveksitas *cerebral*.
- 4) *Meningioma Foramen Magnum*: Kondisi ini terletak di dekat lubang di dasar tengkorak yang dilalui oleh bagian bawah batang otak.
- 5) *Intraorbital Meningioma* : Di dalam atau di dekat rongga mata.
- 6) *Meningioma Intraventricular*: Kondisi ini memengaruhi ruang cairan yang menciptakan dan mendistribusikan CSF, yang merupakan substansi yang mengelilingi otak.
- 7) *Meningioma Alur Olfactorius* : Kondisi ini ditemukan di sepanjang saraf yang menghubungkan otak dan hidung.
- 8) *Meningioma Falx/Parasagital*: Di samping lipatan *dural* yang membagi dua hemisfer.

- 9) *Meningioma Petrous Ridge*: Bagian organ yang membantu pendengaran terletak di tulang temporal, yang menopang pelipis.
- 10) *Meningioma Fossa Posterior*: Kondisi ini memengaruhi area di belakang otak.
- 11) *Meningioma Sphenoid*: Di bawah mata, dekat dengan tulang *sphenoid*.
- 12) *Meningioma Spinal*: Ditemukan di *spinal cord* dan terkadang tulang belakang (*spine*).
- 13) *Meningioma Supersellar*: Kondisi ini terletak dekat dengan lokasi kelenjar hipofisis (*pituitary gland*) di tengkorak.
- 14) *Meningioma Tentorium*: Kondisi ini terletak di *tentorium cerebelli*, yang merupakan daerah pertemuan otak dan *Brainstem*.

#### **d. Gejala *Meningioma***

*Meningioma* biasanya tidak menimbulkan gejala apa pun hingga ukurannya menjadi cukup besar, karena *meningioma* adalah tumor jinak yang tumbuh lambat. *Meningioma* tertentu mungkin tidak terdeteksi selama hidup pasien, atau mungkin secara tidak sengaja ditemukan saat pasien menjalani pemeriksaan otak untuk memeriksa gejala-gejala yang tidak terkait. Ukuran dan lokasi tumor menentukan tanda dan gejala yang muncul. Menurut American Association of Neurological Surgeons (18), gejala *meningioma* adalah:

- 1) Sakit kepala
- 2) Kejang sehubungan dengan epilepsi
- 3) Perubahan perilaku atau kepribadian
- 4) Defisit neurologis *fokal* progresif
- 5) Perasaan bingung
- 6) Mengantuk
- 7) *Tinnitus* atau gangguan pendengaran
- 8) Kelemahan pada otot
- 9) Muntah atau mual
- 10) Abnormalitas visual

#### e. Diagnosa dan Evaluasi Klinis

*Magnetic Resonance Imaging* (MRI) adalah salah satu teknik diagnostik yang digunakan untuk mengidentifikasi tumor otak. Gambar yang lebih jelas dapat diperoleh dari pemeriksaan MRI untuk identifikasi tumor otak jika ditambah dengan pemeriksaan *magnetic resonance Spectroscopy* (MRS). Tingkat konsentrasi berbagai komponen biokimia yang berbeda yang ditemukan dalam jaringan tubuh diukur dengan menggunakan teknik non-invasif yang disebut sistem pengenalan molekuler, atau MRS. (6).

Diagnosis *meningioma* mungkin sulit dilakukan karena beberapa alasan. Karena *meningioma* adalah tumor yang tumbuh lambat dan biasanya menyerang orang dewasa, penderita, dokter, atau keduanya sering keliru mengira gejala yang dialami hanya sebagai tanda-tanda penuaan biasa. Metode pencitraan canggih seperti *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) dapat membantu menganalisis profil kimiawi tumor dan menentukan jenis lesi yang ditunjukkan pada MRI. Biopsi kadang diperlukan untuk menegakkan diagnosis *meningioma*, yaitu ahli bedah saraf mengambil jaringan untuk dianalisis oleh ahli neuropatologi. Ini penting untuk menentukan apakah tumor bersifat jinak (*benigna*) atau ganas (*maligna*) dan membantu memilih manajemen terapeutik yang tepat (15).

### 3. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)

#### a. Pengertian MRI

Pemeriksaan otak dalam format *multiplanar* (*axial*, *sagittal*, dan *coronal*) dapat dilakukan dengan menggunakan *magnetic resonance imaging* (MRI), sebuah teknik pencitraan diagnostik dengan kontras dan resolusi spasial yang tinggi. Karakteristik MRI yang non-invasif dan kemampuannya untuk menghasilkan gambar dengan berbagai fitur anatomi menjadi alasan pemilihannya (6).

Hampir semua pasien yang mengalami gangguan neurologis memerlukan beberapa jenis pengujian diagnostik, yang mungkin melibatkan *magnetic resonance imaging* (MRI), pencitraan fungsional, dan evaluasi keberhasilan pengobatan untuk diagnosis dan karakterisasi lesi (16).

## b. Parameter MRI

### 1) *Time Repetition (TR)*

TR, yang mengukur jumlah relaksasi longitudinal antara akhir satu pulsa eksitasi RF dan penerapan pulsa berikutnya, adalah interval waktu yang dinyatakan dalam *milisecond* (ms) untuk setiap *slice*. Sebagai hasilnya, TR menentukan berapa banyak relaksasi T1 yang terjadi setelah pembacaan sinyal (17).

### 2) *Time Echo (TE)*

Tingkat peluruhan magnetisasi transversal ditentukan oleh waktu, yang dinyatakan dalam *milisecond* (ms), antara penerapan pulsa eksitasi RF dan puncak sinyal yang dibuat dalam *receiver coil*. Durasi ini dikenal sebagai TE. Dengan demikian, ketika sinyal dibaca, jumlah relaksasi T2 dikontrol oleh TE (17).

### 3) *Slice Thickness*

Menurut Westbrook (17), *Bandwidth* transmisi berbanding lurus dengan ketebalan *slice*. Resonansi di seluruh *slice* harus diciptakan dengan mentransmisikan berbagai frekuensi untuk menentukan ketebalan *slice*. Karena radio frekuensi (RF) ditransmisikan, rentang frekuensi ini sering disebut sebagai *bandwidth* transmisi. Kemiringan *gradien* pemilihan *slice*, yang memengaruhi SNR dan resolusi spasial, juga menentukan ketebalan *slice* (9).

### 4) NEX/NSA

*Number Of Signal Averages (NSA)* atau *Number Of Excitations (NEX)* Jumlah kali setiap *echo* diambil sampelnya di sepanjang kemiringan *gradien* pengkodean fase yang sama, yang mengisi setiap baris *k-space* beberapa kali. Lebih banyak informasi disimpan dalam setiap baris *k-space* ketika NSA lebih besar, dan sebaliknya ketika NSA lebih rendah (9).

### 5) *Field of View (FOV)*

Apabila *field of view* (FOV) pada gambar dihitung dengan mengalikan ukuran *pixel* dengan jumlah *pixel*, FOV dalam *k-space* ditentukan dengan membagi dimensi *k-space* dengan jarak antara setiap titik data (17).

## 6) Matriks

Berapa banyak baris *k-space* yang harus diisi agar pemindaian selesai ditentukan oleh matriks. Pemindaian akan selesai jika:

- a) *Phase Matrix* 128 dipilih; 128 baris terisi; dan 128 TR diperlukan untuk menyelesaikan pemindaian.
- b) *Phase Matrix* 256 dipilih, 256 baris diisi, dan 256 TR diperlukan untuk menyelesaikan pemindaian.

Waktu pemindaian meningkat seiring bertambahnya *phase matrix* karena *phase matrix* yang lebih besar membutuhkan waktu lebih lama untuk mengisi *k-space* dibandingkan dengan *phase matrix* yang lebih kecil atau lebih kasar (17).

## 7) *Flip Angle (FA)*

Sudut pergerakan *net magnetization vector* (NMV) sebagai hasil dari pulsa eksitasi RF dikenal sebagai *flip angle* (9). Secara signifikan, *flip angle* mempengaruhi *saturation effect*. Hal ini menunjukkan bahwa ketika *flip angle* yang lebih besar dari 90° diterapkan, NMV diputar pada sudut yang lebih kecil daripada *sequence spin echo* (17).

## 8) *Bandwidth*

*Bandwidth* transmisi adalah *bandwidth* (atau rentang frekuensi) yang digunakan untuk membuat *slice* pulsa eksitasi RF. Ketebalan *slice* tertentu dimungkinkan oleh *bandwidth* transmisi. Rentang frekuensi yang di sampel atau didigitalkan dengan menerapkan filter pada frekuensi yang dikodekan oleh *gradien* pengkodean frekuensi dalam jendela pengambilan sampel *receive bandwidth* yang ditentukan secara tepat dikenal sebagai *receive bandwidth* (17).

## c. Kualitas Citra MRI

### 1) Pengertian Kualitas Citra MRI

Teknik pencitraan MRI cukup kompleks karena hasil gambarannya bergantung pada beragam parameter. Dengan pemilihan parameter yang tepat, gambaran detail anatomi tubuh akan terlihat jelas, memungkinkan evaluasi mendalam terhadap anatomi dan patologi jaringan (18).

## 2) Indikator Kualitas Citra MRI dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhinya:

### a) *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Rasio amplitudo sinyal yang diterima terhadap amplitudo dasar rata-rata sinyal *noise* dikenal sebagai *Signal to Noise Ratio (SNR)*. Tegangan yang diinduksi oleh presesi koheren dalam kumparan penerima adalah sinyal *noise*. Magnetisasi pada bidang transversal atau pada saat sinyal TE bersifat kumulatif dan dapat diprediksi, yang dapat terjadi karena TE dan frekuensi tertentu atau frekuensi *Larmor*, hal ini bergantung pada banyak parameter dan dapat diubah (17).

*Noise* terdiri dari frekuensi yang terjadi pada waktu dan tempat yang acak dan tidak dapat diprediksi atau dideteksi oleh *coil* volume sama sekali. Gerakan termal pasien adalah sumber utama *noise* pada MRI, *noise* background yang *sistemik* juga dapat menjadi penyebabnya. Setiap pasien mengalami tingkat *noise* yang sama, yang ditentukan oleh *noise* intrinsik sistem serta bentuk tubuh pasien di area yang diperiksa (17).

### 3) *Contrast to Noise Ratio (CNR)*

*Contrast to noise ratio (CNR)* adalah perbedaan dalam *signal to noise ratio (SNR)* antara dua lokasi terdekat yang berada dalam kondisi yang sama. Karena CNR secara langsung memengaruhi kemampuan mata untuk membedakan antara area sinyal yang tinggi dan rendah, maka, ini kemungkinan merupakan elemen yang paling signifikan yang memengaruhi kualitas gambar (17).

### 4) *Spatial Resolution*

Ukuran *voxel* menentukan resolusi spasial, yang merupakan kapasitas untuk membedakan dua titik secara terpisah. Resolusi spasial yang tinggi dicapai dengan menggunakan *voxel* yang kecil. Karena setiap intensitas sinyal dijumlahkan dan bukan direpresentasikan sebagai perbedaan antara *voxel*, *voxel* yang besar menghasilkan resolusi spasial yang terbatas (17).

### 5) *Scan Time*

*Scan time* (waktu pemindaian) juga dikenal sebagai *k-space filling time* (waktu pengisian *k-space*) atau waktu penyelesaian akuisisi data (17).

#### 4. *Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)*

##### a. *Pengertian MR Spectroscopy (MRS)*

*Magnetic Resonance Imaging (MRI)* dan *magnetic resonance Spectroscopy (MRS)* adalah dua kategori aplikasi *nuclear magnetic resonance (NMR)* dalam domain biomedis. *Magnetic resonance Spectroscopy (MRS)* adalah prosedur pengujian non-invasif yang menggunakan resonansi magnetik untuk membandingkan komposisi kimiawi dari jaringan yang tidak normal dan jaringan yang normal, *magnetic resonance imaging (MRI)* adalah prosedur atau metode pemeriksaan non-invasif yang menggunakan resonansi magnetik untuk melokalisasi lokasi anatomis yang memiliki kelainan patologis. Teknik MRS digunakan untuk mendiagnosis anomali pada pasien stroke, termasuk keganasan, epilepsi, dan perubahan jaringan yang potensial (19).

##### b. *Prinsip MR Spectroscopy (MRS)*

###### 1) *Nukleus untuk in Vivo Spectroscopy*

*In vivo magnetic resonance Spectroscopy (MRS)* adalah tambahan yang berguna untuk *magnetic resonance imaging (MRI)*. Kedua teknik memanfaatkan fenomena NMR  $^1\text{H}$ , yang diterjemahkan ke dalam *spatial image* dan otak pada MRI, sedangkan pada MRS untuk menentukan konsentrasi metabolit otak (20).

Resonansi  $^1\text{H}$  NMR dan  $\text{H}_2\text{O}$  diukur dalam MRI, resonansi MR *Spectroscopy (MRS)* dapat digunakan untuk mengidentifikasi molekul yang terkait dengan berbagai kondisi penyakit dengan membandingkan sinyal yang diamati *in vivo* dengan spektrum *fingerprint* yang memiliki frekuensi yang diketahui. Variasi frekuensi MR *Spectroscopy (MRS)* memungkinkan pengukuran resonansi nukleus-nukleus seperti  $^1\text{H}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{23}\text{Na}$ , dan  $^{19}\text{F}$  untuk mendeteksi metabolit. MR *Spectroscopy (MRS)* tidak memiliki sensitivitas yang cukup dalam perjalanan *in vivo*, penggunaan medan magnet eksternal yang lebih kuat dan kemajuan teknologi RF *coil* telah membuat teknik ini lebih umum digunakan dalam lingkungan quasi-klinis. (20).

###### 2) *Chemical shift*

Berdasarkan pada prinsip kondisi *Larmor*, frekuensi resonansi *nucleus* ditentukan oleh rasio antara *gyromagnetic* dan medan magnet yang terbuka.

*Nuclues* tidak berada dalam keadaan bebas tetapi merupakan bagian dari *chemical compound*, (dalam banyak kasus) sering kali terdapat *shielding* pada medan eksternal  $B_0$  oleh elektron di sekitarnya. Perubahan *nuclues* MR frekuensi dengan *screening* disebut *chemical shift* dan konsep ini merupakan hal yang utama dalam MR *Spectroscopy* (MRS) (21).

Perbedaan *Chemical environment* akan menghasilkan frekuensi resonansi nuklir yang berbeda, menimbulkan fenomena yang dikenal sebagai *chemical shift*. Oleh karena itu, spektrum frekuensi MR akan terdiri dari *nuclei* yang meresonansi pada frekuensi yang berbeda. Frekuensi ini bergantung pada kekuatan *magnetic field* yang digunakan dan umumnya dinyatakan dalam satuan tanpa dimensi yaitu *parts per million* (ppm), dengan merujuk pada titik referensi tertentu. Pada MR *Spectroscopy* (MRS)  $^1\text{H}$ , sebagai contoh air seringkali diacu pada 4,7 ppm. Meskipun *nuclei* utama yang banyak diteliti dalam MR *Spectroscopy* adalah  $^1\text{H}$  dan  $^{31}\text{P}$ , *nuclei* lain seperti  $^{13}\text{C}$ ,  $^{23}\text{Na}$ , dan  $^{19}\text{F}$  juga dapat diteliti pada MR *Spectroscopy* (MRS), apabila terdapat *coil* yang sesuai untuk mengatasi masalah *signal to noise ratio* (SNR) yang rendah pada isotop tersebut. *Peaks* dalam spektrum MR juga dikenal sebagai resonansi (22).

### 3) *Scalar Coupling*

Terkait dengan struktur molekul pada *spektra* NMR *one-dimension*, fenomena spin-spin *coupling* (juga dikenal dengan *coupling* atau *scalar coupling*) antara *active nuclei* dalam NMR dapat menyediakan informasi penting. *Coupling* ini timbul dari polarisasi spin elektron dalam ikatan kimia antara *nuclei* yang aktif secara magnetik dengan spin nuclear. Fenomena ini dapat diukur dalam pola pemisahan sinyal resonansi NMR dasar yang terletak pada posisi tertentu dalam *chemical shift*. Jenis *coupling* ini memungkinkan rincian konektivitas atom dalam molekul untuk ditentukan (20).

"*J-Coupling*" juga dikenal sebagai "*scalar coupling*" merupakan fenomena pada MR *active nuclei*. *J-Coupling*, diukur dalam Hertz (Hz), terjadi ketika proton dalam suatu molekul dipengaruhi oleh proton tetangganya melalui penggunaan bersama elektron. Efek *J-Coupling* selalu saling mempengaruhi, jika *nucleus* A memengaruhi frekuensi presesi *nucleus* B

melalui *J-Coupling*, maka *nucleus* B juga memengaruhi *nucleus* A. Hasilnya adalah terdapat pemisahan spectral *peak*, modulasi fase *peak*, dan intensitas yang bervariasi sebagai fungsi dari TE (*J-evolution/scalar evolution*). Berbeda dengan *chemical shift*, *J-Coupling* tidak bergantung pada kekuatan medan magnet eksternal (23).

### c. Informasi Nilai Metabolit MR *Spectroscopy*

#### 1) *N-asetylaspartate* (NAA)

Puncak (*peak*) signifikan terlihat pada 2,02 ppm. Kehadiran ini dalam keadaan normal menunjukkan keutuhan saraf dan akson, sedangkan penurunan kadar NAA menandakan kehilangan atau kerusakan jaringan saraf, yang bisa terjadi akibat beragam jenis trauma otak (20).

#### 2) *Choline* (Cho)

Puncak (*peak*) signifikan terdeteksi di 3,2 ppm. Pada tingkat ini, peningkatan konsentrasi *Cho* mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas sel atau kerusakan pada membran, yang mungkin disebabkan oleh *demyelinisasi* atau keberadaan tumor ganas (20).

#### 3) *Creatine* (Cr)

Puncak (*peak*) signifikan pada 3.0 ppm menunjukkan perubahan pada *creatine* (Cr), yang berperan sebagai indikator proses metabolisme energi di otak. Penurunan progresif dalam tingkat *creatine*, bersama dengan metabolit utama lainnya, dapat menandakan kematian jaringan atau sel yang terutama disebabkan oleh penyakit, trauma, atau suplai darah yang tidak adekuat. Di sisi lain, kenaikan dalam kadar Cr bisa terjadi sebagai hasil dari trauma cranialcerebral (20)

#### 4) Lipid (Lip)

Puncak (*peak*) signifikan yang terletak di rentang 0,9-1,5 ppm menandakan kenaikan Lipid (Lip) dalam otak, yang sering menunjukkan adanya nekrosis lanjutan. Lipid juga ditemukan di jaringan biologis lain, seperti lemak di kulit kepala, serta di ruang antara kulit kepala dan tengkorak, sehingga bisa menyebabkan interpretasi yang keliru dalam hasil MR *Spectroscopy* (MRS) (20).

#### 5) *Lactate* (Lac)

Resonansi *doublet* yang muncul pada 1,33 ppm menandakan keberadaan *Lactate* (Lac). Umumnya, konsentrasi Lac lebih rendah dari batas deteksi dalam MR *Spectroscopy* (MRS), dan tidak teridentifikasi. Keberadaannya menunjukkan adanya glikolisis, yang biasanya terjadi dalam kondisi defisiensi oksigen. Beberapa kemungkinan penyebab fenomena ini termasuk iskemia, *hipoksia*, disfungsi *mitokondria*, dan berbagai jenis tumor (20).

#### 6) *Myo-inositol* (ml)

Pada 3,56 ppm, terdapat puncak dominan yaitu peningkatan konsentrasi *Myo-inositol* (ml) telah terdeteksi pada pasien yang menderita penyakit Alzheimer, berbagai jenis demensia, dan HIV (20).

#### 7) *Glutamate* (Glu) dan *Glutamine* (Gln)

Karakteristik resonansi yang terletak di kisaran 2,2 hingga 2,4 ppm menjadi ciri khas. Dalam penggunaan bersama dengan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), MR *Spectroscopy* (MRS) efektif dalam mengidentifikasi perubahan atau tingkat yang tidak biasa dari *Glutamate* (Glu) dan *Glutamine* (Gln). Dua kondisi yang dapat menyebabkan peningkatan metabolit ini termasuk *hiperamonia* dan *ensefalopati hepatic* (20).

#### 8) *Alanine* (Ala)

*Alanine* beresonansi pada 1,47 ppm dan merupakan puncak *doublet* yang terkait dengan *j-coupling*, yang tampak pada nilai-nilai TE antara 135 dan 144 ms. *Alanine* juga bisa bertumpang tindih (*overlapping*) dengan laktat, sehingga membentuk "triplet peak" yang tampak (24,25). *Alanine* yang ditemukan pada *meningioma* telah diidentifikasi sebagai oksidasi parsial glutamin atau dari peningkatan kadar piruvat yang disebabkan oleh penghambatan enzim piruvat kinase oleh L-*Alanine*. (26)

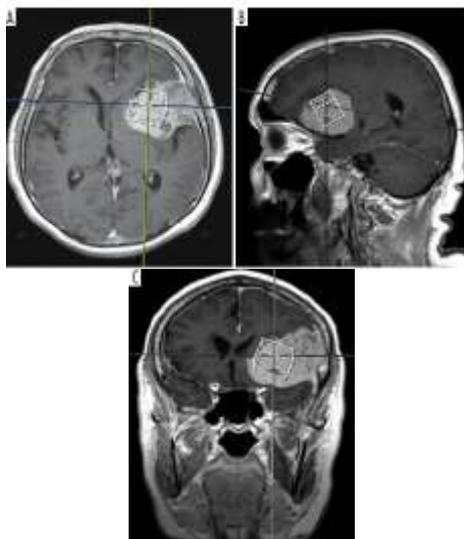
### d. Protokol dan Pulsa Sequence

#### 1) *Single Voxel Spectroscopy* (SVS)

*Single voxel Spectroscopy* (SVS) memanfaatkan gradien untuk menetapkan *voxel of interest* di dalam organ. Pengguna sebelumnya menentukan ukuran *voxel*, dan *voxel* tersebut menjadi satu-satunya sumber sinyal. Untuk meningkatkan *signal to noise ratio* (SNR) dalam *voxel* yang

lebih kecil jumlah sinyal yang diakumulasi dapat dapat ditingkatkan, hal ini membutuhkan *scanning time* yang lebih lama (22).

*Single voxel Spectroscopy* (SVS) mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan *chemical shift* imaging (CSI), bahkan dapat meningkatkan kemampuan penggambaran tumor. Sebagai contoh, *shimming* dapat dilakukan dengan sangat baik dalam SVS karena volume *voxel* lebih terbatas, sedangkan *shimming* homogen pada MRSI menjadi lebih sulit diterapkan pada seluruh *voxel* matrix region. Selain itu, SVS menunjukkan *signal to noise ratio* (SNR) yang lebih tinggi, menjadikan kuantifikasi lebih mudah, SNR yang lebih rendah pada MRSI dapat menghambat akurasi kuantifikasi (27). Gambar penempatan *single voxel* pada *meningioma* ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut ini:

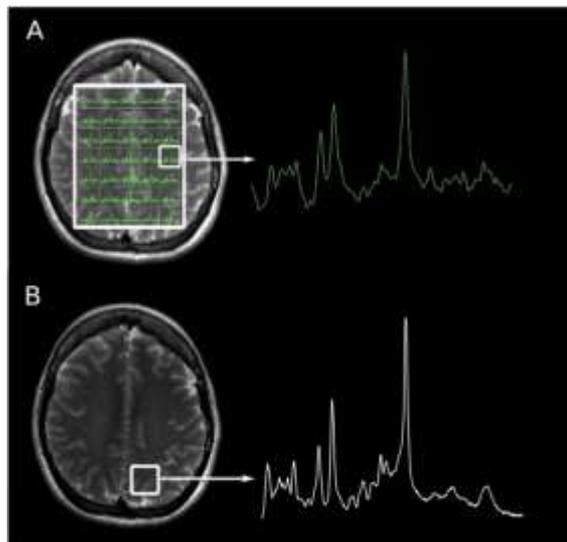


**Gambar 2. 4** Penempatan *single voxel* pada *Meningioma*  
A)transversal B)sagittal C)coronal (28).

## 2) *Multi Voxel Spectroscopy* (MVS)

Pemeriksaan MRS menggunakan *multi voxel Spectroscopy* (MVS) dengan *chemical shift* imaging (CSI) digunakan untuk menekan spektrum lemak dan air (29). *Chemical shift* imaging (CSI) menghasilkan spektrum dan matriks *voxel*, yang pada dasarnya dapat dilakukan dalam *multiplane* (3 bidang), tetapi dalam praktiknya, umumnya dilakukan dalam satu bidang, sehingga dikenal sebagai *single slice* CSI. *Single voxel* memiliki keunggulan *signal to noise ratio* (SNR) yang lebih tinggi, CSI memungkinkan cakupan anatomi yang lebih luas (22).

*Chemical shift* imaging (CSI) merupakan pengembangan dari *single voxel Spectroscopy* (SVS) dengan penambahan *spatial phase encoding*, dan dapat berbentuk berupa 2D atau 3D (23). Gambar SVS dan CSI dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2. 5** SVS vs Multi-Voxel (23)

Keterangan gambar: A: *Chemical shift Imaging* (CSI): memerlukan lebih banyak waktu, namun mampu memberikan penilaian yang lebih baik dari seluruh lesi yang lebih besar dan resolusi spasial untuk organ dan lesi yang lebih kecil. Meskipun belum tersedia untuk Glu, GABA dan GSH. B: *Single voxel Spectroscopy* (SVS): Paling umum digunakan, cepat dan mudah, namun memiliki aplikasi terbatas pada lesi yang besar atau tidak homogen (23).

### 3) *Shimming*

Untuk mendapatkan hasil *Spectroscopy* yang baik, diperlukan homogenitas tinggi pada medan magnet B0 di sekitar *volume of interest* (VOI). Hal ini bertujuan untuk memastikan *spectral resolution* yang memadai dan SNR yang optimal, serta untuk mencegah pelebaran garis akibat ketidakhomogenan bidang magnet. Dalam hal ini, penyesuaian *shimming magnetic field* utama, menjadi sangat penting dalam percobaan MR *Spectroscopy* (MRS). *Shimming* melibatkan penyesuaian arus listrik pada *shim coil* untuk menjadikan medan magnet di dalam VOI sehomogen mungkin, terutama dengan adanya objek pemeriksaan dalam pemindai MR (23).

#### 4) Spektrum

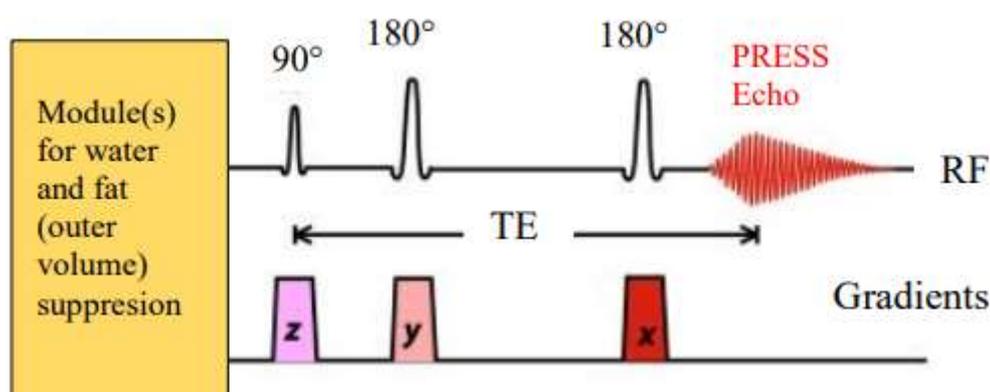
Hasil akhir dari spektrum MR *Spectroscopy* (MRS), terdiri dari sinyal yang berasal dari berbagai metabolit. Masing-masing metabolit memiliki *chemical signature* yang khas dalam spektrum dengan distribusi frekuensi yang sangat dapat direproduksi. Area relatif di bawah setiap puncak kurang lebih mencerminkan jumlah *nuclei* yang berkontribusi pada sinyal dan secara sah dapat dikaitkan dengan metabolit yang bersangkutan. Pengukuran area puncak di MR *Spectroscopy* (MRS) menjadi rumit karena adanya resonansi yang *overlapping*, distorsi *baseline*, dan *line-sharp* yang tidak sempurna. Pengukuran juga akan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu relaksasi, *pulse sequence* yang digunakan, dan proses pemindaian (23). Unsur metabolik utama yang dievaluasi pada jaringan otak meliputi Choline/Cho (penanda tumor), Creatin/Cr (dengan nilai Cr yang cenderung stabil pada spektrum), N-asetilaspartat/NAA (penanda jaringan normal), serta lipid dan laktat yang muncul pada kondisi tertentu. Unsur metabolik yang diukur pada spektrum spektroskopi adalah integral (I) Area Under Curve (AUC), yang menunjukkan jumlah kumpulan sinyal (NAA, Cho). Hasil pengukuran dan perhitungan dari unsur-unsur metabolit ini akan dianalisis dan disimpulkan jenis tumornya oleh Dokter Spesialis Radiologi (29)

#### 5) *Pulse sequence*

Beberapa *sequence* MR *Spectroscopy* (MRS) yang berbeda telah dikembangkan, dengan perbedaan terletak pada *pulse sequence* dan metode lokalisasinya. Sebagai contoh, *Stimulated echo acquisition mode* (STEAM) secara historis dikenal sebagai satu-satunya *sequence* yang dapat menghasilkan *short TE Point-resolved Spectroscopy* (PRESS). Pada teknik ini, digunakan pulsa  $90^\circ$  diikuti oleh dua pulsa  $180^\circ$ . Setiap pulsa memiliki *slice* gradien selektif pada salah satu atau tiga sumbu prinsip, memastikan bahwa hanya proton dalam *voxel* yang mengalami ketiga pulsa RF. Intensitas sinyal yang diperoleh dengan teknik PRESS dua kali lebih tinggi daripada STEAM. Saat ini, peralatan dan *sequence* modern memiliki kemampuan untuk menghasilkan *short TE* menggunakan teknik PRESS (22).

a) *Point Resolved Spatial Selection (PRESS)*

Pada *sequence* PRESS, *single voxel* menggunakan satu pulsa selektif  $90^\circ$  diikuti oleh dua pulsa  $180^\circ$  selektif untuk membentuk *spin echo*. Struktur *pulse sequence* dari *sequence* PRESS menghasilkan TE minimum yang relatif tinggi karena melibatkan banyaknya pulsa RF waktu yang dibutuhkan untuk *spin echo*. TE 30-35 msec sering digunakan secara rutin dalam penerapan PRESS. Meskipun penggunaan long TE berlaku untuk mengukur metabolit, TE 144 msec menjadi sangat bermanfaat karena dapat membalikkan *Lactate (Lac)* pada 1,3 ppm (23). *Sequence* PRESS ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut ini:

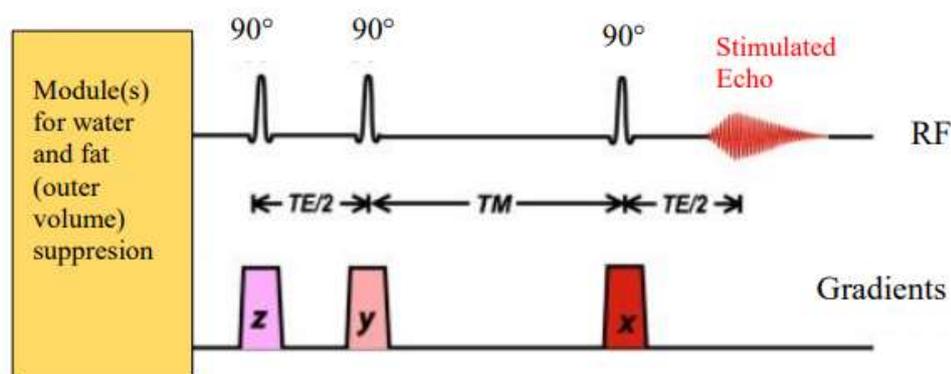


**Gambar 2. 6** *Sequence* PRESS (23)

Keterangan gambar: *Sequence* PRESS terbentuk dari *slice selective*  $90^\circ$  *excitation pulse* dan dua *refocusing pulses*  $180^\circ$ . Interval waktu antara kedua pulsa  $180^\circ$  adalah TE/2. Waktu antara pulsa  $90^\circ$  dan pulsa  $180^\circ$  pertama disusun seminimal mungkin, namun cukup lama untuk memungkinkan penggunaan pulsa gradien. RF = Pulsa Radio *Frequency*, x=gradien dalam bidang x, y=gradien dalam bidang y, dan z = gradien dalam bidang z (23).

b) *Stimulated Echo Acquisition Mode (STEAM)*

Singel *voxel* dengan *sequence* STEAM melibatkan tiga pulsa selektif  $90^\circ$  untuk menghasilkan stimulasi *echo*. STEAM dapat digunakan dengan *short* TE (hingga  $\sim 7$ ms). Memungkinkan deteksi metabolit dengan *short* T2 seperti Glu, GSH, dan ml. Penggunaan pulsa  $90^\circ$  memungkinkan profil *slice* yang lebih tajam, *bandwidth* yang lebih besar, dan deposisi energi yang lebih rendah. Intensitas sinyal STEAM hanya sekitar 50% dari besar PRESS (23). Gambar *sequence* STEAM ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini:



Gambar 2. 7 Sequence STEAM (23)

Keterangan gambar: Sequence STEAM melibatkan penggunaan tiga *slice selective 90° pulse*. Waktu interval antara pulsa kedua dan ketiga, yang dikenal sebagai *time mixing (TM)*, diatur agar tetap minimum. Peluruhan T2 tidak terjadi selama TM, sehingga TM tidak termasuk dalam TE. RF = Pulsa Radio Frequency, x=gradien dalam bidang x, y =gradien dalam bidang y, dan z = gradien dalam bidang z (23).

Perbedaan utama antara STEAM dan PRESS terletak pada karakteristik dasar mereka. Sequence PRESS berdasarkan pada *spin echo*, yang menyebabkan peningkatan dua kali lipat pada SNR, sedangkan STEAM memiliki kemampuan untuk mendapatkan TE yang lebih pendek. STEAM dengan *short TE* lebih disukai untuk pengamatan resonansi dengan T2 yang lebih pendek, PRESS dengan long TE (dengan SNR yang lebih unggul) lebih baik digunakan untuk resonansi dengan T2 yang lebih panjang seperti tCho, tCr, INAA, dan Lac (23).

#### e. Aplikasi MRS pada *Meningioma*

Menurut American Association of Neurological Surgeons (15) teknik MR Spectroscopy (MRS) dapat diterapkan untuk menganalisis *chemical profile* dalam tumor dan mengidentifikasi karakteristik lesi yang terdeteksi pada MRI.

Jika pada citra MRI menunjukkan pola distribusi dan interaksi air (proton  $^1\text{H}$ ) dalam jaringan, sebaliknya pada MRS memfokuskan analisis pada sinyal proton hidrogen yang terikat dengan molekul lain, yang merupakan bagian dari

metabolit otak. Metabolit di otak yang dapat diukur dengan MRI scanner 1,5 tesla yaitu *N-acetylaspartate* (NAA), *N-acetylaspartylGlutamate* (NAAG), *creatine* atau *phosphocreatine* (Cr), *choline* atau *phosphocholine* atau *glycerophosphorylcholine* (Cho), *Glutamate* (Glu) dan *Glutamine* (Gln). Pada tumor jinak, terdapat peningkatan konsentrasi *choline* dan penurunan *creatine* dan NAA, sedangkan pada tumor ganas terdapat peningkatan yang lebih signifikan pada konsentrasi *choline* serta peningkatan lipid dan *Lactate* (8).

Menurut Garcia-Figueiras dkk (24), dalam kasus *Meningioma*, terdapat penurunan tingkat *creatine* (Cr) dan *Myo-inositol* (ml), peningkatan konsentrasi *choline* (Cho), dan kadar lipid (Lip) yang rendah pada 1,3 ppm, serta adanya Alanine (Ala) yang secara khas terdeteksi.

Studi proton MR *Spectroscopy* (MRS) menurut Matsusue dkk (30) dalam kasus *Meningioma* terdapat peningkatan konsentrasi pada Alanine (Ala), *Glutamate* (Gln), kompleks *Glutamate* (Glx) dan *choline* (Cho), sementara *N-acetylaspartate* (NAA) *creatine* (Cr), *myo-inositol* (mi) dan lipid (Lip) mengalami penurunan. Metabolit Alanine (Ala) telah terbukti menjadi karakteristik pada patologi *Meningioma* intracranial, dan dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa Alanine (Ala) dapat digunakan untuk membedakan *Meningioma*, meskipun Alanine (Ala) juga ditemukan pada abses dan jarang ditemukan pada tumor *intracranial* lainnya. Hasil penelitian mencatat frekuensi kehadiran Alanine (Ala), berkisar antara 32% hingga 100%, oleh karena itu, Alanine (Ala) dianggap sebagai *marker* unik yang dapat mengidentifikasi *Meningioma* intracranial.

#### **f. Prosedur pemeriksaan MRI Brain**

##### 1) Persiapan Alat

Alat- alat yang digunakan dalam pemeriksaan MRI *Brain* menurut Westbrook (2), yaitu :

- a) *Head coil* (*quadrature* atau *multi-coil array*)
- b) Alat *fiksasi strap* dan penyangga imobilisasi
- c) *Earplugs* atau *headphone*
- d) Gradien dengan *performa* tinggi untuk pencitraan EPI, difusi, dan *perfusi*

## 2) Posisi Pasien

Posisi pasien pada pemeriksaan MRI *Brain* menurut Westbrook (2) yaitu

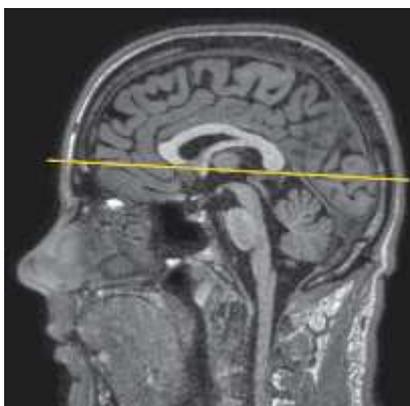
- a) Pasien posisi *supine* diatas meja pemeriksaan dengan kepala berada di dalam *head coil*.
- b) Kepala diatur sedemikian rupa agar *interpupillary line* sejajar dengan meja pemeriksaan dan kepala berada pada posisi yang lurus.
- c) Posisikan pasien sedemikian rupa sehingga lampu indikator longitudinal berada di garis tengah, dan lampu horizontal sejajar dengan melewati nasion.

## 3) Prosedur Pemeriksaan MRI *Brain*

Menurut Westbrook (2), *sequence* rutin pada pemeriksaan MRI *Brain* yaitu:

- a) Sagittal/SE/FSE/incoherent (spoiled) GRE T1

*Slice* atau gap dimulai dari setiap sisi kolimator longitudinal, dan *lobus* temporal dari satu sisi ke *lobus* temporal yang lain. Area mencakup bagian bawah *foramen magnum* hingga ke bagian atas kepala yang tergambar ke dalam citra (2).



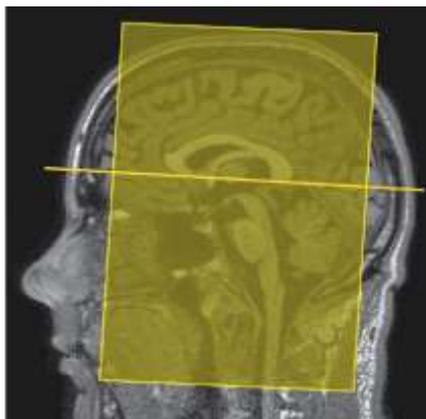
**Gambar 2. 8** *Slice midline Sagittal SE T1-weighted* yang menggambarkan sumbu dari *komisura anterior* dan *posterior* (2)

- b) Axialloblique SE/FSE PD/T2

*Slice* atau gap dimulai dari bagian bawah *foramen magnum* dan meluas hingga sampai ke permukaan superior *Brain*. *Slice* dapat dibuat miring sehingga sejajar dengan sumbu komisura anterior-posterior (2).

- c) Coronal SE/FSE FD/T2

*Slice* dimulai dari bagian *cerebellum* ke arah *lobus* frontal (2).



**Gambar 2. 9** Gambar *Sagittal SE T1-weighted* yang menggambarkan batas *slice* dan orientasi untuk potongan coronal (2)

*Sequence MRI Brain tumor* menurut Villanueva-Meyer dkk (31) ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini:

**Tabel 2. 1** *Sequence MRI Brain tumor* (31)

| TEKNIK MRI     | KEGUNAAN KLINIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1             | Mengevaluasi struktur jaringan.<br>a. Sebelum pemberian kontras, terdapat intensitas tinggi pada komponen darah, mineralisasi, lemak, dan melanin<br>b. Peningkatan intensitas setelah pemberian kontras menunjukkan adanya gangguan non-spesifik terhadap penghalang antara darah dan otak.                                                                                                                           |
| T2/FLAIR       | Mengevaluasi struktur jaringan. Area dengan intensitas tinggi mencakup edema sekitar tumor (baik yang bersifat vasogenik maupun <i>infiltratif</i> ), tumor yang tidak menunjukkan peningkatan intensitas, kerusakan pada <i>white matter</i> , dan <i>gliosis</i> .                                                                                                                                                   |
| T2* (SWI)      | Sensitif terhadap kerentanan magnetik. Terlihat intensitas rendah pada produk-produk darah, <i>kevaskularan</i> dalam tumor, kalsifikasi, dan <i>mikrohemoragi</i> yang disebabkan oleh radiasi.                                                                                                                                                                                                                       |
| DWI            | Menganalisis pergerakan tidak teratur/difusi air, yang bisa direpresentasikan dalam bentuk peta ADC. Menunjukkan penurunan (intensitas sinyal yang tinggi) di tumor dengan <i>selularitas</i> tinggi atau di wilayah tumor yang memiliki kepadatan sel yang lebih tinggi, serta pada edema sitotoksik atau luka pasca operasi.                                                                                         |
| MRS            | MRS Mengukur karakteristik biokimia/metabolisme tumor<br>a. Dalam spektrum tumor terdapat peningkatan <i>Cho</i> dan penurunan <i>NAA</i> ; <i>glioma</i> tingkat lanjut memiliki rasio <i>Cho/NAA</i> dan <i>Cho/Cr</i> lebih tinggi daripada <i>glioma</i> tingkat awal<br>b. Kehadiran puncak lipid dan laktat menunjukkan kondisi abnormal yang menandakan nekrosis dan kekurangan oksigen, secara berturut-turut. |
| <i>Perfusi</i> | 1. DSC—indikator utama adalah jumlah darah serebral<br>a. Pada <i>glioma</i> , kurva <i>perfusi</i> diharapkan kembali hampir ke nilai awal, sedangkan pada tumor dengan pembuluh darah yang mengalami kebocoran (seperti metastasis, tumor pleksus koroid, tumor di luar sumbu otak) biasanya tidak kembali ke nilai awal<br>b. Jumlah darah yang lebih besar mengindikasikan tingkat keparahan tumor                 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>yang lebih tinggi atau keadaan tumor yang berkembang atau kembali muncul</p> <p>2. DCE—indikator utama adalah konstan transfer volume, sebuah pengukuran untuk permeabilitas, Permeabilitas yang tinggi menandakan tingkat keparahan yang lebih tinggi, dan dalam sebuah tumor bisa menunjukkan daerah dengan tingkat keparahan yang lebih tinggi atau kondisi tumor yang berkembang atau berulang</p> <p>3. ASL—indikator utama adalah aliran darah otak</p> <p>a. Metode tanpa penggunaan kontras</p> <p>b. Aliran darah yang meningkat bisa digunakan untuk menentukan tingkat keparahan tumor atau menemukan tumor yang sedang berkembang atau berulang.</p> |
| DTI  | Menganalisis arah <i>diffusivitas</i> dan orientasi serat <i>white matter</i> . <i>Traktografi</i> menunjukkan perpindahan atau infiltrasi serat fiber <i>white matter</i> untuk perencanaan operasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| fMRI | <p>Mengevaluasi aktivitas otak melalui pengamatan perubahan level <i>oksigenasi</i> dalam darah.</p> <p>a. fMRI yang dilakukan dengan tugas tertentu bertujuan untuk menentukan lokasi fungsi penting sebelum operasi</p> <p>b. <i>Resting-state-fMRI</i> umumnya digunakan sebagai metode penelitian.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### 4) Teknik Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS)

Dengan kekuatan medan magnet 3 tesla, teknik pencitraan pada MRI dan MRS dapat memberikan resolusi spasial yang optimal dan proses pencitraan yang lebih cepat (32).

- a) Pulse *sequence* dasar yang diterapkan pada pemeriksaan MRS untuk sampel volume yaitu melibatkan *stimulated echo acquisition mode* (STEAM) dan *point resolved Spectroscopy* (PRESS) (32).
- b) *Voxel* (Volume *Pixel*) untuk memilih area atau organ yang akan diperiksa menggunakan dua teknik *lokalisir*, yaitu *single voxel* dan *multi voxel*. Pada teknik *single voxel*, ukuran *voxel* yang digunakan adalah  $2 \times 2 \times 2 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^3$ , dengan waktu pemeriksaan yang relatif cepat, yaitu sekitar 3 sampai 5 menit. Kelemahan dari teknik ini adalah keterbatasannya dalam pengambilan *lokalisir* pada area organ atau tumor. Pada kekuatan medan magnet yang tinggi (lebih dari atau sama dengan 3T) sebagian besar penelitian MRS dilakukan dengan menggunakan resolusi spasial minimum  $1 \text{ cm}^3$ . Kekuatan medan magnet yang tinggi mampu menghasilkan resolusi spasial yang optimal dan waktu pencitraan yang lebih cepat. Teknik *multi-voxel*, memungkinkan cakupan area otak yang lebih luas. Meskipun demikian, dengan teknik pengkodean fase

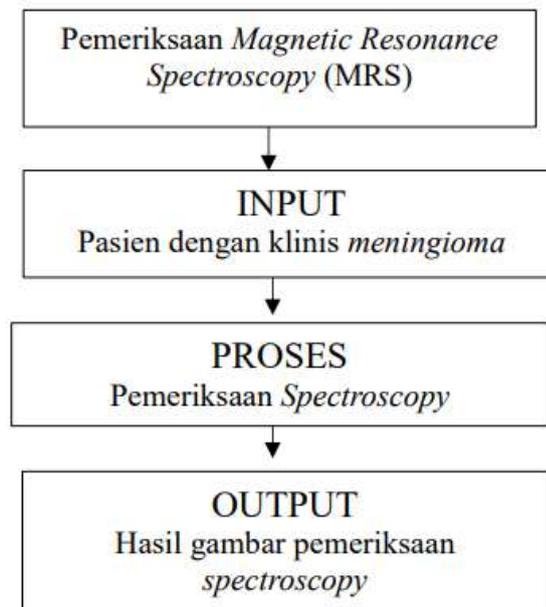
konvensional, mencatat informasi yang cukup dalam waktu pemindaian yang wajar untuk menyediakan cakupan keseluruhan otak terbukti sulit (32).

- c) Penempatan *voxel* yang optimal untuk menghasilkan spektrum berkualitas tinggi melibatkan upaya untuk menghindari area *magnetisasi* tidak homogen seperti darah, tulang, udara, dan *cerebrospinal fluid (CSF)* (32).

Adapun langkah-langkah dalam pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)* sebagai berikut (32) :

- a) Buat *image* pada *sequence* sagital T2W untuk menentukan lokasi penempatan *voxel*.
- b) Tempatkan *single voxel* atau multi *voxel* pada area otak yang terdapat tumor atau kelainan.
- c) Lakukan optimalisasi *scanning* dengan menyesuaikan volume dan area yang akan di *scan*.
- d) Lakukan *shim* agar area magnet menjadi homogen.
- e) Penekanan sinyal dari cairan otak, menggunakan *chemical shift selective saturation*, agar sinyal dan metabolit dapat diobservasi atau dinilai
- f) Penekanan sinyal lemak untuk mencegah kontaminasi pada spektrum.

## B. Kerangka Konsep



**Gambar 2. 10** Kerangka Konsep

### C. Definisi Operasional

Berikut daftar definisi operasional yang digunakan dalam penelitian:

**Tabel 2. 2** Definisi Operasional

| No. | Nama Variabel | Definisi Verbal Variabel                                                                                                                                   | Cara Pengukuran                                   | Alat ukur (Instrumen)                                                                       | Hasil Ukur                   |
|-----|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1.  | Peranan       | Manfaat, kegunaan, dan fungsi dari pemeriksaan <i>Magneetic Resonance Spectroscopy</i> (MRS) untuk menegakkan diagnosa pada klinis <i>Meningioma</i>       | a) Wawancara<br>b) Observasi<br>c) Telaah Dokumen | a) Pedoman Panduan Wawancara<br>b) Lembar Panduan Observasi<br>c) Dokumen – dokumen relevan | 1) Tidak sesuai<br>2) Sesuai |
| 2.  | Prosedur      | Hal – hal yang akan dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan <i>Magneetic Resonance Spectroscopy</i> (MRS) pada klinis <i>Meningioma</i>                    | a) Wawancara<br>b) Observasi<br>c) Telaah Dokumen | a) Pedoman Panduan Wawancara<br>b) Lembar Panduan Observasi<br>c) Dokumen – dokumen relevan | 1) Tidak sesuai<br>2) Sesuai |
| 3.  | Teknik        | Cara, urutan, tahapan dari kegiatan yang digunakan dalam melakukan pemeriksaan <i>Magneetic Resonance Spectroscopy</i> (MRS) pada klinis <i>Meningioma</i> | a) Wawancara<br>b) Observasi<br>c) Telaah Dokumen | a) Pedoman Panduan Wawancara<br>b) Lembar Panduan Observasi<br>c) Dokumen – dokumen relevan | 1) Tidak sesuai<br>2) Sesuai |

|    |              |                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                                             |                              |
|----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 4. | Hasil Gambar | Hasil (output) dari kegiatan pemeriksaan pemeriksaan <i>Magneetic Resonance Spectroscopy</i> (MRS) yang menampilkan gambaran yang informatif dalam penegakkan diagnosa <i>Meningioma</i> | a) Wawancara<br>b) Observasi<br>c) Telaah Dokumen | a) Pedoman Panduan Wawancara<br>b) Lembar Panduan Observasi<br>c) Dokumen – dokumen relevan | 1) Tidak sesuai<br>2) Sesuai |
|----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode penelitian deskriptif kualitatif, dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, observasi, kemudian dideskripsikan dengan penjelasan ilmiah yang bertujuan untuk memahami Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada klinis *Meningioma* di RSPON.

#### **B. Tempat dan Waktu penelitian**

##### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukandi Instalasi Radiologi RSPON.

##### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dari bulan Mei - Juni 2024

#### **C. Populasi dan Sampel**

Populasi penelitian ini adalah pasien yang menjalankan pemeriksaan MRI *Brain* rutin dengan kontras dan dilanjutkan dengan penambahan *sequence* MR *Spectroscopy* yang berjumlah 80 orang. Sedangkan sampel pada penelitian ini adalah 10 pasien yang menjalankan pemeriksaan MRI *Brain* dengan kontras dan *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma* yang didapatkan dengan menggunakan *quota sampling*, merupakan teknik pengambilan jumlah pasien sebanyak jumlah yang telah ditentukan oleh peneliti.

Kriteria inklusi pengambilan sampel MRI *Brain* dengan kontras dan *Spectroscopy*, yaitu pasien dengan pemeriksaan MRI *Brain* dengan kontras dan *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma* dengan jenis kelamin laki-laki atau perempuan yang bersedia menjadi subjek penelitian. Selain itu, pasien tidak menggunakan alat pacu jantung atau jenis logam lainnya.

Kriteria eksklusi pengambilan sampel MRI *Brain* dengan kontras dan *Spectroscopy*, yaitu pasien dengan jenis *meningioma* yang tidak

memungkinkan untuk dilakukannya *Spectroscopy*, pasien yang memiliki riwayat takut terhadap ruangan sempit (*claustrophobia*) dan pasien tidak hadir saat jadwal pemeriksaan.

#### **D. Metode Pengumpulan Data**

##### 1. Observasi Lapangan

Pada penelitian ini menggunakan pengambilan data primer. Observasi dilakukan secara langsung terkait dengan tata laksana pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma* dari mulai *screening* hingga proses *output* dilakukan.

##### 2. Wawancara

Pada penelitian ini peneliti melakukan wawancara kepada *radiografer* dan dokter spesialis radiologi yang ahli pada pemeriksaan MR *Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di RSPON.

##### 3. Kajian Pustaka

Semua informasi atau sumber data yang terkait dengan pemeriksaan MRI *Brain* dengan kontras, anatomi otak, pengertian *meningioma* dan *Spectroscopy* diperoleh dari berbagai referensi seperti buku-buku dan artikel jurnal yang relevan.

#### **E. Instrumen penelitian**

##### 1. Lembar Observasi

Mencatat kegiatan yang dilakukan selama penelitian.

##### 2. Lembar Pedoman Wawancara

Mencatat hasil wawancara yang telah didapatkan dari radiolog dan radiografer yang bertugas.

##### 3. Dokumentasi

Pada penelitian ini penulis mengumpulkan data penelitian menggunakan alat tulis dan kamera untuk mengambil gambar alat yang digunakan pada pemeriksaan MR *Spectroscopy* pada klinis *meningioma*.

## F. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif, dilakukan dengan mendeskripsikan proses pemeriksaan MRS pada klinis *meningioma* di RSPON. Informasi yang diterima kemudian diproses dan dianalisis. Langkah-langkah pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Reduksi Data

Data yang terkumpul diseleksi sesuai dengan kriteria yang ditentukan melalui proses penyederhanaan dan klasifikasi data pada studi pemeriksaan MRS dengan klinis *meningioma* di RSPON.

### 2. Penyajian Data

Penyajian data ini mengumpulkan data dari pengamatan yang didukung dengan hasil ekspertise radiolog. Data disusun menjadi model rasional agar lebih mudah dipahami.

### 3. Kesimpulan dan Verifikasi Data

Kesimpulan dan verifikasi data adalah langkah terakhir dalam teknik analisis data kualitatif yang dilakukan dengan menelaah hasil reduksi data dalam kaitannya dengan tujuan analisis. Langkah ini bertujuan untuk memberi makna pada data yang terkumpul dengan menilai secara lebih tepat dan obyektif.

Kecakupan data untuk tujuan tersebut sesuai dengan konsep dasar analisis, yang didasarkan pada identifikasi masalah terkait pemeriksaan MRS pada klinis *meningioma*. Peneliti mencari informasi yang berkaitan dengan masalah tersebut dan kemudian menganalisis relevansi antara teori dan praktik di rumah sakit untuk menarik kesimpulan tentang pemeriksaan MRS pada klinis *meningioma* di RSPON.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di RSPON mengenai pemeriksaan *MR Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma*, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

#### **1. Prosedur Pemeriksaan *MR Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma* di RSPON**

##### **a. Persiapan Pasien**

Sebelum dilakukannya pemeriksaan MRS ada beberapa tahapan persiapan yang harus dilakukan diantaranya yaitu, pasien cek laboratorium meliputi fungsi ginjal ureum dan kreatinin, pasien puasa minimal selama 2 jam sebelum pemeriksaan dilakukan, lalu pasien datang sesuai jadwal pemeriksaan yang telah ditentukan. Sebelum pemeriksaan radiografer melakukan konfirmasi ulang terkait identitas pasien seperti nama dan tanggal lahir. Pasien juga melakukan screening berat dan tinggi badan. Radiografer memberikan penjelasan secara rinci kepada pasien terkait jalannya proses pemeriksaan dan setelah pasien mengerti, pasien akan menandatangani *informed consent*. Pasien di persilahkan ke toilet terlebih dahulu dikarenakan pemeriksaan MRI memerlukan waktu yang cukup lama. Radiografer meminta kepada pasien agar melepaskan benda yang berbahan logam. Lalu pasien di persilahkan untuk mengganti baju yang telah di sediakan di dalam ruang ganti. Pasien diberi penjelasan bahwa pemeriksaan memerlukan waktu yang cukup lama dan selama pemeriksaan suara dari alat MRI akan terdengar bising. Lalu pasien diberikan instruksi yang jelas mengenai posisi pasien dan memastikan bahwa pasien dalam keadaan nyaman. Apabila pasien sewaktu-waktu mengalami hal yang membuat tidak nyaman, *Emergency Button* dapat ditekan agar petugas dapat melakukan tindakan dan memberikan instruksi kepada pasien.

b. Persiapan Alat

1) Pesawat MRI

Pesawat MRI yang digunakan RSPON adalah MRI Siemens Magnetom Vida *Fit* dengan kuat medan magnet 3 Tesla. Alat MRI yang digunakan pada pemeriksaan ini ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini:



**Gambar 4. 1** MRI Siemens Magnetom Vida Fit 3 Tesla  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

2) Coil Head 64

Coil yang digunakan pada pemeriksaan ini berfungsi sebagai penerima dan pemancar RF sinyal ke bagian yang diperiksa yaitu *Brain*. Coil Head 64 yang digunakan pada pemeriksaan ini ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut ini:



**Gambar 4. 2** Head coil 64  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

### 3) Operator *Console* dan Monitoring *Camera*

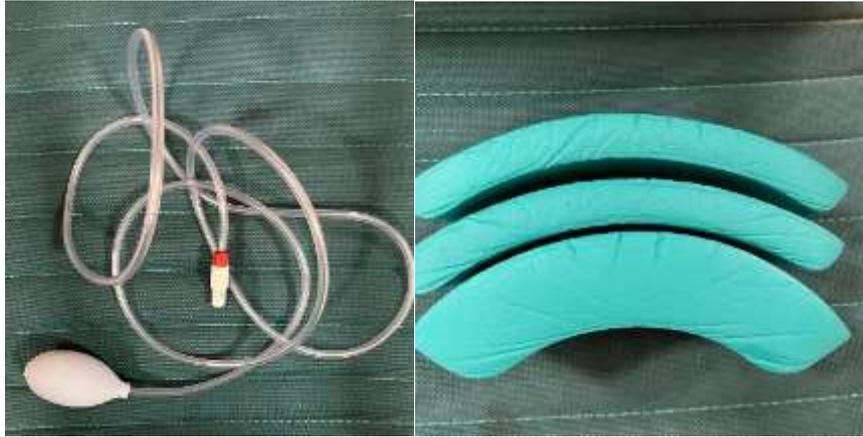
Operator *console* merupakan dimana pusat pada pengoperasian sistem secara umum yang di operasikan untuk memasukkan data pasien, memilih *sequence* yang di gunakan, menjalankan proses *scanning*, mengolah data yang sudah tertera serta melakukan burning DVD-R atau pencetakan film. Terdapat *camera* yang terletak pada bagian ujung gantry dan terhubung dengan monitor *camera* yang digunakan untuk membantu radiografer memantau pergerakan pasien di dalam gantry selama pemeriksaan berlangsung, ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut:



**Gambar 4. 3** Operator *Console* dan Monitoring *Camera*  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

### 4) *Emergency Button* dan Fiksasi

*Emergency Button* berfungsi sebagai media komunikasi pasien dengan radiografer ketika pemeriksaan sedang dilakukan. Apabila pasien merasa tidak nyaman (mual, pusing, sesak napas dll) pasien dapat menekan tombol untuk memanggil petugas. Fiksasi digunakan untuk mengurangi pergerakan pada kepala pasien, ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut ini:



**Gambar 4. 4** *Emergency Button* dan Fiksasi  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

5) Selimut dan *Body Strap*

Selimut digunakan agar pasien nyaman selama proses *scanning* berlangsung karena suhu ruang MRI dingin, *Body Strap* digunakan untuk meminimalisir pergerakan pasien dan sebagai alat imobilisasi ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut ini:



**Gambar 4. 5** Selimut dan *Body Strap*  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

6) *Digital Versatile Disk Recordable* (DVD-R) dan *Processing Unit*

Hasil pemeriksaan MRI pada setiap pasien di burning menggunakan DVD-R untuk menyimpan hasil citra pada MRI di RSPON. *Processing unit* digunakan untuk mencetak hasil citra dari setiap pasien yang dengan permintaan berupa film dengan merk Printer Drystar Agfa di RSPON.



**Gambar 4. 6** *Digital Versatile Disk Recordable (DVD-R) dan Processing Unit*  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

#### 7) Media Kontras

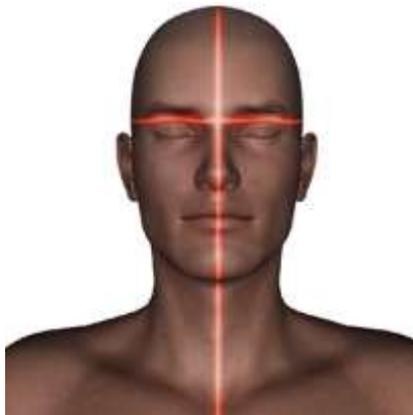
Media kontras yang digunakan Gadolinium dengan jumlah dosis 0,5 *mmol/kg*, pemberian media kontras menggunakan manual *injection* melalui intravena

#### c. Teknik Pemeriksaan

##### 1) Posisi Pasien

Sebelum pasien masuk kedalam ruang pemeriksaan radiografer menyiapkan alat yang akan digunakan seperti *head coil*, fiksasi, dan selimut serta pasien dipastikan sudah tidak memakai benda berbahan logam. Pasien di posisikan terlentang (*supine*) di atas meja pemeriks MRI dengan posisi kepala masuk terlebih dahulu (*head first*) di dalam *gantry* dan diposisikan tepat dalam *head coil*. Posisi pasien diatur senyaman mungkin dengan kedua lengan berada di samping tubuh pasien. Jika pasien merasa kurang nyaman, pasien diberikan fiksasi di bawah kaki atau di tempat pasien merasa kurang nyaman. Kemudian pasien diberikan *Emergency Button* dan pasien diberi edukasi mengenai fungsinya. Dipasangkan fiksasi kepala dengan spons untuk mengurangi pergerakan pada pasien yang dapat menimbulkan artefak dalam gambar yang dihasilkan. Pasien diberikan selimut agar nyaman selama pemeriksaan berlangsung. Pasien diposisikan sehingga cahaya fokus longitudinal berada di garis tengah dan cahaya fokus horizontal tepat di atas glabella

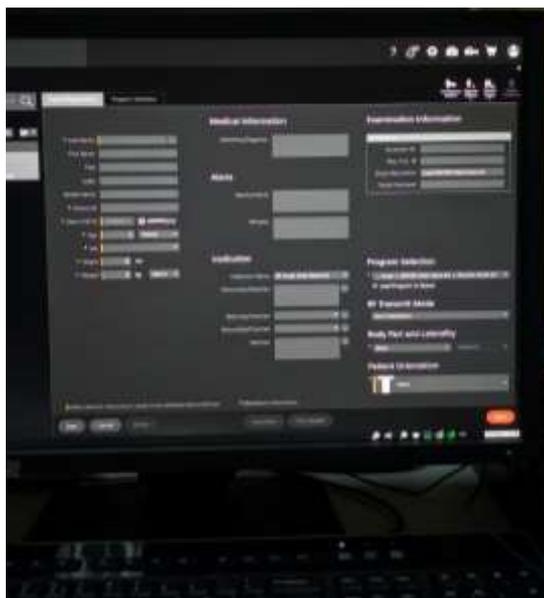
seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7. Kemudian pasien masuk ke dalam *gantry*. Lalu tutup pintu MRI agar tidak ada interferensi *Radiofrequency*.



**Gambar 4. 7** Posisi *Central Point* (2)

## 2) Input Data Pasien

Disaat pasien mengganti pakaian di ruang ganti, radiografer melakukan registrasi pada komputer meliputi nama pasien, nomor rekam medik, tanggal lahir, berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, posisi pasien dan juga jenis pemeriksaan yang akan dilakukan serta nama petugas radiografer yang bertugas. Lalu pilih protokol MRI *Brain* dengan MRS kemudian dilanjutkan dengan proses *scanning*.



**Gambar 4. 8** Input Data Pasien  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

### 3) Proses *Scanning*

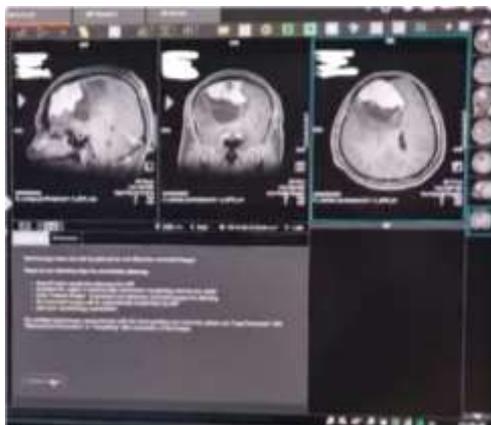
Setelah input data, radiografer memilih protokol MRI *Brain* dengan MRS. Berikut merupakan *sequence* yang digunakan dalam pemeriksaan, yaitu *Localizer*, axial DWI, axial T2 FLAIR, DWI Resolve axial, T1 MPRAGE, T2 TSE coronal, T2 SWI axial (non kontras), Perfusi, T2 TSE axial, T1 MPRAGE (post kontras) dan dilanjutkan dengan tambahan *sequence MR Spectroscopy* menggunakan teknik multi *voxel Spectroscopy* (MVS) dengan *Chemical Shift Imaging* (CSI) untuk menekan spektrum lemak dan air. Berikut adalah parameter yang digunakan pada pemeriksaan ini:

**Tabel 4. 1** Parameter Pemeriksaan MRS di RS Pusat Otak Nasional

| <i>Sequence</i>    | TR (ms) | TE (ms) | Slice Thickness (mm) |
|--------------------|---------|---------|----------------------|
| Axial DWI          | 3300    | 92      | 4                    |
| Axial T2 FLAIR     | 587     | 8.9     | 4                    |
| DWI Resolve Axial  | 3500    | 44      | 4                    |
| T1 MPRAGE Navigasi | 3600    | 92      | 4                    |
| T2 TSE Coronal     | 5500    | 99      | 5                    |
| T2 SWI Axial       | 27      | 20      | 2                    |
| Perfusi            | 550     | 11      | 4                    |
| T2 TSE Axial + C   | 5500    | 103     | 4                    |
| T1 MPRAGE + C      | 2000    | 244     | 1                    |
| MRS                | 1000    | 135     | 15                   |

a) Proses *scanning MR Spectroscopy* sebagai berikut.

- 1) Gambar dipilih dari *sequence* T1 MPRAGE + C sebagai *referance image* ke dalam kolom *planning* untuk menempatkan *voxel* pada tumor yang paling besar dan jelas. Klik *convert image*.



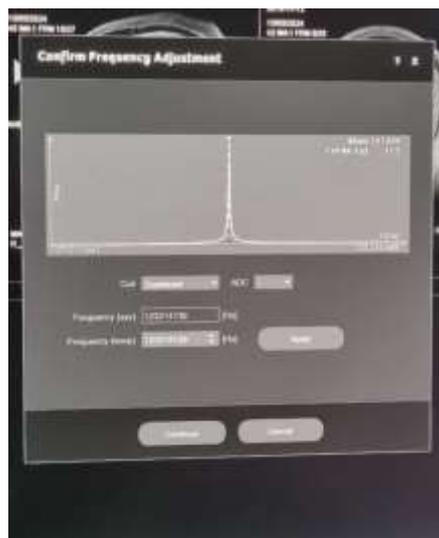
**Gambar 4. 9** Pilih Gambar dari *sequence* T1 MPRAGE + C (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

- 2) *Voxel* ditempatkan pada bagian tumor dan pastikan area tumor, area pinggir tumor, dan jaringan normal disekitar tumor tercakup ke dalam *voxel*. Hindari penempatan *voxel* pada area yang tidak homogen seperti darah, udara, tulang, atau *cerebrospinal fluid* (CSF). *Saturation Band* ditempatkan pada sisi *voxel*. Klik *copy image position*. Klik *go*



**Gambar 4. 10** Penempatan Multi *Voxel Spectroscopy* (MVS) untuk area tumor yang dipilih (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

- 3) *Full Width Half Maximum* (FWHM) sebagai indikator homogenitas *voxel* harus diatur kurang dari 30 Hz, karena semakin tinggi nilai FWHM maka tingkat homogenitas menjadi rendah (inhomogen). Klik *continue*



**Gambar 4. 11** Menentukan Frekuensi *MR Spectroscopy* (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

#### 4) Post Processing

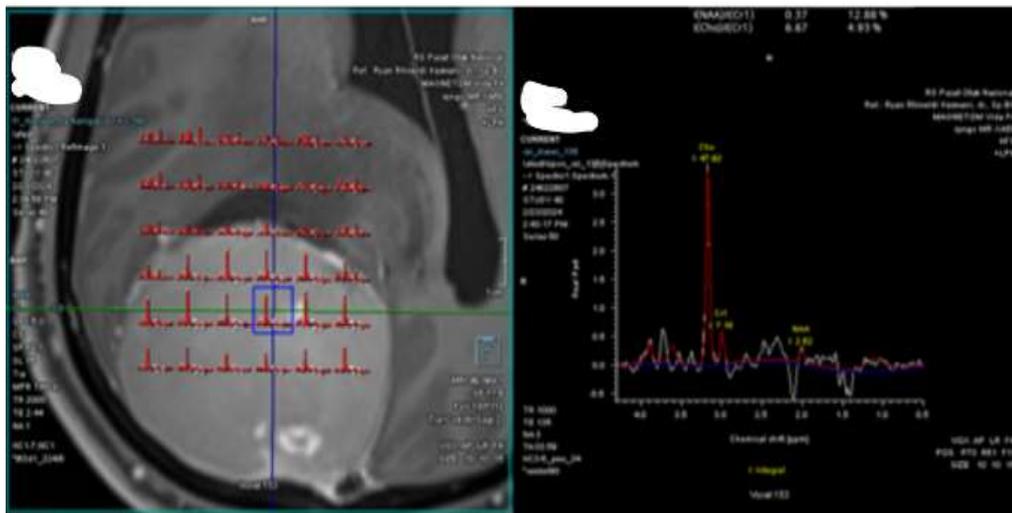
Setelah proses *scan* pada setiap *sequence* selesai, radiografer melihat kembali hasil citra pada setiap *sequence* untuk memastikan hasil citra sudah baik dan dapat di baca oleh radiolog, selanjutnya dikirim ke *Synaps*. Di RSPON hasil citra dikirim melalui *Synaps* karena RSPON tidak lagi menggunakan film melainkan menggunakan DVD-R, kecuali pasien yang meminta berupa print dalam bentuk film. Hasil citra berupa DVD-R dan ekspertise dokter dapat diambil oleh pasien paling cepat pada 3 hari setelah pemeriksaan dilakukan pada hari kerja.

## 2. Hasil Pemeriksaan MRS pada klinis *meningioma* di RSPON

Berikut adalah hasil MRS pada setiap subjek dengan pengambilan *voxel* berada pada tengah tumor ditampilkan pada gambar dibawah ini:

### 1) Hasil MRS Subjek 1

Nama Pasien: Tn. S

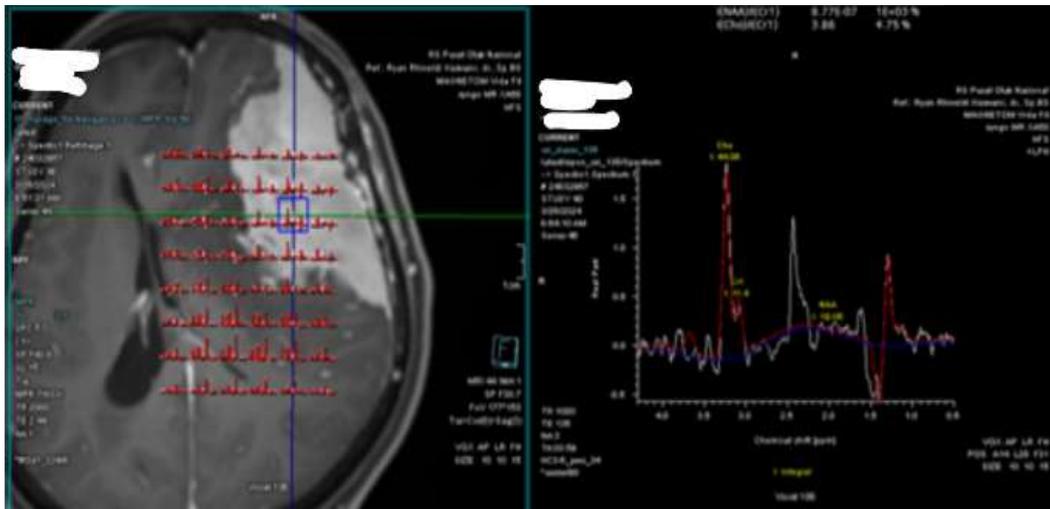


**Gambar 4. 12** Hasil MRS Subjek 1  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat Cho: (I: 47.92), Cr: (I: 7.18), NAA: (I: 2.62)

## 2) Hasil MRS Subjek 2

Nama Pasien: Ny. R P

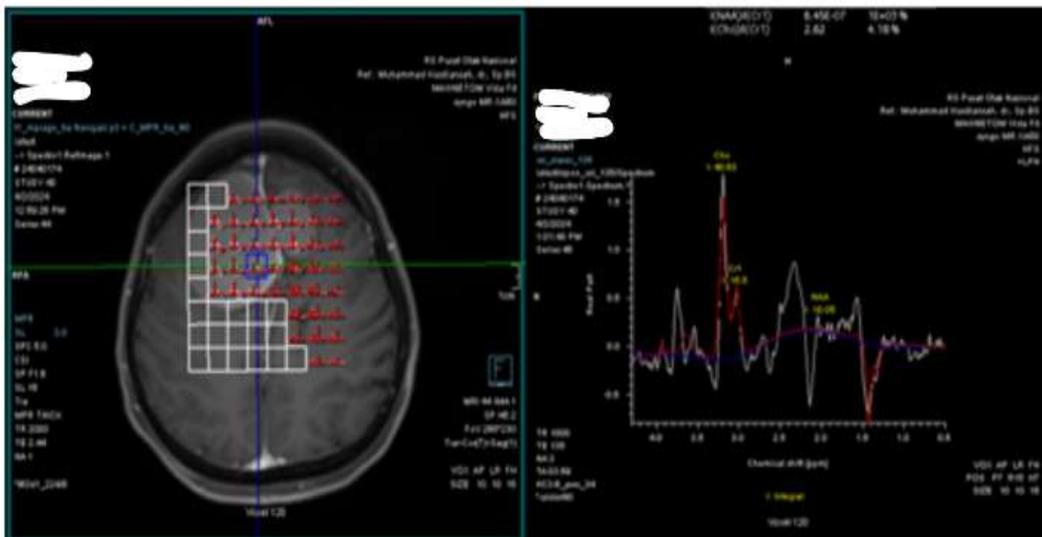


**Gambar 4. 13** Hasil MRS Subjek 2  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat Cho: (I: 44.06), Cr: (I: 11.4), NAA: (I: 1E-05)

## 3) Hasil MRS Subjek 3

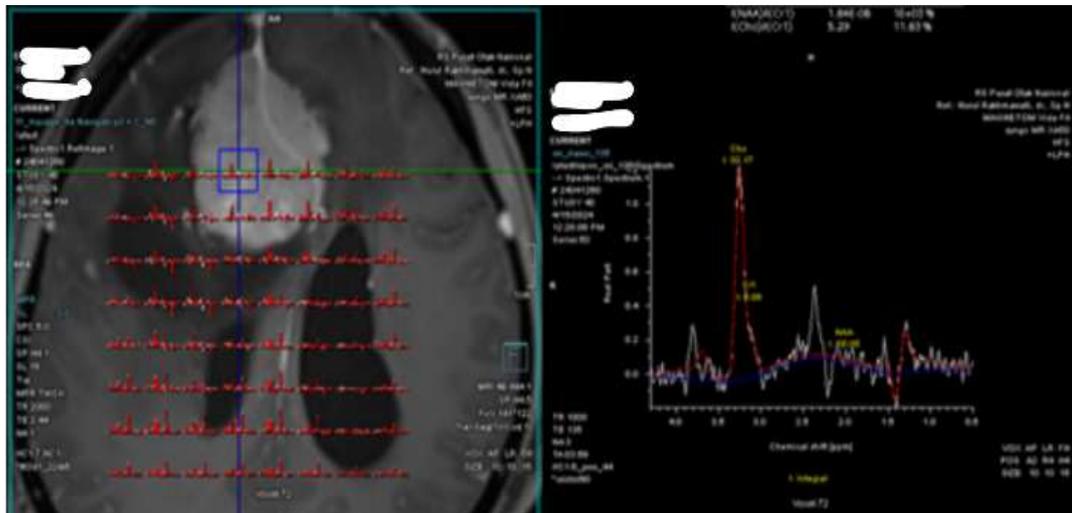
Nama Pasien: Tn. F W



**Gambar 4. 14** Hasil MRS Subjek 3  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat Cho: (I: 40.63), Cr: (I: 15.5), NAA: (I: 1E-05)

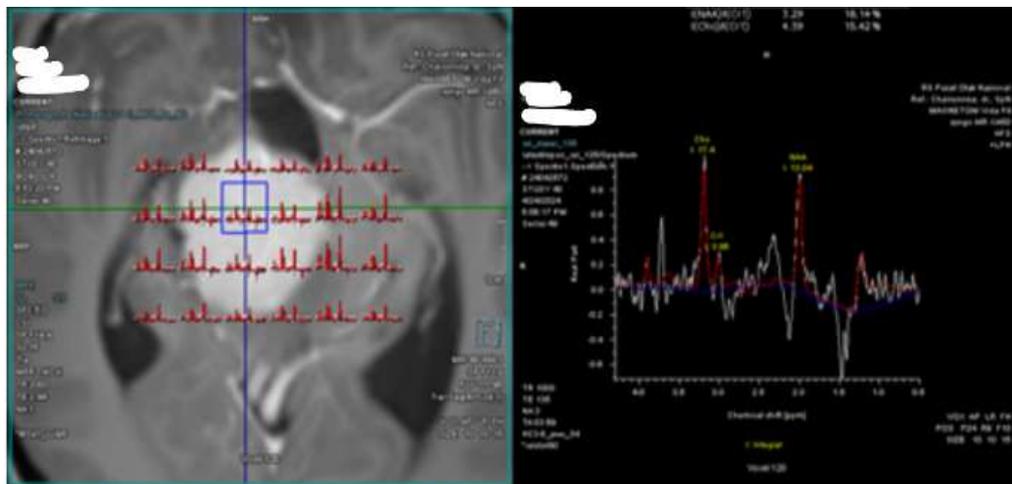
- 4) Hasil MRS Subjek 4  
 Nama Pasien: Ny. E H



**Gambar 4. 15** Hasil MRS Subjek 4  
 (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat Cho: (I: 32.17), Cr: (I: 6.08), NAA: (I: 1E-05)

- 5) Hasil MRS Subjek 5  
 Nama Pasien: Ny. N

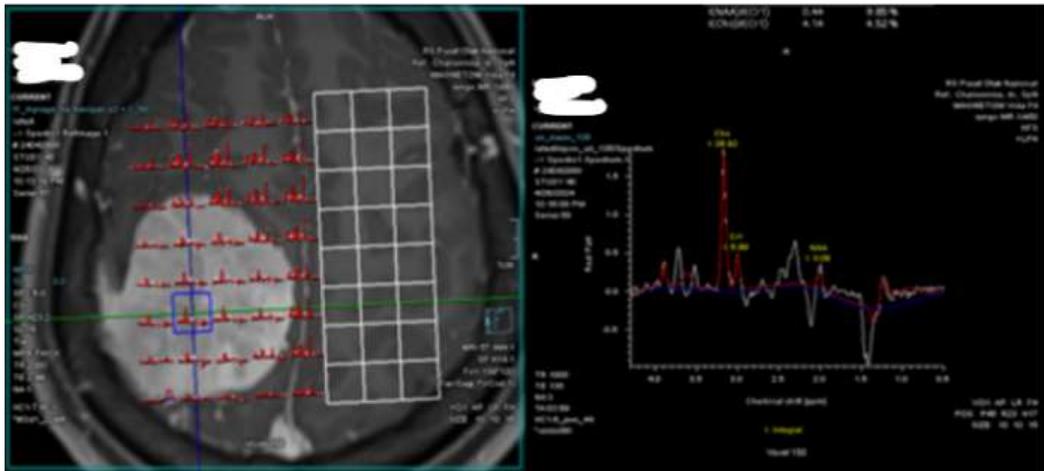


**Gambar 4. 16** Hasil MRS Subjek 5  
 (Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 17.4), Cr: (I: 3.96), NAA: (I: 13.04)

6) Hasil MRS subjek 6

Nama Pasien: Ny. L A

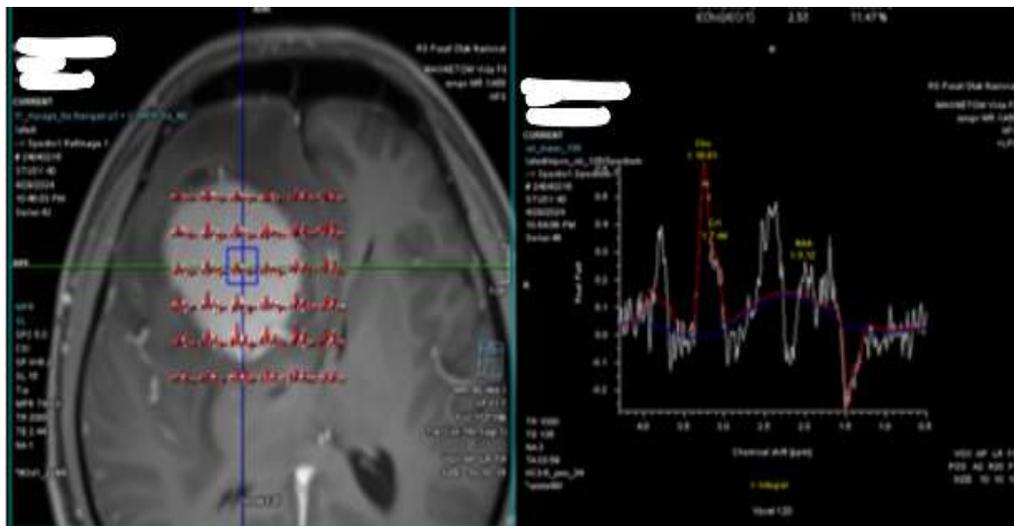


**Gambar 4. 17** Hasil MRS Subjek 6  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 28.92), Cr: (I: 6.99), NAA: (I: 3.08)

7) Hasil MRS subjek 7

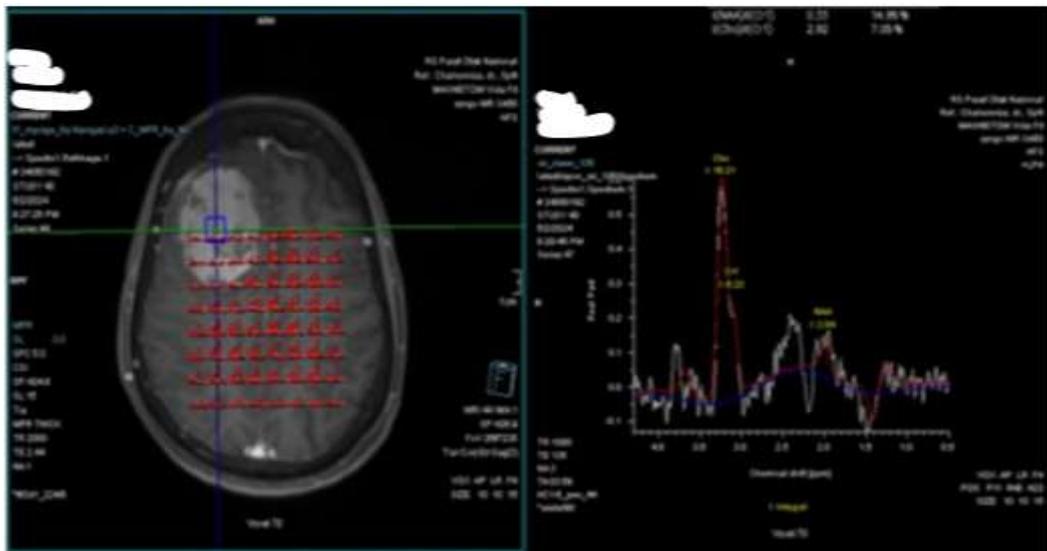
Nama Pasien: Tn. M K



**Gambar 4. 18** Hasil MRS Subjek 7  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 18.81), Cr: (I: 7.44), NAA: I: (0.12)

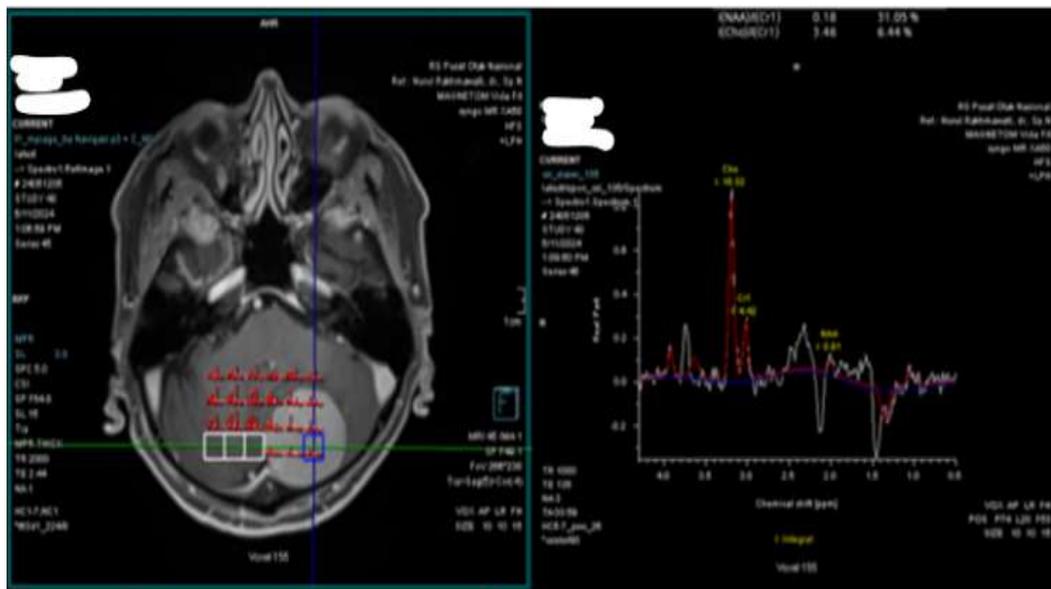
- 8) Hasil MRS Subjek 8  
Nama Pasien: Ny. M



**Gambar 4. 19** Hasil MRS Subjek 8  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 18.21), Cr: (I: 6.23), NAA: (I: 2.04)

- 9) Hasil MRS subjek 9  
Nama Pasien: Tn. R S

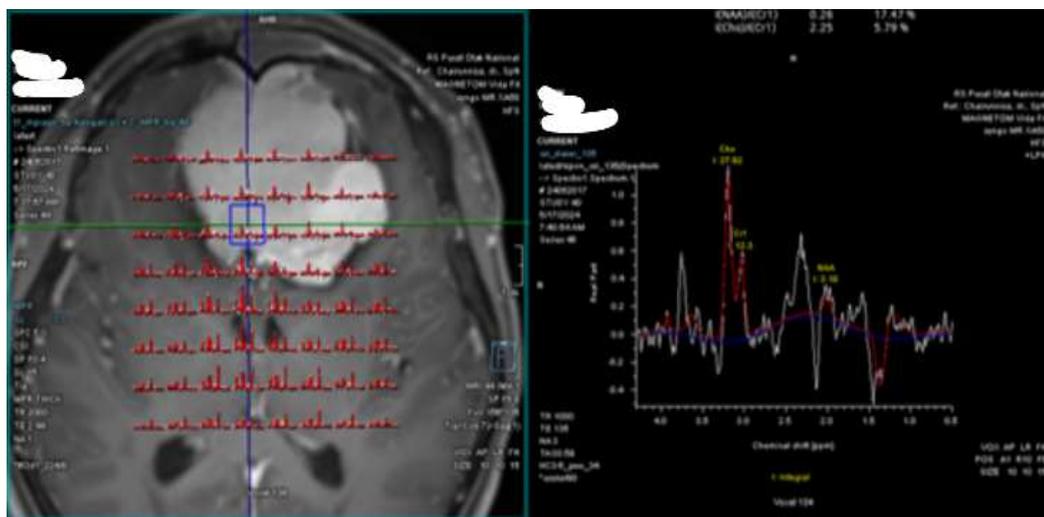


**Gambar 4. 20** Hasil MRS Subjek 9  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 15.32), Cr: (I: 4.42), NAA: (I: 0.81)

## 10) Hasil MRS subjek 10

Nama Pasien: Tn. N



**Gambar 4. 21** Hasil MRS Subjek 10  
(Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Jakarta, 2024)

Nilai metabolit yang terlihat: Cho: (I: 27.62), Cr: (I: 12.3), NAA: (I: 3.18)

## B. Pembahasan

Prosedur pemeriksaan *MR Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma* di RSPON dimulai dari persiapan yang harus dilakukan oleh pasien. Sebelum pemeriksaan pasien diminta untuk berpuasa minimal 2 jam, pasien juga harus melakukan cek laboratorium meliputi fungsi ginjal ureum dan kreatin, mengisi lembar *informed consent* yang berisi riwayat penyakit pasien, riwayat operasi, dan ada atau tidaknya phobia terhadap ruang sempit (*claustrophobia*) dan pasien diinstruksikan untuk melepas benda-benda yang berbahan logam, serta pasien diminta untuk mengganti pakaian dengan pakaian yang telah disediakan. Hal tersebut sesuai dengan yang disampaikan oleh responden sebagai berikut:

“Persiapannya yaitu pasien puasa minimal 2 jam sebelum pemeriksaan, kemudian karena ini pemeriksaan dengan kontras berarti pasien harus ada hasil lab ureum kreatinin, nanti sebelum masuk ke MRI pasien harus ganti pakaian, melepas benda berbahan logam, dan pasien dipersilahkan untuk buang air kecil.” (Responden 1/Radiografer 1)

“Dikarenakan MRS biasanya dilakukan pada pasien tumor pada kasus *meningioma*, persiapannya seperti pasien akan melakukan pemeriksaan MRI dengan kontras yaitu puasa 2 jam sebelum pemeriksaan dan juga cek fungsi ginjal Ureum dan Creatine dan juga Egfr.” (Responden 3/Radiografer 3)

Menurut Westbrook (2) persiapan pasien dilakukan dengan melakukan pemeriksaan antara lain dengan bertanya kepada pasien apakah pasien menderita *claustrophobia*, apakah pasien pernah memasang implan, apakah pasien pernah menjalani operasi, apakah pasien mempunyai riwayat alergi, dan lain-lain. Menurut penulis persiapan pasien sesuai dengan teori diatas, namun ada hal yang harus diperhatikan yaitu sebaiknya dilakukan pengecekan ulang kepada pasien menggunakan alat metal *detector*, hal ini tidak dilakukan karena alat tidak berfungsi.

Alat dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* dengan klinis *meningioma* di RSPON yaitu menggunakan pesawat MRI Siemens dengan kuat medan magnet 3T, *head coil*, operator *console*, spons sebagai alat fiksasi, *emergency button*, dan selimut.

Pemeriksaan MRI *Brain* menurut Westbrook (2) yaitu menggunakan *Head coil (quadrature* atau *multi-coil array)*, alat fiksasi *strap* dan penyangga imobilisasi, *earplugs* atau *headphone*. Menurut penulis persiapan alat dan bahan sesuai dengan teori yang ada, namun ada hal yang perlu diperhatikan yaitu pemberian *earplug* pada pasien agar pasien nyaman, karena *head coil* 64 yang biasa digunakan pada pemeriksaan MRI *Brain* di Instalasi Radiologi RSPON tidak cukup muat jika pasien menggunakan *headphone*, maka sebagai gantinya pasien bisa diberikan *earplug* untuk mengurangi kebisingan dan agar pasien nyaman selama pemeriksaan berlangsung.

Posisi pasien pada saat pemeriksaan MRI *Brain* adalah supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala dekat dengan gantry (*head first*) dan posisikan berada dalam *head coil*. Atur posisi pasien senyaman mungkin dengan kedua lengan berada di samping tubuh pasien. Jika pasien merasa kurang nyaman, berikan fiksasi kepada pasien di bawah kaki atau di tempat pasien merasa kurang nyaman. Kemudian berikan *Emergency Button* dan edukasi kepada pasien fungsinya. Pasangkan fiksasi kepala dengan spons untuk

mengurangi pergerakan pada pasien yang dapat menimbulkan artefak dalam gambar yang dihasilkan. Berikan pasien selimut agar nyaman selama pemeriksaan berlangsung. Pasien diposisikan sehingga cahaya fokus longitudinal berada di garis tengah dan cahaya fokus horizontal tepat di atas glabella. Hal ini sesuai dengan teori yang ada pada Westbrook (2).

Pemilihan protokol yang digunakan pada pemeriksaan MRS dengan klinis *meningioma* yaitu menggunakan protokol pemeriksaan MRI *Brain* rutin terlebih dahulu dengan *scanning* non kontras meliputi *Localizer*, axial DWI, axial T2 FLAIR, DWI Resolve axial, T1 MPRAGE, T2 TSE coronal, T2 SWI axial, setelah penyuntikan kontras media ke pasien dilanjutkan dengan *scanning* post kontras meliputi Perfusi, T2 TSE axial, T1 MPRAGE (post kontras) dan dilanjutkan dengan tambahan *sequence MR Spectroscopy* menggunakan teknik multi *voxel Spectroscopy* (MVS). Menurut Villanueva-Meyer, dkk (31) pemeriksaan untuk pencitraan pada tumor otak yaitu T1, T2 FLAIR, T2 SWI, DWI, Perfusi, *Magnetic Resonance Spectroscopy*, DTI, dan fMRI.

*Planning* yang dilakukan sebelum *scanning* pemeriksaan *Spectroscopy* yaitu, pilih gambar *sequence* T1 MPRAGE + C, kemudian cari gambar tumor yang paling jelas dan besar. Klik pada pertengahan tumor, dan tentukan seberapa besar *voxel* sesuai dengan kebutuhan, usahakan area yang ada kelainan maupun area yang normal tercakup ke dalam *voxel*. Atur *satband* agar berada pada setiap sisi *voxel* sampai membentuk garis yang bersinggungan antara garis tepi *voxel* dengan *satband*. Jika dirasa sudah tepat klik go. *Full Weight Half Maximum* (FWHM) sebagai indikator homogenitas *voxel* harus diatur kurang dari 30 Hz, karena semakin tinggi frekuensinya maka hasil *Spectroscopy* nya kurang baik. Tunggu sampai proses *scanning* selesai. Hal ini berdasarkan pernyataan responden:

“Yang pasti dilakukan dulu *scanning sequence* pemeriksaan MRI *Brain* rutin dengan kontras ya, untuk *sequence* MRS nya sendiri itu dengan nama CSI\_135, terus biasanya saya pakai reference *image* nya itu dari T1 post contrast atau T2 FLAIR.” (Responden 1/Radiografer 1)”

Setelah semua proses *scanning* dilakukan radiografer kembali memeriksa setiap *sequence* dan memastikan tidak ada pergerakan pada pasien, di RSPON hasil citra dikirim melalui *Synaps* karena RSPON tidak lagi menggunakan film melainkan menggunakan DVD-R, kecuali pasien yang meminta berupa print dalam bentuk film. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* dengan klinis *meningioma*, semua protokol pemeriksaan MRI *Brain* rutin baik non kontras maupun kontras dilakukan, setelah semua protokol selesai dilakukan dilanjutkan dengan pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* menggunakan teknik multi voxel *Spectroscopy* (MVS).

Teknik multi *voxel* pada pemeriksaan MRS digunakan untuk mengetahui nilai metabolit pada setiap area jaringan Tumor baik area yang terdapat Tumor maupun area normal karena pada setiap area memiliki nilai yang berbeda. Hal ini berdasarkan pernyataan responden:

”Kelebihannya bisa mengambil data 2 sampai 3 dimensi yang dapat digunakan untuk biopsi maupun tindakan operasi, akuisisi *Volume Of Interest* nya lebih dari satu sehingga dengan cara ini bisa mencakup lesi, peritumor, edema maupun area normal sekalipun.” (Responden 1/Radiografer 1)

“Manfaatnya yaitu bisa memeriksa berbagai titik baik yang kelainan maupun yang normal.” (Responden 2/Radiografer 2)

“Manfaatnya yaitu untuk mengetahui metabolit daripada tumor yaitu NAA, Choline, dsb. MRS juga dapat membantu menentukan jenis tumor baik ganas atau tidak.” (Responden 3/Radiografer 3)

Hal ini relevan dengan teori yang ada menurut Grover, dkk (22) Multi *voxel* memungkinkan cakupan anatomi yang lebih luas. Menurut penulis, pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* dapat memberikan informasi yang tepat tentang nilai metabolit ketika *voxel* ditempatkan pada area tumor dan menghindari daerah tulang, udara, darah, dan cairan, sehingga memudahkan radiolog untuk membaca hasil *Spectroscopy*. Kelemahan teknik multi *voxel Spectroscopy* yaitu, jika *voxel* ditempatkan di daerah yang harusnya dihindari seperti tulang, udara, darah, dan cairan maka hasil spektrum tidak maksimal dan menyebabkan puncak spektrum tidak sesuai dengan konsentrasi metabolit yang seharusnya. Hal ini berdasarkan pernyataan responden:

”Kekurangannya *scan time* nya agak lama ya, kalo untuk tumor yang terlalu dekat dengan bagian tulang dan cairan itu *shimming*nya kurang baik” (Responden 1/Radiografer 1)

“Ya itu *positioning voxel* tadi ya, kalo ternyata didalam tumornya ada perdarahan hasilnya nanti kurang bagus, kalo di *meningioma* khususnya karena dia tumor yang berada dipinggir-pinggir dekat tulang, kadang hasilnya jadi kurang bagus, kalo penempatan *voxel*nya tepat biasanya ga ada masalah” (Responden 6/Radiolog 3)

Menurut Garcia-Figueiras dkk (24), dalam kasus *meningioma*, terdapat penurunan tingkat creatine (Cr) dan Myo-inositol (ml), peningkatan konsentrasi choline (Cho), dan kadar lipid (Lip) yang rendah, serta adanya Alanine (Ala) yang secara khas terdeteksi. Menurut Matsusue dkk (28) dalam kasus *Meningioma* terdapat peningkatan konsentrasi pada Alanine (Ala).

Setelah penjelasan mengenai prosedur diatas, penulis mencoba menjabarkan hasil *MR Spectroscopy* dari 10 subjek berdasarkan hasil ekspertise radiolog serta kemampuan penulis, sebagai berikut:

**Tabel 4. 2** Nilai Metabolit pada setiap subjek

| Subjek    | Metabolit     |               |                          |
|-----------|---------------|---------------|--------------------------|
|           | Choline (Cho) | Creatine (Cr) | N-Asetyl Aspartate (NAA) |
| Subjek 1  | I: 47.92      | I: 7.18       | I: 2.62                  |
| Subjek 2  | I: 44.06      | I: 11.4       | I: 1E-05                 |
| Subjek 3  | I: 40.63      | I: 15.5       | I: 1E-05                 |
| Subjek 4  | I: 32.17      | I: 6.08       | I: 1E-05                 |
| Subjek 5  | I: 17.4       | I: 3.96       | I: 13.04                 |
| Subjek 6  | I: 28.92      | I: 6.99       | I: 3.08                  |
| Subjek 7  | I: 18.81      | I: 7.44       | I: 0.12                  |
| Subjek 8  | I: 18.21      | I: 6.23       | I: 2.04                  |
| Subjek 9  | I: 15.32      | I: 4.42       | I: 0.81                  |
| Subjek 10 | I: 27.62      | I: 12.3       | I: 3.18                  |

Keterangan: I = Integral

Unsur metabolik yang diukur pada spektrum spektroskopi adalah integral (I) Area Under Curve (AUC), yang menunjukkan jumlah kumpulan sinyal (NAA, Cho). Hasil pengukuran dan perhitungan dari unsur-unsur metabolit ini

akan dianalisis dan disimpulkan jenis tumornya oleh Dokter Spesialis Radiologi (28)

Pada subjek 1 dengan ukuran massa 7 x 6 x 8 cm, hasil MRS tampak peningkatan kadar Choline dan rasio Cho/Cr serta penurunan kadar NAA dan Cr intralesi, sesuai gambaran *meningioma* parietal kanan. Hasil *Spectroscopy* profil metabolit ini sangat konsisten dengan *meningioma*, yang biasanya menunjukkan peningkatan Cho dan rasio Cho/Cr serta penurunan NAA dan Cr di area yang terkena.

Pada subjek 2 dengan ukuran massa 8,6 x 4,7 x 7,7 cm, hasil MRS tampak peningkatan Cho dengan penurunan NAA dan Cr serta Alanine *peak* intralesi, sugestif gambaran *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* profil metabolit yang ditunjukkan oleh peningkatan Cho, penurunan NAA dan Cr, serta kehadiran puncak Alanine sangat sugestif untuk *meningioma*. Profil ini menggambarkan adanya proliferasi sel yang cepat, penurunan neuron sehat, penurunan aktivitas metabolik, dan kehadiran metabolit spesifik yang dihasilkan oleh sel-sel *meningioma*.

Pada subjek 3 dengan ukuran massa 5,6 x 6,9 x 7,8 cm, hasil MRS tampak peningkatan Cho dan glutamat dengan penurunan NAA dan Cr. DD/*meningioma* (grade 2). Hasil *Spectroscopy* sangat sugestif untuk *meningioma*, terutama yang lebih agresif seperti *meningioma* grade 2, dengan peningkatan Cho dan Glu yang lebih menonjol serta penurunan NAA dan Cr yang lebih signifikan.

Pada subjek 4 dengan ukuran massa 4,6 x 5,6 x 5,0 cm, hasil MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine => *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 5 dengan ukuran massa sekitar 4,1 x 3,5 x 4,6 cm, hasil MRS tampak peningkatan minimal Cho dengan penurunan NAA dan Cr, sugestif gambaran *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 6 dengan ukuran massa 5,2 x 5,5 x 4,1 cm, hasil MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine => *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 7 dengan ukuran massa 5,8 x 6,0 x 6,0 cm, hasil MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine. => *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 8 dengan ukuran massa 4,5 x 4,7 x 5,5 cm, hasil MRS tampak peningkatan prominent Cho , peningkatan sedang ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr. DD/ *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* hasil MRS yang menunjukkan peningkatan prominent Cho, peningkatan sedang rasio Cho/Cr, serta penurunan NAA dan Cr sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 9 dengan ukuran massa diameter 4, 3,7 x 3,1 cm, hasil MRS tampak peningkatan Cho, Glutamat dan ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr. metabolit normal di area perifokal edema. DD/ *meningioma*. Hasil *Spectroscopy* hasil MRS yang menunjukkan peningkatan choline (Cho), glutamat (Glu), rasio Cho/Cr, serta penurunan NAA dan Cr, dengan metabolit normal di area perifokal edema, sangat sugestif untuk *meningioma*.

Pada subjek 10 dengan ukuran massa 6,2 x 5,3 x 6,6 cm, hasil MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine, *meningioma* multipel. Hasil *Spectroscopy* menunjukkan peningkatan choline (Cho), penurunan NAA, dan penurunan creatine (Cr) sangat sugestif untuk *meningioma*, khususnya *meningioma* multipel.

Terkait metabolit yang dihasilkan, metabolit dasar yang tampak yaitu Choline, Creatinine, dan NAA yaitu metabolit yang tampak dari penggunaan TE *intermediate* atau menengah (135-144 ms), adapun alasan penggunaan TE 135 ms pada pemeriksaan *MR Spectroscopy* di RSPON yaitu karena dapat menghasilkan nilai metabolit yang penting. Hal tersebut berdasarkan pernyataan responden:

“Untuk mendapatkan spektrum dengan puncak yang lebih terpisah dan lebih mudah diinterpretasikan yang berguna dalam menilai komposisi kimia jaringan. TE yang lebih panjang (135) bisa membantu mengevaluasi lebih baik spektrum metabolit tertentu.” ( Responden 2/Radiografer 2)

”TE 135 pada *sequence* MRS sudah ditentukan oleh applicant specialist dan disetujui oleh radiolog.” (Responden 3/Radiografer 3)

Menurut Garcia-Figueiras dkk (24) Alanine tampak pada nilai-nilai TE menengah atau *intermediate* yaitu antara 135 dan 144 ms, dan Alanine sendiri muncul pada 1,47 ppm. Menurut responden 4/radiolog 1 tidak semua pasien dengan klinis *meningioma* terdapat Alanine *peak* pada hasil *MR Spectroscopy*.

“Kemudian pada *meningioma* kita juga bisa mencari hadirnya Alanine *peak*, tapi tidak semua *meningioma* ada Alanine *peak*, balik lagi tergantung kondisi pasiennya.”( Responden 4/ Radiolog 1)

Menurut Brix dkk (23) Pengukuran area puncak di *MR Spectroscopy* (MRS) menjadi rumit karena adanya resonansi yang *overlapping*, distorsi *baseline*, dan *line-sharp* yang tidak sempurna. Pengukuran juga akan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu relaksasi, *pulse sequence* yang digunakan, dan proses pemindaian

Menurut penulis terdapat kesenjangan antara teori menurut Garcia-Figueiras dengan yang terjadi di lapangan karena metabolit khas pada *meningioma* yaitu Alanine hanya terlihat pada subjek 2 dari kesepuluh subjek dengan klinis *meningioma*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Prosedur pemeriksaan *MR Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di RSPON sudah sesuai dengan SPO RSPON, kecuali beberapa hal yaitu, pengecekan ulang dengan alat metal *detector* untuk memastikan tidak ada benda-benda logam di tubuh pasien, pemberian *earplug* kepada pasien untuk mengurangi suara bising dari alat MRI dan demi kenyamanan pasien selama pemeriksaan berlangsung.
2. Hasil pemeriksaan *MR Spectroscopy* pada klinis *meningioma* di RSPON menampilkan nilai metabolit dasar yang tampak pada hasil spektrum yaitu Choline, Creatine, dan NAA. Hasil expertise radiolog, nilai metabolit yang menjadi ciri khas *meningioma* yaitu Alanine hanya tampak pada satu subjek dari sepuluh subjek dengan klinis *meningioma*.

#### **B. Saran**

Adapun saran – saran penulis adalah sebaiknya :

1. Pada pemeriksaan *MR Spectroscopy* dengan teknik multi *voxel* sebelum menempatkan *voxel* pada *sequence* T1 MPRAGE post contrast dapat dilihat juga pada *sequence* lain seperti SWI untuk menghindari penempatan *voxel* di area yang tidak homogen (tulang, udara, cairan) agar hasil pemeriksaan optimal.
2. Mengkombinasikan penggunaan TE yang tepat untuk meningkatkan keakuratan diagnostik dalam pemeriksaan *MR Spectroscopy* pada klinis *meningioma*. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan untuk mendeteksi dengan detail nilai spektrum metabolit seperti Alanine sebagai marker metabolit *meningioma*.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Meutia S, Utami N, Rahmawati S, Himayani R. Sistem Saraf Pusat dan Perifer. Vol. 11, Syalwa Meutia | Sistem Saraf Pusat dan Perifer Medula |. 2021.
2. Westbrook C. Handbook of MRI technique. 4th edition. Handbook of MRI technique – Fourth edition. 2014.
3. Ishaq BR, Ibrahim A, Iskandar A. Hubungan antara Ukuran Massa dan Derajat Tumor dengan Glasgow Coma Scale Pra dan Pasca Tumor Reseksi Bedah Meningioma dan Karnofsky Performance Scale Pasca Tumor Reseksi Bedah Meningioma di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda Januari 2018 – Maret 2020. Jurnal Sains dan Kesehatan. 31 Agustus 2021;3(4):462–9.
4. Buerki RA, Horbinski CM, Kruser T, Horowitz PM, James CD, Lukas R V. An overview of meningiomas. *Future Oncology*. 1 September 2018;14(21):2161–77.
5. Harter PN, Braun Y, Plate KH. Classification of meningiomas-advances and controversies. *Chin Clin Oncol*. 1 Juli 2017;6.
6. Hulmansyah D, Awal S, Pekanbaru B. Prosedur Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) Kepala Pada Kasus Tumor Otak di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Pekanbaru Procedure for Examination of Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) Head on Brain Tumor Case in Installation of Radiology Rs Awal Bros Pekanbaru. 2020;
7. Fujima N, Carlota Andreu-Arasa V, Barest GD, Srinivasan A, Sakai O. Magnetic Resonance Spectroscopy of the Head and Neck: Principles, Applications, and Challenges. *Neuroimaging Clin N Am*. 1 Agustus 2020;30(3):283–93.
8. Mayani AN, Wibowo GM, Darmini D. Analisis Pemilihan Region of Interest (RoI) pada Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS). *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*. 11 Juli 2016;2(2):137–41.
9. Westbrook C. MRI at a Glance. Third Edition. 2016.
10. Drake RL, Vogl AW, Tibbitts R, Richardson P. Gray's Anatomy For Students Fourth Edition Photographs by Ansell Horn. Gray's Anatomy for Students. 2020.
11. Marieb Elaine N, Wilhelm Patricia B, Mallat Jon. Human Anatomy. Eight edition. 2016.
12. Ogasawara C, Philbrick BD, Adamson DC. Meningioma: A review of epidemiology, pathology, diagnosis, treatment, and future directions. Vol. 9, *Biomedicines*. MDPI AG; 2021.
13. Hayuning Raharjanti F, Suhendar A, Lahdimawan A, Studi Kedokteran Program Sarjana P, Kedokteran F. Karakteristik Pasien Meningioma di RSUD Ulin Banjarmasin Tahun 2018-2020. 2022;
14. Holleczeck B, Zampella D, Urbschat S, Sahm F, von Deimling A, Oertel J, dkk. Incidence, mortality and outcome of meningiomas: A population-based study from Germany. *Cancer Epidemiol*. 1 Oktober 2019;62.

15. Jeffrey I, Traylor M, John S, Kuo MPFAANS. American Association of Neurological Surgeons. 2024. Meningiomas – Classifications, Risk Factors, Diagnosis and Treatment Options.
16. Mohindra N, Neyaz Z. Magnetic resonance sequences: Practical neurological applications. *Neurol India*. 1 Maret 2015;63(2):241–9.
17. Westbrook C, Talbot J. *MRI in Practice*. Fifth Edition. 2019.
18. Astuti S, D, Aisiyah N, Muzammil. A. Analisis kualitas citra tumor otak dengan variasi flip angle (FA) menggunakan sequence T2 turbo spin echo axial pada magnetic resonance imaging (MRI). 2017;
19. Tognarelli JM, Dawood M, Shariff MIF, Grover VPB, Crossey MME, Cox IJ, dkk. Magnetic Resonance Spectroscopy: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. *J Clin Exp Hepatol*. 2015;5(4):320–8.
20. Rhodes CJ. Magnetic resonance spectroscopy. *Sci Prog*. 1 September 2017;100(3):241–92.
21. Juchem C, Rothman DL. Basis of Magnetic Resonance. *Magnetic Resonance Spectroscopy: Tools for Neuroscience Research and Emerging Clinical Applications*. Elsevier Inc.; 2013. 3–14 hlm.
22. Grover VPB, Tognarelli JM, Crossey MME, Cox IJ, Taylor-Robinson SD, McPhail MJW. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. *J Clin Exp Hepatol*. 1 September 2015;5(3):246–55.
23. Brix MK. Establishing reliable MR spectroscopy techniques for measuring GABA and Glutathione in the human brain. 2018.
24. García-Figueiras R, Baleato-González S, Padhani AR, Oleaga L, Vilanova JC, Luna A, dkk. Proton magnetic resonance spectroscopy in oncology: The fingerprints of cancer? Vol. 22, *Diagnostic and Interventional Radiology*. AVES Ibrahim Kara; 2016. hlm. 75–89.
25. García-Figueiras R, Baleato-González S, Padhani AR, Oleaga L, Vilanova JC, Luna A, dkk. Proton magnetic resonance spectroscopy in oncology: The fingerprints of cancer? Vol. 22, *Diagnostic and Interventional Radiology*. AVES Ibrahim Kara; 2016. hlm. 75–89.
26. Verma A, Kumar I, Verma N, Aggarwal P, Ojha R. Magnetic resonance spectroscopy - Revisiting the biochemical and molecular milieu of brain tumors. Vol. 5, *BBA Clinical*. Elsevier B.V.; 2016. hlm. 170–8.
27. A JR, Zeinali-raFsanjani B, aMin Mosleh-shiraZi M, Faghihi reZa, saeeDi-MoghaDaM M, lotFi M, dkk. Full PaPer a method for cranial target delineation in radiotherapy treatment planning aided by single-voxel magnetic resonance spectroscopy: evaluation using a custom-designed gel-based phantom and simulations. 2019;
28. Jaskólski DJ, Fortuniak J, Stefańczyk L, Majos A, Gajewicz W, Papierz W, dkk. Differential diagnosis of intracranial meningiomas based on magnetic resonance spectroscopy. *Neurol Neurochir Pol*. 2013;47(3):247–55.
29. Susilowati P, Nurmawanti W. Jurnal Imejing Diagnostik Analisis Prosedur Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) pada Kasus Tumor Otak. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)* [Internet]. 2020;6:86–90. Tersedia pada: <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/index>
30. Matsusue E, Inoue C, Tabuchi S, Yoshioka H, Nagao Y, Matsumoto K, dkk. Utility of 3T single-voxel proton MR spectroscopy for differentiating

- intracranial meningiomas from intracranial enhanced mass lesions. *Acta Radiol Open*. April 2021;10(4):205846012110094.
31. Villanueva-Meyer JE, Mabray MC, Cha S. Current clinical brain tumor imaging. *Clin Neurosurg*. 1 September 2017;81(3):397–415.
  32. John G. Webster, E. Russell Ritenour, Slavik Tabakov, Kwan-Hoong Ng. *Advanced MR Neuroimaging*. 2018;

# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### BIODATA PENULIS



#### A. Data Pribadi

Nama : Vicka Zahara Firdaus  
NPM : P21130220055  
Tempat, tanggal lahir : Depok, 04 Mei 2002  
Alamat : Griya Cendekia Jl. Perkutut Blok E3,  
Gunung Sindur, Kab.Bogor, Jawa Barat,  
16340  
Telp/HP : 089636140852  
Agama : Islam  
Email : [vickazhrf@gmail.com](mailto:vickazhrf@gmail.com)

#### B. Riwayat Pendidikan

| No  | Pendidikan                                                               | Tahun       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.. | SD Negeri Limo 01                                                        | 2008 – 2014 |
| 3.  | MTs Hidayatul Umam                                                       | 2014 – 2017 |
| 4.  | SMA Yadika 12                                                            | 2017 – 2020 |
| 5.  | Poltekkes Jakarta II<br>(Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan) | 2020 – 2024 |

#### C. Pengalaman Praktek Kerja (PKL) dan Praktek Kerja Nyata (PKN)

1. RS Syarif Hidayatullah Konvensional
2. RSUD Budhi Asih Konvensional + Kontras Media
3. RS Hermina Depok CT Scan dan MRI
4. RS Husada MRI
5. RS Pusat Otak Nasional MRI
6. Siloam Hospitals Lippo Cikarang MRI

## Lampiran 2

### BIODATA PEMBIMBING UTAMA/MATERI

#### A. Umum

Nama : Khairil Anwar, SPd, MKes  
Tempat/Tgl.Lahir : Langkat, 18 Februari 1968  
Agama : Islam  
NIP : 196802181990031004  
NIDN/~~NIDK~~\* : 4018026802  
Pangkat/Golongan : Pembina/IV-a  
Jabatan : Dosen  
Telp/HP : 081315115097  
Email : [khairil.anwar@poltekkesjkt2.ac.id](mailto:khairil.anwar@poltekkesjkt2.ac.id)  
Alamat Kantor : Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II,  
Jl. Hang Jebat III Blok F 3 Kebayoran Baru, Jakarta  
Selatan 12120  
Tlp. (021) 7206239



#### B. Riwayat Pendidikan

| No. | Pendidikan                                      | Jurusan/Prodi             | Tempat  | Tahun |
|-----|-------------------------------------------------|---------------------------|---------|-------|
| 1   | Akademi Penata Rontgen (APRO) DepKes RI Jakarta | Radiodiagnostik           | Jakarta | 1989  |
| 2   | Universitas Negeri Jakarta (S- 1)               | Administrasi Pendidikan   | Jakarta | 2000  |
| 3   | Universitas Indonesia (S – 2)                   | Ilmu Kesehatan Masyarakat | Jakarta | 2004  |

#### C. Riwayat Pekerjaan

| No. | Lembaga/Instansi                                                        | Tahun       | Jabatan            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| 1   | Akademi Penata Rontgen (APRO) DepKes RI Jakarta                         | 1990 – 1995 | Staf & Instruktur  |
| 2   | Klinik BNI                                                              | 1990 – 1993 | Radiografer        |
| 3   | RS. Mitra Keluarga Jatinegara                                           | 1992 – 1994 | Radiografer        |
| 4   | Akademi Teknik Radiodiganostik dan Radioterapi (ATRO) DepKes RI Jakarta | 1996- 2001  | Dosen & Instruktur |

|    |                                                                          |                 |                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jkt II | 2001 – sekarang | Dosen                                                                                                                                       |
| 6  | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jkt II | 2005 – 2010     | Sekretaris Jurusan                                                                                                                          |
| 7  | Perhimpunan <i>Radiografer</i> Indonesia (PARI)                          | 2007 – 2011     | Sekretaris Umum                                                                                                                             |
| 8  | Perhimpunan <i>Radiografer</i> Indonesia (PARI)                          | 2011 – 2015     | Sekretaris Umum                                                                                                                             |
| 9  | Majelis Tenaga Kesehatan Indonesia (KTKI)                                | 2014 – 2016     | Anggota                                                                                                                                     |
| 10 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2007 – 2018     | Sekretaris Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Jakarta II (KEPK-PJK II)                                                     |
| 11 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2017 – 2018     | Anggota Tim Penyusun Borang Akreditasi Institusi                                                                                            |
| 12 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2018 – sekarang | Wakil Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Jakarta II (KEPK-PJK II)                                                    |
| 13 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2021 – sekarang | Anggota Tim Penyusun Borang Akreditasi Institusi serta Prodi Diploma III Radiologi dan Prodi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan |
| 14 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2010 – 2017     | Ka Sub Bag ADUM                                                                                                                             |
| 15 | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | 2018 – 2022     | Ka Sub Bag ADAK                                                                                                                             |

#### D. Pendidikan/Pelatihan/Seminar/Workshop (10 Tahun Terakhir)

| No. | Pelatihan                                           | Penyelenggara                              | Tempat  | Tahun |
|-----|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|-------|
| 1   | Etik Dasar dan Lanjut                               | Poltekkes Kemenkes Jakarta II              | Jakarta | 2018  |
| 2   | Good Practical Practice (GCP)                       | Poltekkes Kemenkes Jakarta II              | Jakarta | 2019  |
| 3   | International Webinar Series-1 by FIRREC            | KEPK Badan Litbang Kemenkes RI             | Jakarta | 2020  |
| 4   | Workshop Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dan | Pusdik SDM Kes Badan PPSDM Kes Kemenkes RI | Jakarta | 2020  |

|    |                                                                                                            |                                                                              |                |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|
|    | Audit Mutu Internal (AMI) Poltekkes Kemenkes                                                               |                                                                              |                |      |
| 5  | Seminar Perkembangan Teknologi CT Scan Menjawab Tantangan Covid-19                                         | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II | Jakarta        | 2020 |
| 6  | Good Practical Practice (GCP)                                                                              | Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                                | Jakarta        | 2021 |
| 7  | Workshop Etik Penelitian Kesehatan Tingkat Lanjut                                                          | KEPK Badan Litbangkes                                                        | Jakarta        | 2021 |
| 8  | Workshop Coaching bagi PNS di Lingkungan Kemenkes                                                          | Puslat SDM Kes Badan PPSDM Kes Kemenkes RI                                   | Jakarta        | 2021 |
| 9  | Workshop SOP KEPK – PKJ 2                                                                                  | KEPK-PKJ 2                                                                   | Jakarta        | 2022 |
| 10 | Webinar peran tenaga medis dan tenaga kesehatan dalam membangun mutu                                       | Lembaga Akreditasi Fasilitas Kesehatan Indonesia                             | Jakarta        | 2022 |
| 11 | Narasumber Pelatihan Standard Operating Procedure Komite Etik Penelitian                                   | FIRREC dan KEPK FKep UNAIR                                                   | Surabaya       | 2022 |
| 12 | Pelatihan dan Bimbingan SIM – EPK Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                            | KEPPKN dan Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                     | Jakarta        | 2022 |
| 13 | Moderator Pelatihan Kaji Etik Penelitian Kesehatan dan Cara Uji Klinik yang Baik                           | FIRREC dan RSUD Raja Ahmad Tabib, Tanjung Pinang                             | Tanjung Pinang | 2022 |
| 14 | Pelatihan Fasilitator Pengendalian Faktor Risiko PTM bagi Kader Posyandu di Wilayah Kerja Angkatan I s/d V | Balai Besar Pelatihan Kesehatan (BBPK) Jakarta                               | Jakarta        | 2022 |
| 15 | Workshop Online Klinik Akreditasi LAM PT-Kes                                                               | LAM PT-Kes                                                                   | Jakarta        | 2022 |
| 16 | Literasi Digital Sektor Pemerintahan Kepada ASN Kemenkes                                                   | Kementerian Kominfo RI                                                       | Bogor          | 2022 |
| 17 | International Webinar Pra-Rakornas IKADI 2022                                                              | PP IKADI                                                                     | Jakarta        | 2022 |
| 18 | Strategi Penyusunan Kurikulum Berbasis                                                                     | PT. Sentra Vidya Utama                                                       | Jakarta        | 2023 |

|    |                                                                                           |                                                                                                                      |            |      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|
|    | OBE & IAPS 4.0 BAN-PT                                                                     |                                                                                                                      |            |      |
| 19 | Workshop Penyusunan Pedoman Operasional Baku (POB) dalam Rangka Persiapan Akreditasi KEPK | Komite Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional dan KEPK Poltekkes Yogyakarta                             | Yogyakarta | 2023 |
| 20 | Pelatihan Penyelia Pusat (PP) Uji Kompetensi Mahasiswa Bidang Kesehatan                   | Komite Nasional Uji Kompetensi Mahasiswa Bidang Kesehatan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi RI | Jakarta    | 2023 |
| 21 | Good Clinical Practices (GCP) Training                                                    | Poltekkes Kemenkes Jakarta I dan Indonesia Research Ethics Consultancy (Ina REC)                                     | Jakarta    | 2023 |
| 22 | Workshop SOP KEPK dan Konsultan Independen                                                | Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya (KEPK FKUB) dan FIRREC                    | Malang     | 2023 |

#### E. Riwayat Penelitian

| No. | Judul/Masalah                                                                                                                                                     | Sumber Dana                       | Tahun |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1   | Kemampuan Dosen Dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar di ATRO DepKes RI Jakarta Pd Smt Genap 1994/1995.                                                      | ATRO Depkes RI Jakarta            | 1995  |
| 2   | Rancang Bangun Peralatan Untuk Mentransfer Data Fluoroskopi Menjadi Format Digital dengan PC Sbg Media Pengajaran MK Teknik Radiografi di ATRO DepKes RI Jakarta. | RISBINAKES, PUSDIKNAKES DepKes RI | 1999  |
| 3   | Pengukuran Dosis Luasan Permukaan Pd Pemeriksaan BNO-IVP Pasien Laki-laki di RS Tipe A, Tipe B dan Tipe B Pendidikan.                                             | RISBINAKES, PUSDIKNAKES DepKes RI | 2000  |
| 4   | Pembuatan CaSO <sub>4</sub> : dy Sebagai Alat Deteksi Radiasi.                                                                                                    | RISBINAKES, PUSDIKNAKES DepKes RI | 2004  |
| 5   | Analisis Kepuasan Mahasiswa Thd Pelayanan Proses Pembelajaran Pd Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II Tahun 2003                   | Mandiri                           | 2004  |
| 6   | Survey Pemeriksaan Radiografi Thorax                                                                                                                              | RISBINAKES,                       | 2005  |

|    |                                                                                                                                                                  |                                        |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|
|    | pd Rumah Sakit Rujukan di Jakarta Pusat dan Jakarta Timur tahun 2005                                                                                             | PUSDIKNAKES<br>DepKes RI               |      |
| 7  | Penentuan Standar Faktor Eksposi dan Instruksi Breathing Ketika Eksposi Pd Pemeriksaan Radiografi Thorax Pasien Obesitas                                         | RISBINAKES                             | 2006 |
| 8  | Hubungan Penggunaan Intensifying Screen dan mAS terhadap Kualitas Gambar Radiografi Articulatio Genu                                                             | RISBINAKES                             | 2006 |
| 9  | Penggunaan Variasi Rekonstruksi Algoritma Thd Kualitas Citra Pada Computed Tomografi <i>Scan</i> Kepala                                                          | Jurusan TRO<br>Poltekkes Depkes Jkt II | 2008 |
| 10 | Rekonstruksi Gambar Koronal Pemeriksaan CT <i>Scan</i> Kepala pd Ketebalan Irisan yang Berbeda                                                                   | Jurusan TRO<br>Poltekkes Depkes Jkt II | 2009 |
| 11 | Persepsi <i>Radiografer</i> Terhadap Program Proteksi radiasi Medik                                                                                              | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II  | 2017 |
| 12 | Upaya memperoleh kualitas citra radiografi optimal Dan meminimalisasi dosis yang diterima pasien Pada pemeriksaan extremitas atas dan bawah                      | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II  | 2019 |
| 13 | Analisa Presentase Capaian Pembelajaran Praktek Kerja Lapangan (PKL-1) Mahasiswa di Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II  | 2020 |
| 14 | Analisis Pemeriksaan CT- <i>Scan</i> Toraks pada Kasus Covid-19 untuk Mendapatkan Pengukuran Kuantitatif di RSUP Fatmawati                                       | Mandiri                                | 2021 |
| 15 | Upaya pengukuran untuk memperoleh kualitas citra radiografi optimal dengan meminimalisasi dosis yang di terima pasien pada pemeriksaan konvensional radiologi    | Mandiri                                | 2022 |
| 16 | Analisis kualitas Citra Dengan Variasi Ketebalan Irisan Pada Pemeriksaan CT <i>Scan</i> Otak                                                                     | Mandiri                                | 2022 |
| 17 | Pengembangan Model Artificial Intelligence Untuk Deteksi Kanker Payudara dari Citra Mammografi                                                                   | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II  | 2023 |

#### F. Pengabdian Kepada Masyarakat

| No. | Judul                                                               | Sumber Dana                           | Tahun |
|-----|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 1   | Sosialisasi Germas Wilayah Kota Depok Tahun 2021                    | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II | 2021  |
| 2   | Uji Kesesuaian Kolimasi dan Lampu Kolimator pada Pesawat Rontgen di | DIPA Poltekkes<br>Kemenkes Jakarta II | 2021  |

|   |                                                                                                                                          |                                    |      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|
|   | RS Suyoto Jakarta Selatan                                                                                                                |                                    |      |
| 3 | Pemeriksaan Abdomen USG dan Penyuluhan Kesehatan di Yayasan Masjid Al Ikhlas Cipete Jakarta Selatan                                      | DIPA Poltekkes Kemenkes Jakarta II | 2022 |
| 4 | Uji kesesuaian kolimasi dan lampu kolimator pada pesawat rontgen di RSUD Mampang, RSUD Kebayoran Baru dan RSUD Jagakarsa Jakarta Selatan | DIPA Poltekkes Kemenkes Jakarta II | 2023 |

### **G. Karya/Penulisan**

| <b>No.</b> | <b>Judul</b>                                                                                                                      | <b>Penerbit</b>               | <b>Tahun</b> |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|
| 1          | Buku Ajar Teknik Radiografi Alat Gerak Atas                                                                                       | Poltekkes Depkes Jakarta II   | 2006         |
| 2          | Buku Ajar Teknik Radiografi Alat Gerak Bawah                                                                                      | Poltekkes Depkes Jakarta II   | 2006         |
| 3          | Buku Ajar Jaminan dan Kendali Mutu Radiologi                                                                                      | Poltekkes Depkes Jakarta II   | 2009         |
| 4          | Buku Saku Pedoman Penelitian Poltekkes Kemenkes Jakarta II                                                                        | Poltekkes Kemenkes Jakarta II | 2020         |
| 5          | Kiat sukses meraih jabatan fungsional pertama sebagai dosen asisten ahli dan lektor pada Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II | Poltekkes Kemenkes Jakarta II | 2022         |

### Lampiran 3

## BIODATA PEMBIMBING PENDAMPING/TEKNIS

### A. Data Pribadi

Nama : Samsun, S.Si, M.Si, M.Kom

Tempat/Tgl Lahir : Kediri, 20 Februari 1965

Agama : Islam

NIP : 196502201989031012

NIDN : 4020026502

Pangkat/Golongan : III.d/Lektor

No Telp/Hp : 081319452165

Email : [aiman\\_052005@yahoo.com](mailto:aiman_052005@yahoo.com)

Alamat Kantor : Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II,  
Jl. Hang Jebat III Blok F 3 Kebayoran Baru, Jakarta  
Selatan 12120  
Tlp. (021) 7206239



### B. Riwayat Pendidikan

| Tahun Lulus | Program Pendidikan     | Perguruan Tinggi                | Jurusan/<br>Program Studi |
|-------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1985 – 1988 | Akademi Penata Rontgen | APRO Depkes RI Jakarta          | Radiodiagnostik           |
| 1996 -1998  | Sarjana                | Universitas Diponegoro Semarang | MIPA/Fisika               |
| 2006 – 2008 | Magister               | Universitas Indonesia           | MIPA/Fisika               |
| 2014 – 2016 | Magister               | STIMIK Eresha Jakarta           | Teknik Informatika        |

### C. Pengalaman Mengikuti Tes Psikologi Untuk Menjadi Tim Penilai

Penyelenggara Tes Psikologi : Lembaga Psikologi Prespective  
Jl. Kesehatan 14, Pasar Rebo, Cijantung, Jakarta Timur

Tanggal, Bulan, Tahun Tes Psikologi : 25 Mei 2021

Hasil Tes : Lulus/Cocok sebagai tim penilai (Assesor)

#### D. Seleksi Asesor oleh KAN

1. Pernah mengikuti seleksi Asesor KAN : Pernah/~~Tidak~~ (Coret yang tidak sesuai)
2. Jika pernah, apakah dinyatakan lulus : Lulus\*/~~Tidak Lulus~~ (~~Coret yang tidak sesuai~~)  
\*) Asesor LSP – KAN

#### E. Pelatihan Profesional

| Tahun | Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)                                                 | Penyelenggara                                            | Jangka Waktu |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1993  | QA/QC Manajemen RS                                                                  | Dinas Kesehatan Kabupaten Klungkung Bali                 | 1 Minggu     |
| 2013  | Workshop Para Pemimpin Dan Pokja Akreditasi Sebagai Asesor Internal RS              | Komite Akreditasi RS (KARS)                              | 2 hari       |
| 2016  | Pelatihan Asesor LamptKes                                                           | LamptKes (Lembaga Akreditasi Perguruan Tinggi Kesehatan) | 5 hari       |
| 2018  | Pelatihan Asesor LSP – KAN                                                          | KAN (Komite Akreditasi Nasional )                        | 5 hari       |
| 2019  | Teknik pembuatan soal Ukom Profesi Radiografer yang baik dan benar ( sesuai vinyet) | Badan PPSDM Kes Kemenkes RI                              | 3 hari       |
| 2020  | Riviewer soal ukom Profesi Radiografer Ahli                                         | Badan PPSDM Kes Kemenkes RI                              | 3 hari       |

#### F. Riwayat Jabatan di Perguruan Tinggi

| No. | Periode    | Jabatan                              | Unit Kerja                                                        |
|-----|------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2004 -2005 | Ka. Laboratorium Radiologi           | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekes Jakarta 2 |
| 2   | 2012-2013  | Ka. Prodi Diploma 4 Teknik Radiologi | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekes Jakarta 2 |
| 3   | 2014-2018  | Sekretaris Jurusan                   | Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekes Jakarta 2 |

### G. Riwayat Jabatan di Organisasi

| No. | Periode       | Jabatan | Organisasi                                    |
|-----|---------------|---------|-----------------------------------------------|
| 1   | 1990-Sekarang | Anggota | PARI ( Persatuan Ahli Radiografi Indonesia)   |
| 2   | 2015-sekarang | Anggota | AFISMI( Asosiasi Fisikawan Medis Indonesia)   |
| 3   | 2016-sekarang | Anggota | HIMNI (Himpunan Masyarakat Nuklir Indonesia ) |
| 4   | 2015-Sekarang | Anggota | MNI ( Masyarakat Nano Indonesia)              |
| 5   | 2012-Sekarang | Anggota | Sertifikasi Dosen Pendidikan Tinggi           |
| 6   | 2010-Sekarang | Anggota | ADI (Asosiasi Dosen Indonesia)                |

### H. Riwayat Pekerjaan

| No. | Periode       | Jabatan                                     | Unit Kerja                            |
|-----|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1   | 1990 - 2003   | Penata Rontgen (Radiografer)                | RSUD Klungkung - Bali                 |
| 2   | 2003-Sekarang | Dosen                                       | Politeknik Kesehatan Jakarta 2        |
| 3   | 2010-Sekarang | Radiografer/Fisikawan Medis/AMI RS          | RSU UKI Jakarta                       |
| 4   | 2013 -2015    | Anggota - AMI (Asesor Mutu Internal)        | Jurusan Radiologi Poltekkes Jakarta 2 |
| 5   | 2016-2019     | Anggota Tim akreditasi Institusi Pendidikan | Politeknik Kesehatan Jakarta 2        |

### I. Penghargaan/Piagam

| Tahun | Bentuk Penghargaan                | Pemberi  |
|-------|-----------------------------------|----------|
| 2020  | Satya Lencana 30 Tahun Pengabdian | Presiden |

## Lampiran 4



**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**  
**DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN**  
**POLITEKNIK KESEHATAN JAKARTA II**

Jl. Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12120  
Telp. 021-7397641 7397643 Fax. 021-7397769 Website: www.poltekkeskt2.ac.id  
Email: info@poltekkeskt2.ac.id dan poltekkes\_jakarta2@yahoo.com



Nomor : L.B.02.01/F.XXXIV.11/ 0119 /2024  
Lampiran : -  
Perihal : Izin Observasi dan Pengambilan Data

Jakarta, 26 Februari 2024

Kepada Yth :

Direktur  
Rumah Sakit Pusat Otak Nasional  
di-

TEMPAT

Sehubungan dengan penyusunan Skripsi bagi Mahasiswa Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Kami mohon kiranya Bapak/Ibu pimpinan berkenan memberikan izin kepada Mahasiswa dibawah ini untuk melakukan observasi dan pengambilan data :

| NO | NAMA                 | NIM               | JUDUL SKRIPSI                                                                                                                            |
|----|----------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | VICKA ZAHARA FIRDAUS | P2.11.30.2.20.055 | Analisis Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) pada Klinis Meningioma di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional |

Demikian permohonan ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II  
Ketua,



Dr. Nurwanjaya Heru A, S.Si,M.Si  
NIP.196404101989031002

Tembusan Kepada Yth:

1. Kepala Bagian Diklat RS Pusat Otak Nasional
2. Kepala Bagian Radiologi RS Pusat Otak Nasional
3. Arsip.

Pembimbing Materi,

Khairil Anwar,S.Pd,M.Kes  
NIP. 19680218 199003 1 004



## Lampiran 5



**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/803/2024

2 Mei 2024

Hal : Izin Penelitian

Yth. Ketua Jurusan  
Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi  
Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II  
Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12120

Sehubungan dengan adanya surat Permohonan Izin Observasi dan Pengambilan Data dari Ketua Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II nomor LB.02.01.F.XXXIV.11/0119/2024 tanggal 26 Februari 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.9/067/2024 tanggal 29 April 2024 atas nama peneliti sebagai berikut:

nama peneliti : Vicka Zahara Firdaus  
judul : Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy*  
penelitian (MRS) Pada Klinis Meningioma di Instalasi Radiologi Rumah  
Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta  
asal instansi : Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II

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 sdr, Yenni Syafitri di Nomor HP 0878-3989-4930 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://halo.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silahkan unggah dokumen pada laman <https://te.keminfo.go.id/verdyPDF>.



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

Lampiran 6

**LEMBAR OBSERVASI**

**Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis  
Meningioma di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional**

| No. | Kegiatan           | Keterangan                                                                                                                    | Hasil Observasi |
|-----|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.  | Persiapan Pasien   | Cek Darah Ureum dan Creatine                                                                                                  | √               |
|     |                    | Memberikan Penjelasan Mengenai Prosedur Pemeriksaan MRI                                                                       | √               |
|     |                    | Pasien dilakukan Screening dan diminta untuk menandatangani <i>Informed consent</i>                                           | √               |
|     |                    | Pasien diminta untuk mengganti baju dengan baju pasien yang sudah disediakan dan melepaskan benda yang berbahan logam         | √               |
| 2.  | Proses Pemeriksaan | Pasien di posisikan Supine, <i>Head first</i> dan dipasang <i>Head coil 64</i>                                                | √               |
|     |                    | Garis <i>central</i> di pertengahan Glabella                                                                                  | √               |
|     |                    | Pasien diberikan penjelasan tentang seberapa lama pemeriksaan dan diminta untuk tidak bergerak selama pemeriksaan berlangsung | √               |
|     |                    | Pasien di beri <i>Emergency Button</i> dan fiksasi berupa spons                                                               | √               |
|     |                    | Pasien diberikan Selimut untuk kenyamanan selama pemeriksaan                                                                  | √               |
| 3.  | Input Data         | Radiografer Melakukan input data pasien pada komputer MRI                                                                     | √               |
| 4.  | <i>Sequence</i>    | Menggunakan <i>sequence</i> MRI <i>Brain</i> rutin dengan kontras dan dilanjutkan dengan <i>Spectroscopy</i>                  | √               |
|     |                    | Melakukan <i>planning</i> pada setiap potongan untuk memulai <i>scanning</i>                                                  | √               |
|     |                    | <i>Localizer</i>                                                                                                              | √               |
|     |                    | Axial DWI                                                                                                                     | √               |
|     |                    | Axial T2 FLAIR                                                                                                                | √               |
|     |                    | DWI Resolve Axial                                                                                                             | √               |
|     |                    | T1 MPRAGE Navigasi                                                                                                            | √               |
|     |                    | T2 TSE Coronal                                                                                                                | √               |

|    |                           |                                                                                   |   |
|----|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |                           | T2 SWI Axial                                                                      | √ |
|    |                           | Perfusi                                                                           | √ |
|    |                           | T2 TSE Axial + C                                                                  | √ |
|    |                           | T1 MPRAGE + C                                                                     | √ |
|    |                           | <i>MR Spectroscopy</i>                                                            | √ |
| 5. | Post<br><i>Processing</i> | Radiografer memastikan tidak ada gambaran yang gerak dari seluruh <i>sequence</i> | √ |
|    |                           | Hasil pemeriksaan dikirim ke <i>Synaps</i>                                        | √ |
|    |                           | Hasil pemeriksaan di Burn atau di print sesuai kebutuhan                          | √ |
|    |                           | Ekspertise dokter dilampirkan di dalam DVD-R                                      | √ |

## Lampiran 7

### **PEDOMAN WAWANCARA**

**“Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis  
*Meningioma* di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar  
Mardjono Jakarta”**

- a. Wawancara dilakukan oleh peneliti
- b. Perlengkapan yang disiapkan yaitu pedoman wawancara, alat perekam suara, dan alat tulis
- c. Fungsi pedoman wawancara sebagai alat bantu untuk mengingatkan hal – hal yang perlu digali
- d. Poin-poin yang disampaikan harus langsung dicatat untuk mempermudah saat transkrip pembicaraan
- e. *Radiografer* atau Radiolog tidak harus memberikan jawaban atas seluruh pertanyaan yang disampaikan peneliti, tetapi harus disesuaikan dengan pengetahuan mereka terhadap pertanyaan peneliti
- f. Setelah melakukan wawancara, peneliti mengucapkan terima kasih dan meminta kesediaan *radiografer* atau radiolog untuk dikonfirmasi ulang apabila ada hal yang masih dirasa perlu atau kurang

## Lampiran 8

### SURAT PERNYATAAN RESPONDEN (WAWANCARA)

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Judul : “Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma* di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta”

Nama Responden :

Jabatan/profesi :

Tempat Tugas : Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional

Dengan ini bersedia/tidak bersedia menjadi responden penelitian yang dilaksanakan oleh Vicka Zahara Firdaus NPM P.2.11.30.2.20.055 Mahasiswa Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Jakarta II.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ket:

\*)coret yang tidak perlu

Jakarta,.....  
Yang Menyatakan,

(.....)

## Lampiran 9

### NASKAH PENJELASAN

Sehubungan dengan upaya pengumpulan data dalam rangka penelitian Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma*, saya Vicka Zahara Firdaus P2.11.30.2.20.055, mahasiswa Poltekkes Jakarta II Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi memohon kesediaan Bapak/Ibu/Saudara untuk berpartisipasi sebagai subjek.

Data yang akan saya kumpulkan adalah sebagai berikut:

1. Data umum pasien
2. Data penatalaksanaan pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS)

Data-data tersebut diperoleh dengan cara mengambil data yang ada di sistem komputer di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional. Partisipasi sebagai subjek bersifat sukarela dan apabila tidak berkenan dapat menolak, atau sewaktu-waktu dapat mengundurkan diri tanpa sanksi apa pun. Data diperoleh akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian dan tidak akan berdampak apa pun. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi mengenai prosedur pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS). Kemungkinan risiko yang terjadi adalah pasien merasa kurang nyaman saat dalam menjalani prosedur pemeriksaan. Untuk mengantisipasi risiko tersebut maka pasien diberikan *earplug* untuk mengurangi suara bising dari alat MRI dan diberikan *emergency bell* sebagai alat komunikasi dengan petugas apabila merasa pusing, mual, dll. Untuk lama durasi pemeriksaan MR *Spectroscopy* selama 40-50 menit. Sebagai tanda terima kasih, subjek akan diberikan bingkisan atau *souvenir* berupa set alat makan di akhir penelitian.

Apabila subjek memerlukan penjelasan lebih lanjut mengenai penelitian ini, dapat menghubungi:

Nama : Vicka Zahara Firdaus  
No. HP/telp : 089636140852  
Email : [vickazhrf@gmail.com](mailto:vickazhrf@gmail.com)

Atas partisipasi dan kerja samanya, saya ucapkan terima kasih.

**Lampiran 10**

**PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN (PSP)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa telah mendapat penjelasan secara rinci dan telah mengerti mengenai penelitian yang akan dilakukan oleh Vicka Zahara Firdaus (P2.11.30.2.20.055) dengan judul Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma* di Rumah Sakit Pusat Otak Nasional. Saya memutuskan setuju/tidak setuju\*, untuk ikut berpartisipasi pada penelitian ini secara sukarela tanpa paksaan. Bila selama penelitian ini saya menginginkan mengundurkan diri, maka saya dapat mengundurkan diri sewaktu- waktu tanpa sanksi apa pun.

Ket:

\*)coret yang tidak perlu

Saksi Persetujuan

Jakarta,.....  
Yang Menyatakan,

(.....)

(.....)

Yang Mengetahui,  
Peneliti

Vicka Zahara Firdaus  
NPM. P2.11.30.2.20.055

## Lampiran 11



Nomor : LB.02.01/F.XXXIV.11/0119/2024  
Lampiran : 3 (tiga) Eksemplar Penelitian  
Perihal : Ethical Clearance UPEPK-PKJ-II

Jakarta, 26 Februari 2024

Kepada Yth :

Direktur  
RS Pusat Otak Nasional  
di-

JAKARTA-

Sehubungan dengan kegiatan pengambilan data dalam rangka Penelitian Skripsi dengan judul "Analisis Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) pada Klinis Meningioma di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional" oleh mahasiswa semester 8 (delapan) Program Studi Teknologi Radiologi Pencitraan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi an. VICKA ZAHARA FIRDAUS NPM P2.11.30.2.20.055, maka bersama ini kami mohon dibuatkan surat Ethical Clearance yang dikeluarkan oleh Unit Pengkajian Etik Penelitian Kesehatan Rumah Sakit Pusat Otak Nasional.

Adapun sebagai bahan pertimbangan kami lampirkan 3 Eksemplar Protokol Penelitian.

Demikian surat permohonan kami, atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II  
Ketua,

Dr. Nursama Heru A,Si,M.Si.  
NIP. 19640420 198903 1 00

Tembusan Kepada Yth :

1. Ketua Unit Pengkajian Etik Penelitian Kesehatan PoltekkesKemenkes Jakarta II (UPEPK-PKJ-II)
2. Arsip.





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.9/067/2024**

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 :

**"Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis Meningioma di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta"**

Peneliti Utama : Vicka Zahara Firdaus  
Asal Institusi : Poltekkes Kemenkes Jakarta II

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.

Jakarta, 29 April 2024  
Ketua Komite Etik Penelitian

**dr. Ita Muharram Sari, Sp.S**  
NIP.198211012015012001

## Lampiran 13

### LEMBAR WAWANCARA RADIOGRAFER

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 11.00  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
*Radiografer* : Responden 1/Radiografer 1

1. Apa persiapan yang dilakukan sebelum pasien menjalani pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS)?

Jawaban :

Persiapannya yaitu pasien puasa minimal 2 jam sebelum pemeriksaan, kemudian karena ini pemeriksaan dengan kontras berarti pasien harus ada hasil lab ureum kreatinin, nanti sebelum masuk ke MRI pasien harus ganti pakaian, melepas benda berbahan logam, dan pasien dipersilahkan untuk buang air kecil.

2. Apa saja *sequence* yang di butuhkan pada pemeriksaan MRS dengan klinis *meningioma* di RS Pusat Otak Nasional?

Jawaban:

Yang pasti dilakukan dulu *scanning sequence* pemeriksaan MRI *Brain* rutin dengan kontras ya, untuk *sequence* MRS nya sendiri itu dengan nama CSI\_135, terus biasanya saya pakai *reference image* nya itu dari T1 post contrast atau T2 FLAIR.

3. Bagaimana cara menentukan area spesifik yang akan dianalisis menggunakan MRS pada pasien dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

Cara menentukannya itu kita biasanya lihat dulu, karna ini pasien dengan klinis *meningioma* biasanya dekat dengan tulang, jadi hindari bagian tulang, darah maupun cairan.

4. Apa manfaat dan kekurangan dari teknik *Multi Voxel Spectroscopy*?

Jawaban:

Kelebihannya bisa mengambil data 2 sampai 3 dimensi yang dapat digunakan untuk biopsi maupun tindakan operasi, akuisisi *Volume Of Interest* nya lebih dari satu sehingga dengan cara ini bisa mencakup lesi, peritumor, edema maupun area normal sekalipun.

Kekurangannya *scan time* nya agak lama ya, dan untuk tumor yang terlalu dekat dengan bagian tulang dan cairan itu *shimming*nya kurang baik.

5. Mengapa pemeriksaan MRS di RS Pusat Otak Nasional menggunakan TE 135?

Jawaban:

Karena dapat menghasilkan spektrum metabolit yang penting, seperti NAA, Choline, dan Creatine.

6. Apakah ada hubungan antara Teknik pemeriksaan MR *Spectroscopy* yang dilakukan dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Ada, jika penempatan *voxel* dihindari pada bagian dekat dengan tulang, darah, udara maka hasilnya lebih maksimal.

7. Apakah ada tantangan khusus yang sering di hadapi saat melakukan pemeriksaan MRS pada pasien dengan *meningioma*? Jika ada, bagaimana cara mengatasinya?

Jawaban:

Paling itu tadi ya, penempatan *voxel*nya kalo tumornya itu dekat sama tulang, udara ataupun cairan, cara mengatasinya ya paling hindari hal itu dan kalo memungkinkan ukuran *voxel*nya itu diperkecil agar terhindar dari hal itu supaya hasil MRS nya maksimal.

## LEMBAR WAWANCARA RADIOGRAFER

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 11.00  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
*Radiografer* : Responden 2/Radiografer 2

1. Apa persiapan yang dilakukan sebelum pasien menjalani pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS)?

Jawaban :

Persiapannya yaitu pasien puasa minimal 2 - 4 jam sebelum pemeriksaan seperti pemeriksaan MRI kepala rutin dengan kontras.

2. Apa saja *sequence* yang di butuhkan pada pemeriksaan MRS dengan klinis *meningioma* di RS Pusat Otak Nasional?

Jawaban:

*Sequence* yang dilakukan biasanya yaitu:

Pre kontras: Axial DWI, Axial FLAIR, T1 MPRAGE, T2 Cor Ax SWI

Post kontras: Perfusi, T1 MPRAGE + C, MRS

3. Bagaimana cara menentukan area spesifik yang akan dianalisis menggunakan MRS pada pasien dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

Pastikan area tumor yg akan diperiksa spektroskopi tidak ada tulang, udara, cairan seperti darah

4. Apa manfaat dan kekurangan dari teknik *Multi Voxel Spectroscopy*?

Jawaban:

Manfaatnya yaitu bisa memeriksa berbagai titik baik yang kelainan maupun yang normal, kekurangannya yaitu waktu pemeriksaan lebih lama dari *single voxel*.

5. Mengapa pemeriksaan MRS di RS Pusat Otak Nasional menggunakan TE 135?

Jawaban:

Untuk mendapatkan spektrum dengan puncak yang lebih terpisah dan lebih mudah diinterpretasikan yang berguna dalam menilai komposisi kimia jaringan. TE yang lebih panjang (135) bisa membantu mengevaluasi yang lebih baik spektrum metabolit tertentu.

6. Apakah ada hubungan antara Teknik pemeriksaan MR *Spectroscopy* yang dilakukan dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Informasi yang didapat dari multi *voxel* lebih kaya dari teknik single *voxel*, kemudian TE panjang (135) mampu mengevaluasi spektrum metabolit dengan lebih baik.

7. Apakah ada tantangan khusus yang sering di hadapi saat melakukan pemeriksaan MRS pada pasien dengan *meningioma*? Jika ada, bagaimana cara mengatasinya?

Jawaban:

Tantangannya biasanya yaitu pasien tidak kooperatif cara mengatasinya pakai obat penenang atau anestesi tergantung keputusan dokter, dan biasanya pada lokasi yang akan diambil dekat dengan tulang, cairan (darah) kita pakai saturation band disekitar *voxel* agar hasilnya lebih optimal.

## LEMBAR WAWANCARA RADIOGRAFER

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 12.00  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
*Radiografer* : Responden 3/Radiografer 3

1. Apa persiapan yang dilakukan sebelum pasien menjalani pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS)?

Jawaban :

Dikarenakan MRS biasanya dilakukan pada pasien tumor pada kasus *meningioma*, persiapannya seperti pasien akan melakukan pemeriksaan MRI dengan kontras yaitu puasa 2 jam sebelum pemeriksaan dan juga cek fungsi ginjal Ureum dan Creatine dan juga Egfr.

2. Apa saja *sequence* yang di butuhkan pada pemeriksaan MRS dengan klinis *meningioma* di RS Pusat Otak Nasional?

Jawaban:

*Sequence* yang dilakukan biasanya yaitu: Axial DWI, Axial FLAIR, T1 MPRAGE, T2 Cor Ax SWI, Perfusi, T1 MPRAGE + C, MRS

3. Bagaimana cara menentukan area spesifik yang akan dianalisis menggunakan MRS pada pasien dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

Untuk area yg diambil pada *meningioma* dipusatkan pada daerah *meningioma* nya dan juga pada daerah edema sekitar *meningioma* dan juga tambahkan sedikit pada area normal.

4. Apa manfaat dan kekurangan dari teknik *Multi Voxel Spectroscopy*?

Jawaban:

Manfaatnya yaitu untuk mengetahui metabolit daripada tumor yaitu NAA, Choline, dsb. MRS juga dapat membantu menentukan jenis tumor baik ganas atau tidak

Kekurangannya yaitu waktu pemeriksaan yang cukup lama dan juga sensitif pada air, udara, dan tulang sehingga area tumor yang berada dekat dengan air, udara, dan tulang cenderung mengganggu hasil dari MRS.

5. Mengapa pemeriksaan MRS di RS Pusat Otak Nasional menggunakan TE 135?

Jawaban:

TE 135 pada *sequence* MRS sudah ditentukan oleh applicant specialist dan disetujui oleh dokter radiolog.

6. Apakah ada hubungan antara Teknik pemeriksaan MR *Spectroscopy* yang dilakukan dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Tentu ada, pastikan gamabran MRS tidak mendekati tulang, air, dan udara dan pastikan pasien tidak bergerak selama pemeriksaan berlangsung karena bisa memperngaruhi hasil MRS.

7. Apakah ada tantangan khusus yang sering di hadapi saat melakukan pemeriksaan MRS pada pasien dengan *meningioma*? Jika ada, bagaimana cara mengatasinya?

Jawaban:

Tantangannya yaitu karena lokasi tumor yang terkadang berada dekat tulang, sebaiknya kita ambil seperlunya, volume *voxel* MRS dikecilkan supaya tidak terkena komponen-komponen tersebut.

## Lampiran 14

### LEMBAR WAWANCARA RADIOLOG

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 09.30 WIB  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
Radiolog : Responden 4/Radiolog 1

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

Karena pasien dengan klinis SOL memang biasanya kita lakukan pemeriksaan MRS, kebutuhannya yaitu untuk menentukan SOL nya ke arah suatu tumor atau suatu infeksi atau inflamasi, nanti kalau sudah ditentukan, MRS biasanya juga untuk menentukan tumornya lebih ke arah jinak atau ganas.

2. Pada pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma*, apa saja informasi diagnostik yang dibutuhkan?

Jawaban:

Metabolitnya ya, mulai dari tiga yang utama kan NAA, Creatine, dan Choline, selain itu kalau *meningioma* kita bisa juga lihat misalnya apakah ada Lipid Lactat *peak*nya, kemudian pada *meningioma* kita juga bisa mencari hadirnya Alanine *peak* yang biasanya meningkat pada *meningioma*, tapi tidak semua *meningioma* ada Alanine *peak*, balik lagi tergantung kondisi pasiennya.

3. Bagaimana Anda membedakan antara *meningioma* dan jenis tumor otak lainnya berdasarkan hasil MRS?

Jawaban:

Gak bisa dibedakan hanya dari pemeriksaan MRS, MRS salah satu fitur yang membantu bukan untuk menentukan *meningioma* dengan

tumor lain tapi lebih ke untuk menentukan ini *meningioma* grade yang jinak atau yang ganas.

4. Bagaimana hubungan antara Teknik pemeriksaan yang dilakukan oleh *radiografer* pelaksana dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Pasti berhubungan ya, kalo penempatan *voxel*nya di lokasi yang kurang tepat kan pasti hasilnya kurang bagus, grafik metabolitnya juga ga terbentuk, contohnya jika terlalu dekat dengan tulang, atau diambil dari yang terlalu dekat dengan komponen yang banyak cairannya, kistiknya, atau kalsifikasinya gitu kan, kalo kena komponen komponen tersebut maka hasilnya jadi terganggu, jadi kualitas metabolitnya kurang bagus, jadi sulit untuk kita lakukan interpretasi.

5. Apa saja tantangan yang sering Anda hadapi saat menganalisis hasil MRS dan bagaimana Anda mengatasinya?

Jawaban:

Itu tadi paling ya kalo penempatan *voxel*nya kurang tepat, hasilnya kurang akurat, jadi harus diletakkan di lokasi yang tepat.

## LEMBAR WAWANCARA RADIOLOG

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 09.40  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
Radiolog : Responden 5 /Radiolog 2

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

Untuk melihat sifat jenis tumornya ganas atau jinak.

2. Pada pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma*, apa saja informasi diagnostik yang dibutuhkan?

Jawaban:

Yang dibutuhkan yaitu kadar metabolit utama seperti Choline, Creatine, NAA ya.

3. Bagaimana Anda membedakan antara *meningioma* dan jenis tumor otak lainnya berdasarkan hasil MRS?

Jawaban:

Gak bisa. Kalo untuk membedakan *meningioma* dengan jenis yang lain lebih ke gambar radiografi konvensional mungkin ya dibanding MRS nya.

4. Bagaimana hubungan antara Teknik pemeriksaan yang dilakukan oleh *radiografer* pelaksana dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Kalo teknik antar radiografer sih ga terlalu ya, yang jadi penghalang penilaian gambaran bagus nya sih lebih ke sifat tumornya ya, kalau ada kalsifikasi atau perdarahan sih yang bikin hasil MRS nya jadi kurang baik dan sulit dibaca.

5. Apa saja tantangan yang sering Anda hadapi saat menganalisis hasil MRS dan bagaimana Anda mengatasinya?

Jawaban:

Ya itu kalau ada perdarahan atau kalsifikasi, hasil grafiknya jadi ga terlihat bagus dan sulit dinilai.

## LEMBAR WAWANCARA RADIOLOG

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Mei 2024  
Waktu : 12.30  
Tempat : Instalasi Radiologi RSPON  
Radiolog : Responden 6/Radiolog 3

1. Apa tujuan dilakukan pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *meningioma*?

Jawaban:

MRS itu kan untuk melihat gambaran metabolit didalam parenkim tumor, jadi kalo tumor atau SOL kita lakukan MRS untuk melihat gambaran metabolitnya, untuk mencari gambaran yang sesuai untuk tumor atau sesuai untuk infeksi, termasuk untuk *meningioma*.

2. Pada pemeriksaan MR *Spectroscopy* dengan klinis *Meningioma*, apa saja informasi diagnostik yang dibutuhkan?

Jawaban:

Karena *meningioma* itu tumor ya, jadi gambaran metabolitnya ya sesuai dengan gambaran metabolit tumor, biasanya Choline nya meningkat, ada peningkatan rasio Choline Creatinine sama penurunan NAA.

3. Bagaimana Anda membedakan antara *meningioma* dan jenis tumor otak lainnya berdasarkan hasil MRS?

Jawaban:

Gak bisa kalo hanya dari hasil MRS saja, harus dilihat dari gambaran anatomisnya mungkin.

4. Bagaimana hubungan antara Teknik pemeriksaan yang dilakukan oleh *radiografer* pelaksana dengan hasil gambaran yang dihasilkan?

Jawaban:

Kalo penempatan *voxel* sebisa mungkin kita tidak menempatkan di lokasi yang banyak *csf* nya, kalsifikasinya atau perdarahannya, atau dekat tulang karena nanti hasilnya jadi kurang bagus ya, terus harus mencakup daerah tumornya sama harus mencakup daerah parenkim disekitar tumornya.

5. Apa saja tantangan yang sering Anda hadapi saat menganalisis hasil MRS dan bagaimana Anda mengatasinya?

Jawaban:

Ya itu *positioning voxel* tadi ya, kalo ternyata didalam tumornya ada perdarahan hasilnya nanti kurang bagus, kalo di *meningioma* khususnya karena dia dipinggir-pinggir dekat tulang, kadang hasilnya kurang bagus juga, kalo penempatan *voxel*nya tepat biasanya ga ada masalah.

Lampiran 15



**RS Pusat Otak Nasional**  
Prof.Dr.dr.Mahar Mardjono Jakarta

Nomor RM :  
Nama :  
Tgl Lahir :  
(Mohon tempelkan sticker disini)

**FORMULIR PERSETUJUAN PROSEDUR DIAGNOSTIK RADIOLOGI**

| PEMBERIAN INFORMASI                                                                                                                                                |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Nama dokter pemberi penjelasan                                                                                                                                     |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Nama Pasien                                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Nomor Rekam Medis                                                                                                                                                  |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Tempat/tanggal lahir                                                                                                                                               |                                                   | Umur :                                                                                              | Tahun Bulan                      |       |
| Jenis kelamin                                                                                                                                                      |                                                   | Laki - laki   Perempuan                                                                             |                                  |       |
| Alamat pasien                                                                                                                                                      |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Jika penerima informasi bukan pasien *, lengkapi isian pada dua kolom di bawah                                                                                     |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Nama penerima informasi                                                                                                                                            |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Hubungan dengan pasien                                                                                                                                             |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| NO.                                                                                                                                                                | JENIS INFORMASI                                   | ISIAN INFORMASI                                                                                     | Paraf & Nama Yang Menjelaskan    |       |
| 1.                                                                                                                                                                 | Prosedur diagnostik yang akan dilakukan           | Jenis Pemeriksaan :<br>Keterangan :                                                                 |                                  |       |
| 2.                                                                                                                                                                 | Persiapan pasien menghadapi prosedur diagnostik * | <input type="checkbox"/> Tidak perlu persiapan<br><input type="checkbox"/> Perlu persiapan, yaitu : |                                  |       |
| 3.                                                                                                                                                                 | Hal-hal yang perlu menjadi perhatian              |                                                                                                     | Ya                               | Tidak |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 1. Alergi obat/makanan                                                                              |                                  |       |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 2. Alergi kontras                                                                                   |                                  |       |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 3. Pacemaker                                                                                        |                                  |       |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 4. Implant logam                                                                                    |                                  |       |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 5. Konsumsi Metformin                                                                               |                                  |       |
|                                                                                                                                                                    |                                                   | 6. Hamil **                                                                                         |                                  |       |
| Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerangkan hal-hal di atas secara benar dan jelas dan memberikan kesempatan untuk bertanya dan/atau berdiskusi             |                                                   |                                                                                                     | Tanda tangan Dokter:             |       |
| Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerima informasi dari Dokter sebagaimana di atas                                                                          |                                                   |                                                                                                     | Tanda tangan Pasien/Wali Pasien: |       |
| PERSETUJUAN PROSEDUR DIAGNOSTIK RADIOLOGI                                                                                                                          |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Yang bertandatangan di bawah ini, saya, nama _____ umur _____ tahun, Laki-laki/ perempuan, alamat _____                                                            |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Menyatakan:                                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| 1. Saya memahami perlunya dan manfaat prosedur diagnostik radiologi sebagaimana telah dijelaskan seperti di atas kepada saya, termasuk resiko yang mungkin timbul. |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| 2. SETUJU dilakukannya prosedur diagnostik radiologi berupa _____ terhadap diri saya/pihak yang saya wakili *                                                      |                                                   |                                                                                                     |                                  |       |
| Jakarta, tanggal _____                                                                                                                                             | pukul _____                                       | Saksi 1                                                                                             | Saksi 2                          |       |
| Yang menyatakan*                                                                                                                                                   | Dokter                                            |                                                                                                     |                                  |       |
| (_____)                                                                                                                                                            | (_____)                                           | (_____)                                                                                             | (_____)                          |       |

\* Bila pasien tidak kompeten atau tidak mau menerima informasi, maka penerima informasi adalah wali atau keluarga terdekat (suami, istri, ayah/ ibu kandung, kakak/ adik kandung, anak kandung)

\*\*Khusus untuk pasien perempuan dalam usia reproduktif, corel pada pernyataan yang tidak sesuai

Lampiran 16



**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**  
**DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN**  
 RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL PROF. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA  
 Jl. M.T. Haryono Kav.11 Cawang, Jakarta Timur 13630  
 Telp. (021) 2937 3377 (Hunting), Fax. (021) 2937 3445, 2937 3385  
 Website: rspan.co.id; Email : info@rspan.co.id; rspotakn@gmail.com



**FORMULIR ANAMNESA PASIEN MRI**

Tgl. Pemeriksaan : .....  
 Nama Pasien /No.RM : .....  
 Tgl Lahir / Umur : .....  
 BB / TB : .....  
 Jenis Pemeriksaan MRI : .....

| APAKAH ANDA                                                            | YA | TIDAK | APAKAH ANDA                                                   | YA | TIDAK |
|------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------------------------------------------------------------|----|-------|
| 1. Memakai alat pacu jantung/ pacemaker                                |    |       | 13. Sedang hamil / memberi ASI                                |    |       |
| 2. Memakai Clips Aneurisma di Otak                                     |    |       | 14. Memakai Plester / koyo mengandung obat                    |    |       |
| 3. Memakai Clips Aneurisma di Perut                                    |    |       | 15. Mempunyai riwayat Alergi                                  |    |       |
| 4. Mempunyai stent di jantung                                          |    |       | 16. Mempunyai Tato                                            |    |       |
| 5. Mempunyai clips transplant ginjal/hati/operasi di bagian tubuh lain |    |       | 17. Mempunyai riwayat asma                                    |    |       |
| 6. Mempunyai pompa insulin / pompa untuk obat lain / kemoterapi        |    |       | 18. Mempunyai riwayat operasi                                 |    |       |
| 7. Mempunyai prothesis katup jantung                                   |    |       | 19. Jenis Operasi                                             |    |       |
| 8. Mempunyai Prothesis orthopedic di sendi paha/lutut, kawat/plates    |    |       | 20. Keluhan saat ini                                          |    |       |
| 9. Mempunyai alat pendengar atau cochlear implant                      |    |       | <b>RIWAYAT PENYAKIT</b><br>1. Penyakit Jantung<br>2. Diabetes |    |       |
| 10. Hip/knee joint, wires plate                                        |    |       | 3. Hipertensi<br>4. Penyakit Ginjal                           |    |       |
| 11. Ear implant/coclear implant                                        |    |       | 5. Stroke<br>6. Penyakit Hati                                 |    |       |
| 12. Mempunyai gigi palsu / kawat gigi, alat kosmetik kelopak mata      |    |       | 7.Kanker<br>8.Terapi Penyinaran/kemoterapi                    |    |       |

**Tanda Tangan**

**Tanda Tangan**

**Petugas**

**Pasien**

\*Untuk pemeriksaan MRI yang memerlukan kontras media seperti MRI abdomen, MRI Angiografi, Pasien harus dipuasakan 2 jam sebelum pemeriksaan (minum air diperbolehkan) serta diperlukan pemeriksaan ureum dan kreatinin sebelum pemeriksaan

13.003/RM/1/2022/Rev.03

Lampiran 17

|                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <br><b>Rumah Sakit<br/>Pusat Otak Nasional</b> | <b>MRI CEREBRAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |                  |
|                                                                                                                                 | Nomor Dokumen :<br>HK.02.04/II/769/2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | No. Revisi :<br>01                                                                                       | Halaman :<br>1/2 |
| <b>SPO</b>                                                                                                                      | Tanggal Terbit :<br><br>30 April 2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ditetapkan :<br>Direktur Utama,<br><br>Dr. Mursyid Bustami, SpS (K), KIC, MARS<br>NIP.196209131988031002 |                  |
| PENGERTIAN                                                                                                                      | MRI (Magnetic Resonance Imaging) adalah satu cara pemeriksaan khusus radiodiagnostik dalam ilmu kedokteran yang menggunakan prinsip medan magnet dan atom hydrogen, yang menghasilkan gambaran potongan tubuh manusia dalam tiga potongan yaitu aksial, sagital dan koronal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |                  |
| TUJUAN                                                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk check up kondisi otak</li> <li>2. Untuk mengevaluasi kelainan yang ada di kepala</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |                  |
| KEBIJAKAN                                                                                                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1014/Menkes/SK/XI/2008 tentang Standart Pelayanan Radiologi Diagnostik di Sarana Pelayanan Kesehatan.</li> <li>2. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 780/Menkes/PER/VIII/2008 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Radiologi.</li> <li>3. Kebijakan Direktur Rumah Sakit Otak Nasional Nomor HK.02.04/II/1338/2014 tentang Petunjuk Pelaksanaan Penyelenggaraan Pelayanan Radiologi.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                          |                  |
| PROSEDUR                                                                                                                        | <p><b>Prosedur persiapan :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengisi check list Screening MRI dengan edukasi dari petugas</li> <li>2. Menandatangani inform consent (untuk pemeriksaan dengan kontras Gadolinium)</li> <li>3. Semua bahan logam, kartu kredit, telepon, dompet dan lain-lain yang sejenis dilepas sebelum masuk ke dalam ruang pemeriksaan.</li> <li>4. Sebelum masuk ke ruang pemeriksaan pasien melakukan pengosongan buli terlebih dahulu dan mengenakan baju pemeriksaan</li> <li>5. Petugas memberitahu bahwa selama pemeriksaan akan ada suara mesin yang berisik, dan pasien diharapkan tidak bergerak selama pemeriksaan/ mesin berbunyi</li> </ol> <p><b>Prosedur tindakan :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alat – alat : Head coil</li> <li>2. Posisi pasien : Pasien dalam posisi supine di meja MRI dengan kapala di dalam head coil.</li> <li>3. Sequence yang di ambil MRI Kepala Non Kontras :             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Axial DWI, T1, T2 dan FLAIR</li> <li>b. Sagital T1.</li> <li>c. Coronal T2.</li> </ol> </li> <li>4. Khusus untuk pasien dengan klinis epilepsy dan riwayat kejang maka dibuat potongan tipis hippocampus yaitu dengan teknik potongan tipis <b>koronal FLAIR</b> (tegak lurus hippocampus).</li> <li>5. Untuk <b>MRA</b>, ditambah sequence <b>TOF dan PCA</b>.</li> <li>6. Pemberian <b>kontras Gadolinium DTPA</b> bila penilalan mengarah ke infeksi, tumor, metastase, multipel sclerosis.</li> <li>7. Sequence yang di ambil <b>post kontras Gadolinium</b> :             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Axial T1<br/>Dapat dibuat Axial T1 navigasi untuk planning operasi.</li> <li>b. Sagital T1 3D.</li> <li>c. Koronal T1 3D</li> </ol> </li> </ol> |                                                                                                          |                  |

|                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|
| <br><b>Rumah Sakit<br/>Pusat Otak Nasional</b> | <b>MRI CEREBRAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                  |
|                                                                                                                                 | Nomor Dokumen :<br>HK.02.04/1/769/2013                                                                                                                                                                                                                                 | No. Revisi :<br>01 | Halaman :<br>2/2 |
|                                                                                                                                 | 8. Bila diperlukan, dibuat <b>MR-Spectroscopy</b> dan <b>MR-Perfusion</b><br>9. Untuk pasien dengan diagnosis mengarah pada Microadenoma Hipofise, dibuat <b>Dynamic Scan MRI</b> , lalu dibuat potongan tipis koronal T1 dan sagital T1 post kontras pada regio sella |                    |                  |
| UNIT TERKAIT                                                                                                                    | 1. Instalasi Rawat Inap<br>2. Instalasi Rawat Jalan                                                                                                                                                                                                                    |                    |                  |

## Lampiran 18



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA  
DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN  
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL PROF. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA  
Jl. M.T. Haryono Kav.11 Cawang, Jakarta Timur 13630  
Telp. (021) 2937 3377 (Hunting), Fax. (021) 2937 3445, 2937 3385  
Website: rspan.co.id; Email : info@rspan.co.id; rspotakn@gmail.com



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |            |                                |           |   |                                         |
|-----------------|------------|--------------------------------|-----------|---|-----------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : | <b>Subjek 1</b>                | NO. FOTO  | : |                                         |
| NAMA            |            |                                | TGL. FOTO | : |                                         |
| TGL LAHIR/UMUR  | :          | ( 50 TH 9 BL 22 H )            | RUANGAN   | : | Poliklinik Neurodiagnostik<br>Eksekutif |
| KELAMIN         | :          | Laki-Laki                      | KLINIS    | : | meningioma                              |
| DOKTER PENGIRIM | :          | dr., Sp.BS                     |           |   |                                         |
| PEMERIKSAAN     | :          | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                         |
| ALAMAT          | :          |                                |           |   |                                         |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, T1 & SWI, sagital T1, coronal T2 tanpa kontras dan 3D T1 post kontras, MRS dan MR perfusi dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi yang T1 hipointens, T2-FLAIR hiperintens, dengan difusi restriksi pada DWI-ADC, menyangat kontras kuat homogen, berbatas tegas dengan permukaan lobulated, CSF cleft sign dan dural tail, ukuran 7 x 6 x 8 cm, broad based terhadap os parietal kanan yang hiperostosis, disertai trapped CSF yang T1-FLAIR hipointens, T2 hiperintens, tidak menyangat kontras di anterior massa, dan edema lobus frontotemporoparietal kanan, serta melekat pada sinus sagitalis superior kesan infiltrasi.

Pada MRS tampak peningkatan kadar Choline dan rasio Cho/Cr serta penurunan kadar NAA dan Cr intralesi.

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi dominan pada CBV dan CBF intralesi.

Ventrikel lateral kanan dan ventrikel III terdesak dengan pergeseran garis tengah ke sisi kiri, ventrikel lateral kiri dilatasi dengan hiperintensitas periventrikel.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri merapat.

Tak tampak signal hiperintens pada DWI yang menunjukkan infark hiperakut/akut.

Hipofisis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranii normal.

Massa solid ekstraaksial hiperselular yang menyangat kontras kuat homogen, berbatas tegas dengan permukaan lobulated, CSF cleft sign dan dural tail, ukuran 7 x 6 x 8 cm, broad based terhadap os parietal kanan yang hiperostosis, disertai trapped CSF yang T1-FLAIR hipointens, T2 hiperintens, tidak menyangat kontras di anterior massa, dan edema lobus frontotemporoparietal kanan, serta melekat pada sinus sagitalis superior kesan infiltrasi. Pada MRS tampak peningkatan kadar Choline dan rasio Cho/Cr serta penurunan kadar NAA dan Cr intralesi. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi dominan pada CBV dan CBF intralesi. ==> Sesuai gambaran meningioma parietal kanan, sugestif infiltrasi parenkim dan sinus sagitalis superior.

Herniasi subfalxine dan hidrosefalus obstruktif tension.

Dokter Radiologi,

, dr., Sp.Rad



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |              |                                |           |                     |
|-----------------|--------------|--------------------------------|-----------|---------------------|
| NO RM           | Radiolog : : | <b>Subjek 2</b>                | NO. FOTO  | :                   |
| NAMA            | :            |                                | TGL. FOTO | :                   |
| TGL LAHIR/UMUR  | :            | ( 61 TH 8 BL 16 H )            | RUANGAN   | : Radiologi         |
| KELAMIN         | : Perempuan  |                                | KLINIS    | : meningioma pro op |
| DOKTER PENGIRIM | :            | dr., Sp.BS                     |           |                     |
| PEMERIKSAAN     | :            | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |                     |
| ALAMAT          | :            |                                |           |                     |

Teknik: MRI kepala dengan pemberian kontras intravena dengan MR Spectroscopy dan MR Perfusion.

#### Deskripsi:

Tampak lesi berbentuk iregular, batas tegas, tepi berlobulasi, dengan intensitas signal isointens pada T1, T2 dan FLAIR, tanpa restriksi difusi pada DWI/ADC, menyangat kuat pasca pemberian kontras intravena, membentuk gambaran sunburst, berukuran sekitar 8,6 x 4,7 x 7,7 cm, dengan CSF cleft dan dural tail sign, broad base pada os frontotemporal kiri yang tampak menebul ringan, disertai perifokal edema, mendesak dan menyempitkan ventrikel lateralis kiri, ventrikel III, fissura Sylvii kiri, menyebabkan dilatasi ventrikel lateralis kanan dengan edema transependymal serta herniasi uncal kiri dan pergeseran midline ke kanan sejauh 1,3 cm. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi pada intralesi. Pada MR Spectroscopy, tampak peningkatan Cho dengan penurunan NAA dan Cr serta alanine peak intralesi.

Fokus-fokus hiperintensitas T2/FLAIR pada white matter lobus frontoparietal bilateral.

Sulci kedua hemisfer cerebrum dan fissura Sylvii kanan tidak melebar.

Sistem ventrikel lainnya dan sisterna tidak melebar atau menyempit.

Basal ganglia, kapsula interna dan eksterna serta thalamus kanan-kiri tidak tampak kelainan.

Corpus callosum, regio pineal, chiasma opticum, hipofisis, regio suprasella dan parasella tidak tampak kelainan.

Midbrain, pons, medulla oblongata dan regio CPA tidak tampak kelainan.

Kedua orbita, sinus paranasal yang tervisualisasi dan mastoid air cells tidak tampak kelainan.

Massa padat ekstraaksial (uk. 8,6 x 4,7 x 7,7 cm), hipervaskular, selularitas tidak meningkat, broad base pada os frontotemporal kiri yang tampak menebul ringan, disertai perifokal edema, mendesak dan menyempitkan ventrikel lateralis kiri, ventrikel III, fissura Sylvii kiri, menyebabkan dilatasi ventrikel lateralis kanan dengan edema transependymal, herniasi uncal kiri serta herniasi subfalxine ke kanan sejauh 1,3 cm. (MRS: peningkatan Cho dengan penurunan NAA dan Cr serta alanine peak intralesi), sugestif gambaran meningioma.

Small vessel ischaemic changes pada white matter lobus frontoparietal bilateral, sesuai Fazekas scale 1.

Dokter Radiologi,

, Sp.Rad



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |            |                                |           |   |                                                        |
|-----------------|------------|--------------------------------|-----------|---|--------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : | <b>Subjek 3</b>                | NO. FOTO  | : |                                                        |
| NAMA            | :          |                                | TGL. FOTO | : |                                                        |
| TGL LAHIR/UMUR  | :          | ( 52 TH -1 BL. 20 H )          | RUANGAN   | : | Instalasi Gawat Darurat                                |
| KELAMIN         | :          | Perempuan                      | KLINIS    | : | Diagnosa: meningioma Catatan:<br>kelemahan tubuh kanan |
| DOKTER PENGIRIM | :          | , dr., Sp.BS                   |           |   |                                                        |
| PEMERIKSAAN     | :          | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                                        |
| ALAMAT          | :          |                                |           |   |                                                        |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI ,T2,FLAIR,& SWI , 3DT1, coronal T2, 3DT1 tanpa kontras dan, MR perfusi, 3D T1 post kontras dan MRS dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi hipointens pada ADC, isointens pada T2, FLAIR dan T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat difus dengan diameter 5,6 x 6,9 x 7,8 cm di lobus frontal kanan kiri terutama sisi kanan menempel dengan falx cerebri.

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intra lesi.

Pada MRS tampak peningkatan Cho dan glutamat dengan penurunan NAA dan Cr.

Tampak CSF cleft sekeliling lesi, tanpa perifokal edema. Sinus sagitalis superior intak. Massa mendorong cornu anterior kanan kiri dan mendorong corpus callosum ( genu) dan chiasma opticum ke posteroinferior .

ADC value : 0,61- 0,64

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik kecuali lobus frontal kanan kiri menyempit.

Sistem ventrikel lainnya dan sisterna tak tampak kelainan.

Hipofisis normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranii normal.

Lesi hipointens pada ADC, isointens pada T2, FLAIR dan T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat difus dengan diameter 5,6 x 6,9 x 7,8 cm di lobus frontal kanan kiri terutama sisi kanan menempel dengan falx cerebri.

MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intra lesi. MRS tampak peningkatan Cho dan glutamat dengan penurunan NAA dan Cr.

CSF cleft sekeliling lesi, tanpa perifokal edema. Sinus sagitalis superior intak. Massa mendorong cornu anterior kanan kiri dan mendorong corpus callosum ( genu) dan chiasma opticum ke posteroinferior .

ADC value : 0,61- 0,64

Cortical sulci dan gyri lobus frontal kanan kiri menyempit.

--> sesuai dengan massa ekstraaksial hipersehüller , hipervaskuler sedang , CSF cleft (+). DD/ meningioma ( grade 2 )

Dokter Radiologi,

dr., Sp.Rad (K)



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |            |                                |           |   |                                                                                     |
|-----------------|------------|--------------------------------|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : | <b>Subjek 4</b>                | NO. FOTO  | : |                                                                                     |
| NAMA            | :          |                                | TGL. FOTO | : |                                                                                     |
| TGL LAHIR/UMUR  | :          | ( 56 TH 0 BL 22 H )            | RUANGAN   | : | Poliklinik Eksekutif                                                                |
| KELAMIN         | :          | Perempuan                      | KLINIS    | : | Susp butterfly meningioma  <br>headache hemiparesis P VII et<br>XII s hemihipestesi |
| DOKTER PENGIRIM | :          | , dr., Sp.N                    |           |   |                                                                                     |
| PEMERIKSAAN     | :          | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                                                                     |
| ALAMAT          | :          |                                |           |   |                                                                                     |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, sagital T1, coronal T2, 3D T1 tanpa kontras dan 3D T1 post kontras, MRS dan MR perfusi dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi isointens pada T1 dan FLAIR, iso-slight hiperintens pada T2, menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi lobulated, di sisi kanan-kiri anterior falx cerebri, berukuran 4,6 x 5,6 x 5,0 cm. Lesi mendesak parenkim lobus frontal kanan dan kiri disertai gambaran LCS cleft. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

Lesi mengobliterasi parenkim lobus frontal kanan dan kiri disertai gambaran edema perifokal fingerlike yang cukup luas.

Tampak pula lesi isointens terhadap LCS ber dinding tipis, berseptasi, tidak menyangat pascakontras, berbatas tegas, berukuran +/- 3,6 x 5,5 x 7,0 cm di lobus frontal kanan.

Penyempitan cornu anterior ventrikel lateral kanan dan kiri.

Cornu posterior dan temporal ventrikel lateral kiri tampak melebar.

Pergeseran garis tengah sejauh 1,2 cm ke kiri.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri menyempit.

Sisterna menyempit.

Mulai tampak pergeseran gyrus uncal kanan mengisi sisterna prepontine.

Tak tampak signal hiperintens pada DWI yang menunjukkan infark hiperakut/ akut.

Hipofisis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang crani normal.

Massa padat ekstraaksial menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi lobulated, di sisi kanan-kiri anterior falx cerebri, berukuran 4,6 x 5,6 x 5,0 cm. Lesi mendesak parenkim lobus frontal kanan dan kiri disertai gambaran LCS cleft. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

=> meningioma.

Lesi mengobliterasi parenkim lobus frontal kanan dan kiri disertai gambaran edema perifokal fingerlike yang cukup luas.

Encefalomalacia berseptasi berukuran +/- 3,6 x 5,5 x 7,0 cm di lobus frontal kanan.

Herniasi subfalci.

Awal hidrosefalus obstruktif dan herniasi uncal kanan.



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |              |                                |           |   |                                                        |
|-----------------|--------------|--------------------------------|-----------|---|--------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : : | <b>Subjek 5</b>                | NO. FOTO  | : |                                                        |
| NAMA            | :            |                                | TGL. FOTO | : |                                                        |
| TGL LAHIR/UMUR  | :            | ( 46 TH 10 BL 6 H )            | RUANGAN   | : | Radiologi                                              |
| KELAMIN         | :            | Perempuan                      | KLINIS    | : | SOL regio CPA susp Meningioma<br>  GCS 15 Motorik 5555 |
| DOKTER PENGIRIM | :            | dr., SpN                       |           |   |                                                        |
| PEMERIKSAAN     | :            | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                                        |
| ALAMAT          | :            |                                |           |   |                                                        |

Teknik: MRI kepala dengan pemberian kontras intravena dengan MR Spectroscopy dan MR Perfusion.

#### Deskripsi:

Tampak lesi berbentuk ovoid, batas tegas, tepi regular, dengan intensitas signal isointens pada T1, T2 dan FLAIR, tanpa restriksi difusi pada DWI - DC, menyangat kuat homogen pasca pemberian kontras intravena, dengan blooming artifacts SWI intralesi, berukuran sekitar 4,1 x 3,5 x 4,6 cm (AP-LL-CC), dengan CSF cleft sign dan dural tail, broad base pada tentorium cerebelli kanan dan regio CPA kanan, mendesak mesensefalon, pons, a. basilaris, nervus trigeminal kanan, cerebellum kanan, menyempitkan ventrikel III, IV, dengan perifokal edema pada pons dan mesensefalon, menyebabkan dilatasi ventrikel lateralis bilateral dan III. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi pada intralesi. Pada MR Spectroscopy, tampak peningkatan minimal Cho dengan penurunan NAA dan Cr.

Sulci kedua hemisfer cerebri dan fissura Sylvii tidak melebar.

Sistem sistem tidak melebar atau menyempit. Tidak tampak pergeseran midline.

Basal ganglia, kapsula interna dan eksterna serta thalamus kanan-kiri tidak tampak kelainan.

Corpus callosum, regio pineal, chiasma opticum, hipofisis, regio suprasella dan parasella tidak tampak kelainan.

Kedua orbita, sinus paranasal yang tervisualisasi dan mastoid air cells tidak tampak kelainan.

Massa padat ekstraaksial dengan fokus kalsifikasi intralesi, hipervaskular, selularitas tidak meningkat, berukuran sekitar 4,1 x 3,5 x 4,6 cm (AP-LL-CC), broad base pada tentorium cerebelli kanan dan regio CPA kanan, mendesak mesensefalon, pons, a. basilaris, nervus trigeminal kanan, cerebellum kanan, menyempitkan ventrikel III, IV, dengan perifokal edema pada pons dan mesensefalon, menyebabkan dilatasi ventrikel lateralis bilateral dan III (MRS: peningkatan minimal Cho dengan penurunan NAA dan Cr), sugestif gambaran meningioma.

Dokter Radiologi,

Sp.Rad



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |          |                                |           |                                                                                                    |
|-----------------|----------|--------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog | : : <b>Subjek 6</b>            | NO. FOTO  | :                                                                                                  |
| NAMA            | :        |                                | TGL. FOTO | :                                                                                                  |
| TGL LAHIR/UMUR  | :        | ( 36 TH 7 BL 17 H )            | RUANGAN   | : Radiologi                                                                                        |
| KELAMIN         | :        | Perempuan                      | KLINIS    | : SOL IK susp meningioma   GCS<br>15 Hemiparesis sinistra (4444)<br>pasien setuju tindakan operasi |
| DOKTER PENGIRIM | :        | dr., SpN                       |           |                                                                                                    |
| PEMERIKSAAN     | :        | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |                                                                                                    |
| ALAMAT          | :        |                                |           |                                                                                                    |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, sagital T1, coronal T2, 3D T1 tanpa kontras dan 3D T1 post kontras, MRS dan MR perfusi dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi isointens pada T1, slight hiperintens pada T2 dan FLAIR, menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, bentuk kubah, broad-based terhadap konveksitas os parietal kanan yang mengalami hiperostosis ringan, berukuran 5,2 x 5,5 x 4,1 cm. Lesi mendesak parenkim lobus frontoparietal kanan disertai gambaran LCS cleft sign dan edema ringan pada parenkim lobus frontoparietal kanan. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

Lesi mendesak garis tengah ke kiri.

Cortical sulci dan gyri lobus di luar lesi baik.

Sistem ventrikel dan sisterna tak tampak kelainan.

Tak tampak signal hiperintens pada DWI yang menunjukkan infark hiperakut/ akut.

Hipofisis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang crani lainnya normal.

Massa padat ekstraaksial menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, bentuk kubah, broad-based terhadap konveksitas os parietal kanan yang mengalami hiperostosis ringan, berukuran 5,2 x 5,5 x 4,1 cm disertai edema ringan pada lobus frontoparietal kanan. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

=> meningioma.

Dokter Radiologi,

, dr., Sp.Rad



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |              |                                |           |   |                                |
|-----------------|--------------|--------------------------------|-----------|---|--------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : : | <b>Subjek 7</b>                | NO. FOTO  | : |                                |
| NAMA            | :            |                                | TGL. FOTO | : |                                |
| TGL LAHIR/UMUR  | :            | ( 31 TH 5 BL 19 H )            | RUANGAN   | : | Instalasi Gawat Darurat        |
| KELAMIN         | :            | Laki-Laki                      | KLINIS    | : | Meningioma sphenoid wing kanan |
| DOKTER PENGIRIM | :            | dr., Sp.S                      |           |   |                                |
| PEMERIKSAAN     | :            | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                |
| ALAMAT          | :            |                                |           |   |                                |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, sagital T1, coronal T2, 3D T1 tanpa kontras dan 3D T1 post kontras, MRS dan MR perfusi dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi isointens pada T1, T2, dan FLAIR, yang menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, berbentuk kubah, broad based terhadap sfenoid wing hingga fossa anterior kanan, berukuran 5,8 x 6,0 x 6,0 cm. Lesi mendesak parenkim lobus frontotemporal kanan disertai gambaran LCS cleft sign dan edema perifokal fingerlike luas. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine. Ventrikel lateral kanan dan ventrikel III tampak menyempit. Pergeseran garis tengah sejauh 1,1 cm ke kiri. Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik. Tak tampak signal hiperintens pada DWI yang menunjukkan infark hiperakut/ akut. Hipofisis dan chiasma opticum normal. Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik. Sinus-sinus paranasalis baik. Struktur tulang cranii normal.

Massa padat ekstraaksial yang menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, berbentuk kubah, broad based terhadap sfenoid wing hingga fossa anterior kanan, berukuran 5,8 x 6,0 x 6,0 cm. Lesi mendesak parenkim lobus frontotemporal kanan disertai edema perifokal fingerlike luas. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.  
=> meningioma.  
Herniasi subfalciine.

Dokter Radiologi,

, dr., Sp.Rad



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |              |                                |           |   |                                                                                             |
|-----------------|--------------|--------------------------------|-----------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : : | <b>Subjek 8</b>                | NO. FOTO  | : |                                                                                             |
| NAMA            | :            |                                | TGL. FOTO | : |                                                                                             |
| TGL LAHIR/UMUR  | :            | ( 59 TH   BL 18 H )            | RUANGAN   | : | Radiologi                                                                                   |
| KELAMIN         | :            | Perempuan                      | KLINIS    | : | epilepsi fokal simptomatik,<br>hemiparesis sinistra ec SOL. IK<br>susp Meningioma malignant |
| DOKTER PENGIRIM | :            | dr., SpN                       |           |   |                                                                                             |
| PEMERIKSAAN     | :            | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                                                                             |
| ALAMAT          | :            |                                |           |   |                                                                                             |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, 3DT1, coronal T2, 3DT1 tanpa kontras dan, MR perfusi, 3D T1 post kontras dan MRS dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi slight hipointens pada ADC, slight hiperintens pada T2 dan FLAIR, hipointens dengan bercak hiperintens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat kontras homogen dengan diameter 4,5 x 4,7 x 5,5 cm di lobus frontal kanan yang menempel dengan lengkung anterior lobus frontal kanan dan falx cerebri anterior. Tampak dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline shift ke kiri sebanyak 0,9 cm.

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intralesi.

Pada MRS tampak peningkatan prominent Cho, peningkatan sedang ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik.

Sistem ventrikel dan sistem tak tampak kelainan.

Hipofisis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranium normal.

Lesi slight hipointens pada ADC, slight hiperintens pada T2 dan FLAIR, hipointens dengan bercak hiperintens pada T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat kontras homogen dengan diameter 4,5 x 4,7 x 5,5 cm di lobus frontal kanan yang menempel dengan lengkung anterior lobus frontal kanan dan falx cerebri anterior dengan dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline shift ke kiri sebanyak 0,9 cm. MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada intralesi. MRS tampak peningkatan prominent Cho, peningkatan sedang ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr.

--> sesuai dengan massa ekstraaksial, hiperseluler sedang, hipervaskuler sedang, dural tail di regio frontal kanan dan CSF cleft di sekitar lesi dengan midline shift ke kiri sebanyak 0,9 cm. DD/ meningioma

Dokter Radiologi,

dr., Sp.Rad (K)



## INSTALASI RADIOLOGI

|                 |            |                                |           |   |                           |
|-----------------|------------|--------------------------------|-----------|---|---------------------------|
| NO RM           | Radiolog : | <b>Subjek 9</b>                | NO. FOTO  | : |                           |
| NAMA            | :          |                                | TGL. FOTO | : |                           |
| TGL LAHIR/UMUR  | :          | ( 81 TH 10 BL 4 H )            | RUANGAN   | : | Radiologi Eksekutif       |
| KELAMIN         | :          | Laki-Laki                      | KLINIS    | : | meningioma   MRI evaluasi |
| DOKTER PENGIRIM | :          | dr., Sp.N                      |           |   |                           |
| PEMERIKSAAN     | :          | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                           |
| ALAMAT          | :          |                                |           |   |                           |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, 3DT1, coronal T2, 3DT1 tanpa kontras dan, MR perfusi, 3D T1 post kontras dan MRS dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi isointens pada ADC, slight hiperintens pada T22, isointens pada FLAIR dan T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat difus, batas tegas diameter 4, 3,7 x 3,1 cm di cerebellum kiri menempel dengan lengkung posterior cerebellum.

Pada MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada tepi lesi. Tampak CSF cleft sekeliling lesi dengan perifokal edema ringan. Pada SWI, tampak kalsifikasi di intralesi.

Pada MRS tampak peningkatan Cho, Glutamat dan ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr. metabolit normal di area perifokal edema.

Cortical sulci dan gyri kedua hemisfer cerebri baik.

Sistem ventrikel dan sisterna tak tampak kelainan.

Tampak bercak bercak hiperintens pada T2 dan FLAIR di periventrikel lateral kanan kiri sampai corona radiata kanan kiri.

Tampak dilatasi ruang perivaskuler prominent sampai vertex.

Hipofisis tipis dan chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Sinus-sinus paranasalis baik.

Struktur tulang cranium normal.

Lesi isointens pada ADC, slight hiperintens pada T22, isointens pada FLAIR dan T1 yang pasca aplikasi kontras menyangat difus, batas tegas diameter 4, 3,7 x 3,1 cm di cerebellum kiri menempel dengan lengkung posterior cerebellum. Tampak CSF cleft sekeliling lesi dengan perifokal edema ringan. MR Perfusion, tampak peningkatan sedang perfusi pada tepi lesi. Pada SWI, tampak kalsifikasi di intralesi. MRS tampak peningkatan Cho, Glutamat dan ratio Cho/Cr dan penurunan NAA dan Cr. metabolit normal di area perifokal edema.

--> massa ekstraaksial, hiposeluler, hipovaskuler DD/ meningioma.

Leukoariosis grade 1

Dilatasi ruang perivaskuler prominent sampai vertex. DD/ SVD

Dokter Radiologi,

dr., Sp.Rad (K)



### INSTALASI RADIOLOGI

|                 |            |                                |           |   |                                                                                                                                                                |
|-----------------|------------|--------------------------------|-----------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO RM           | Radiolog : | <b>Subjek 10</b>               | NO. FOTO  | : |                                                                                                                                                                |
| NAMA            |            |                                | TGL. FOTO | : |                                                                                                                                                                |
| TGL LAHIR/UMUR  | -          | ( 49 TH 11 BL 4 H )            | RUANGAN   | : | Radiologi                                                                                                                                                      |
| KELAMIN         | :          | Perempuan                      | KLINIS    | : | 2nd headache, gangguan visus OD<br>ec SOL IK susp meningioma  <br>Pasien setuju tindakan operasi.<br>GCS 15 Anosmia bilateral OD<br>NLP, OS >3/60 Motorik 5555 |
| DOKTER PENGIRIM | :          | , dr., SpN                     |           |   |                                                                                                                                                                |
| PEMERIKSAAN     | :          | MRI Brain + MRS dengan kontras |           |   |                                                                                                                                                                |
| ALAMAT          | :          |                                |           |   |                                                                                                                                                                |

Telah dilakukan MRI kepala dengan potongan aksial DWI, T2, FLAIR, & SWI, sagital T1, coronal T2, 3D T1 tanpa kontras dan 3D T1 post kontras, MRS dan MR perfusi dengan hasil sebagai berikut:

Tampak lesi isointens pada T1, slight hiperintens pada T2 dan FLAIR, menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, broadbased terhadap sisi kanan dan kiri falx cerebri anterior, berukuran 6,2 x 5,3 x 6,6 cm. Lesi mendesak aprenkim lobus frontal kanan-kiri disertai gambaran LCS cleft dan edema perifokal fingerlike luas. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

Lesi meluas ke sinus ethmoid bilateral, sisi medial orbita kanan-kiri,

Tampak lesi serupa di cavernosa kanan hingga sfenoid kanan, pars squamosa dan petrosus os temporal kiri, dan konveksitas os frontal kanan dan kiri. Tampak hiperostosis prominen pada os frontal kiri dan sfenoid wing kanan.

Penyempitan cornu anterior ventrikel lateral kanan-kiri.

Perselubungan sinus frontal kiri.

N.optikus kanan terdesak hingga memipih.

Rongga sella balloing dengan hipofisis terdesak ke dasar sella (empty sella).

Tak tampak pergeseran garis tengah.

Tak tampak signal hiperintens pada DWI yang menunjukkan infark hiperakut/ akut.

Chiasma opticum normal.

Pneumatisasi air cells kedua mastoid baik.

Struktur tulang crani normal.

Massa padat ekstraaksial menyangat kuat homogen pascakontras, berbatas tegas, tepi reguler, broadbased terhadap sisi kanan dan kiri falx cerebri anterior, berukuran 6,2 x 5,3 x 6,6 cm. Lesi mendesak aprenkim lobus frontal kanan-kiri disertai gambaran LCS cleft dan edema perifokal fingerlike luas. Pada MR Perfusion, tampak peningkatan perfusi prominen pada intralesi. Pada MRS tampak peningkatan choline serta penurunan NAA dan creatine.

Lesi meluas ke sinus ethmoid bilateral, sisi medial orbita kanan-kiri,

Lesi serupa di cavernosa kanan hingga sfenoid kanan, pars squamosa dan petrosus os temporal kiri, dan konveksitas os frontal kanan dan kiri. Tampak hiperostosis prominen pada os frontal kiri dan sfenoid wing kanan.

=> meningioma multipel.

Simusitis frontal kiri.

Lampiran 19

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI  
PROGRAM SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI RADIOLOGI PENCITRAAN  
JURUSAN TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN  
RADIOTERAPI POLTEKKES KEMENKES JAKARTA II**

Nama : Vicka Zahara Firdaus

NPM : P21130220055

Judul Skripsi : “Analisis Pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) Pada Klinis *Meningioma* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Otak Nasional Prof. Dr. dr. Mahar Mardjono Jakarta”

| NO  | HARI/TANGGAL     | MATERI KONSULTASI                          | SARAN                                             | PARAF                                                                                 |
|-----|------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | 15 Januari 2024  | Konsultasi judul dan BAB 1 (PM)            | Menentukan latar belakang                         |  |
| 2.  | 22 Januari 2024  | Konsultasi BAB II (PM)                     | Membuat kerangka konsep dan definisi operasional  |  |
| 3.  | 26 Januari 2024  | Konsultasi BAB II (PM)                     | Perbaiki kerangka konsep dan definisi operasional |  |
| 4.  | 5 Februari 2024  | Konsultasi BAB III (PM)                    | Menentukan populasi dan sampel                    |  |
| 5   | 8 Februari 2024  | Konsultasi Teknik Penulisan BAB I-III (PT) | Perbaiki kerangka konsep                          |  |
| 6.  | 12 Februari 2024 | ACC Seminar Proposal (PM)                  | Tanda tangan ACC seminar proposal                 |  |
| 7.  | 12 Februari 2024 | ACC Seminar Proposal (PT)                  | Tanda tangan ACC seminar proposal                 |  |
| 8.  | 20 Februari 2024 | Konsultasi PPT Seminar Proposal (PM)       | Perbaiki isi PPT                                  |  |
| 9.  | 6 Juni 2024      | Konsultasi BAB IV (PM)                     | Perbaiki kalimat, dan penomoran                   |  |
| 10. | 10 Juni 2024     | Konsultasi BAB V (PM)                      | Penambahan saran                                  |  |
| 11. | 12 Juni 2024     | Konsultasi BAB IV-V (PT)                   | Perbaiki pembahasan                               |  |
| 12. | 14 Juni 2024     | ACC Sidang Skripsi (PM)                    | Tanda tangan ACC sidang skripsi                   |  |

|     |              |                         |                                 |                                                                                     |
|-----|--------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. | 14 Juni 2024 | ACC Sidang Skripsi (PT) | Tanda tangan ACC sidang skripsi |  |
|-----|--------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Mengetahui,

Pembimbing Materi



Khairil Anwar, S.Pd., M.Kes  
NIP. 196802181990031004

Pembimbing Teknis



Samsun, S.Si, M.Si, M.Kom  
NIP. 196502201989031012

VICKA ZAHARA FIRDAUS  
\_ANALISIS PEMERIKSAAN  
MAGNETIC RESONANCE  
SPECTROSCOPY (MRS) PADA  
KLINIS MENINGIOMA DI  
RUMAH SAKIT PUSAT OTAK  
NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR  
MARDJONO JAKARTA

Submission date: 23-Jul-2024 07:48 AM (UTC+0700)

Submission ID: 2418608219

File name: KIT\_PUSAT\_OTAK\_NASIONAL\_-\_VICKA\_ZAHARA\_FIRDAUS\_mhsD4TRO2020R.pdf (1.47M)

Word count: 11940

Character count: 72807

VICKA ZAHARA FIRDAUS \_ANALISIS PEMERIKSAAN MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY (MRS) PADA KLINIS MENINGIOMA DI RUMAH SAKIT PUSAT OTAK NASIONAL Prof. Dr. dr. MAHAR MARDJONO JAKARTA

ORIGINALITY REPORT

|                                |                                |                           |                             |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>14%</b><br>SIMILARITY INDEX | <b>12%</b><br>INTERNET SOURCES | <b>3%</b><br>PUBLICATIONS | <b>4%</b><br>STUDENT PAPERS |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|

PRIMARY SOURCES

|          |                                                                             |               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1</b> | <b>ejournal.poltekkes-smg.ac.id</b><br>Internet Source                      | <b>3%</b>     |
| <b>2</b> | <b>Submitted to Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang</b><br>Student Paper | <b>2%</b>     |
| <b>3</b> | <b>123dok.com</b><br>Internet Source                                        | <b>2%</b>     |
| <b>4</b> | <b>jurnal.stikeskesosi.ac.id</b><br>Internet Source                         | <b>&lt;1%</b> |
| <b>5</b> | <b>repository.radenintan.ac.id</b><br>Internet Source                       | <b>&lt;1%</b> |
| <b>6</b> | <b>ejournalmalahayati.ac.id</b><br>Internet Source                          | <b>&lt;1%</b> |
| <b>7</b> | <b>repository.polman-babel.ac.id</b><br>Internet Source                     | <b>&lt;1%</b> |
| <b>8</b> | <b>docplayer.info</b><br>Internet Source                                    | <b>&lt;1%</b> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                    |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 9  | Submitted to Konsorsium Turnitin Relawan Jurnal Indonesia<br>Student Paper                                                                                                                                                         | <1 % |
| 10 | perpus.poltekkesjkt2.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                      | <1 % |
| 11 | www.rspan.co.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                 | <1 % |
| 12 | Vivi Yuniarti Talawo, Cahyono Kaelan, Juniarsih Juniarsih, Andi Alfian Zainuddin et al. "KARAKTERISTIK KLINIS DAN HISTOPATOLOGI MENINGIOMA DI MAKASSAR", Healthy Tadulako Journal (Jurnal Kesehatan Tadulako), 2023<br>Publication | <1 % |
| 13 | eprints.uns.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                               | <1 % |
| 14 | www.coursehero.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                              | <1 % |
| 15 | harjonbasri.blogspot.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                        | <1 % |
| 16 | www.scribd.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                  | <1 % |
| 17 | eprints.undip.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                             | <1 % |
| 18 | idoc.pub<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                        | <1 % |
| 19 | ecou.kk.usm.my<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                  | <1 % |
| 20 | repository.its.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                            | <1 % |
| 21 | doku.pub<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                        | <1 % |
| 22 | scholarsjunction.msstate.edu<br>Internet Source                                                                                                                                                                                    | <1 % |
| 23 | www.lengkapi.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                 | <1 % |
| 24 | ejournal.unipas.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                           | <1 % |
| 25 | Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan<br>Student Paper                                                                                                                                                          | <1 % |
| 26 | eprints.ums.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                               | <1 % |
| 27 | etheses.iainponorogo.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                      | <1 % |
| 28 | repository.iainpurwokerto.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                 | <1 % |
| 29 | repository.unp.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                            | <1 % |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <1% |
| 30 | Luh Putu Endyah Santi Maryani, Fernando Nathaniel, Dean Ascha Wijaya, Yohanes Firmansyah, Giovanni Sebastian Yogie. "Gambaran Radiologi Magnetic Resonance Imaging (MRI) pada Pasien Meningioma di Rumah Sakit Daerah K.R.M.T Wongsonegoro", MAHESA : Malahayati Health Student Journal, 2023<br>Publication | <1% |
| 31 | Submitted to Seoul Venture University<br>Student Paper                                                                                                                                                                                                                                                       | <1% |
| 32 | ik.pom.go.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                              | <1% |
| 33 | repository.poltekkeskupang.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                          | <1% |
| 34 | text-id.123dok.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                        | <1% |
| 35 | www.slideshare.net<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                        | <1% |
| 36 | lib.ui.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                              | <1% |
| 37 | B Billebaut, J Wameling. "Pulsesequenzen und Kontrast -Magnetresonanztomografie Teil III", Radiopraxis, 2012<br>Publication                                                                                                                                                                                  | <1% |
| 38 | digilib.unisayogya.ac.id<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                  | <1% |
| 39 | id.123dok.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                             | <1% |
| 40 | linamuflihah.blogspot.com<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                 | <1% |
| 41 | repositorio.unicamp.br<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                    | <1% |
| 42 | www.max-foto.pl<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                           | <1% |
| 43 | Hanisa Hanisa, I Putu Eka Juliantara, Rahmat Widodo. "PROSEDUR PEMERIKSAAN MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) BRAIN PADA KASUS EPILEPSI", Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, 2023<br>Publication                                                                                                            | <1% |
| 44 | Leny Anggraeni. "ANALISIS PROSEDUR PEMERIKSAAN CT SCAN SINUS PARANASAL MENGGUNAKAN KONTRAS MEDIA DENGAN KLINIS TUMOR CAVUM NASI", Jurnal Teras Kesehatan, 2023<br>Publication                                                                                                                                | <1% |
| 45 | adoc.tips<br>Internet Source                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <1% |
|    | ecampus.poltekkes-medan.ac.id                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |

|    |                                                                                                             |      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 46 | Internet Source                                                                                             | <1 % |
| 47 | <a href="http://gistgear.com">gistgear.com</a><br>Internet Source                                           | <1 % |
| 48 | <a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a><br>Internet Source                                         | <1 % |
| 49 | <a href="http://id.techsymptom.com">id.techsymptom.com</a><br>Internet Source                               | <1 % |
| 50 | <a href="http://journal.universitaspahlawan.ac.id">journal.universitaspahlawan.ac.id</a><br>Internet Source | <1 % |
| 51 | <a href="http://repository.iainpalopo.ac.id">repository.iainpalopo.ac.id</a><br>Internet Source             | <1 % |
| 52 | <a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a><br>Internet Source                           | <1 % |
| 53 | <a href="http://repository.unair.ac.id">repository.unair.ac.id</a><br>Internet Source                       | <1 % |
| 54 | <a href="http://ro-journal.biomedcentral.com">ro-journal.biomedcentral.com</a><br>Internet Source           | <1 % |
| 55 | <a href="http://stojizato.sme.sk">stojizato.sme.sk</a><br>Internet Source                                   | <1 % |
| 56 | <a href="http://support.dell.com">support.dell.com</a><br>Internet Source                                   | <1 % |
| 57 | <a href="http://us-medica-ekaterinburg.ru">us-medica-ekaterinburg.ru</a><br>Internet Source                 | <1 % |
| 58 | <a href="http://www.leewing.com.hk">www.leewing.com.hk</a><br>Internet Source                               | <1 % |
| 59 | <a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a><br>Internet Source                           | <1 % |
| 60 | <a href="http://www.shelterrockminerals.com">www.shelterrockminerals.com</a><br>Internet Source             | <1 % |
| 61 | <a href="http://digilib.iain-palangkaraya.ac.id">digilib.iain-palangkaraya.ac.id</a><br>Internet Source     | <1 % |

Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches < 4 words