

Prosedur Teknik Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Pada Kasus Tumor Otak Di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina Jakarta

Saybivo Chandra ¹, Ni Putu Rita Jeniyanti ², Tri Asih Budiati ³

^{1,2} Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi (ATRO Bali), Indonesia

³ Rumah Sakit Pusat Pertamina, Jakarta

Email : bivochandra@gmail.com

Abstract: Procedure For Magnetic Resonance Spectroscopy Examination Technique In Brain Tumor Cases At The Radiology Installation Of Pertamina Central Hospital Jakarta. MR spectroscopy is one way of describing metabolites in tumor tissue without being invasive. Single spectroscopic approach, which is used in Magnetic Resonance Spectroscopy and is the most common spectral collection method in MRI modalities. MRI is the establishment of a medical diagnosis based on the principle of magnetic resonance. MRI aircraft produce images in various pieces namely coronal, sagittal, and transverse by not at all using x-rays that produce radiation and also using radioactive substances. Brain tumors are abnormally growing brain tissue cells originating from the brain or meninges, which are benign or malignant tumors that make massive pressure. MRS is a unique non-invasive sequence that helps in the identification of lesion molecules and the difference between malignant and benign lesions. In MRI examination of the brain with tumor cases there are several sequences used, namely Se / Fse Pd / T2, Se / Fse / incoherent spoiled, (DWI) diffusion weighted imaging (1) According to Elmaoglu (2), imaging techniques that can be used for MRI brain tumor cases include axial T1 spin echo, T2 fast recovery fast spin echo, T2 FLAIR, coronal T1 and T1 Axial post contrast injection, T1 coronal, and T1 sagittal, diffusion weighted imaging (DWI), magnetic resonance angiography, and magnetic resonance spectroscopy. In taking SVS LESION localizer must be precise on tumor tissue not taking part that is not part of the tumor, analyze tumor area and take SVS NORMAL localizer on other healthy tissue.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging (MRI), Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS), Tumors, Svs Lesions

Abstrak: Prosedur Teknik Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Pada Kasus Tumor Otak Di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina Jakarta. MR Spectroscopy adalah salah satu cara menggambarkan metabolite pada jaringan tumor tanpa melakukan invasive . Pendekatan spektroskopi single, yang digunakan dalam Spektroskopi Resonansi Magnetik dan merupakan metode pengumpulan spektrum yang paling umum dalam modalitas MRI. MRI ialah penegakan diagnosis medis berdasarkan prinsip resonance magnetic. Pesawat mri menghasilkan gambaran dalam berbagai potongan yaitu coronal, sagital, dan transversal dengan tidak sama sekali menggunakan sinar x yg menghasilkan radiasi dan juga juga pula menggunakan zat radioaktif. Tumor otak adalah sel sel jaringan otak yg tumbuh secara abnormal yg asalnya dari otak maupun meninges, yg berupa tumor jinak maupun ganas yg membuat pendesakan desakan secara masif. pendesakan bisa juga diakibatkan oleh edema di sekitar jaringan tumor sehingga terjadi peningkatan tekanan di daerah intrakranial. MRS adalah urutan non-invasif unik yang membantu dalam identifikasi molekul lesi dan perbedaan antara lesi ganas dan jinak. Pada pemeriksaan MRI brain dengan kasus tumor ada beberapa sekuen yg digunakan yaitu Se/Fse Pd/T2, Se/Fse/incoherent spoiled, (DWI) diffusion weighted imaging (1) Menurut Elmaoglu (2), teknik pencitraan yang dapat digunakan untuk kasus tumor otak MRI meliputi axial T1 spin echo, T2 fast recovery fast spin echo, T2 FLAIR, coronal T1 dan T1 Axial post contrast injection, T1 coronal, T1 sagital, axial diffusion weighted imaging (DWI), magnetic resonance angiography, dan magnetic resonance spectroscopy. Dalam pengambilan localizer SVS LESI harus tepat pada jaringan tumor tidak mengambil bagian yg bukan bagian dari tumor , analisis daerah tumor dan ambil localizer SVS NORMAL pada jaringan sehat lainnya.

Kata Kunci: Magnetic Resonance Imaging (MRI), Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS), Tumor, Svs Lesi.

PENDAHULUAN

Tumor otak dalam artian luas berarti benjolan, dalam istilah radiologis disebut lesi / Space Occupying Lesion (SOL)(1). Sebaliknya, Space occupying lesion adalah suatu kelompok besar yang menggambarkan adanya lesi pada ruang intrakranial.lesi intrakranial sendiri dapat berupa pendarahan, tumor atau pun abses. Tumor otak adalah sel sel jaringan otak yg tumbuh secara abnormal yg asalnya dari otak maupun meninges, yg berupa tumor jinak maupun ganas yg membuat penyesakan desakan secara masif.pendesakan bisa juga diakibatkan oleh edema di sekitar jaringan tumor sehingga terjadi peningkatan tekanan di daerah intrakranial. (2)

Tumor dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu metastasis ,tumor sekunder dan tumor primer. Metastasis ataupun tumor ganas ini bisa terjadi melalui basis cranii dan menyebar dengan perkontinuitatum seperti pada karsinoma anaplastik ke nasofaring.Tumor sekunder ialah tumor yg asalnya dari luar sistem struktur sistem saraf pusat seperti ginjal,thyroid,paru-paru,ataupun mamma.Tumor jinak ataupun primer yg berasal dari jaringan otak ,hipofisis,meninges ,dan selaput myelin.(1)

Cara mendiagnosa tumor otak ialah dengan cara melakukan pemeriksaan magnetic resonance imagine. Menurut westbrook (1) indikasi yg harus ditindak dengan menggunakan mri brain antara lain infark, multiple scleriosis, infeksi, tumor dan trauma. Dalam kelompok penyakit neurologis kematian terbesar kedua ialah tumor otak setelah yg pertama yaitu stroke.Menurut komite penanggulangan kanker Nasional, seluruh kanker didominasi oleh tumor otak dengan presentase 85%- 90%.Dari neoplasma seluruh tubuh ditemukan sebanyak kurang lebih 10% tumor susunan saraf pusat,dalam frekuensi 80% terdapat pada intracranial dan 20% pada kanalis spinalis (3).

Untuk memastikan patologi dan untuk menegakkan diagnosa membutuhkan modalitas seperti Magnetic Resonance Imaging (MRI).MRI atau magnetic resonance imaging adalah salah satu alat yang canggih di bidang Kedokteran yg didukung pada perangkat keras teknologi terbaru dan medan magnet tinggi berkisar (0,0064-7,0 tesla) dan gelombang radio menghasilkan gambaran anatomi tubuh manusia (4). Definisi dari MRi ialah penegakan diagnosis medis berdasarkan prinsip resonance magnetic.Pesawat mri menghasilkan gambaran dalam berbagai potongan yaitu coronal,sagital,dan transversal dengan tidak sama sekali menggunakan sinar x yg menghasilkan radiasi dan juga juga pula menggunakan zat radioaktif.Dengan begitu dapat menghindari pengaruh radiasi. MRI sangat berguna untuk

menghasilkan gambaran cairan seperti sumsum tulang belakang, pembuluh darah, bone marrow, jaringan pengikat, dan jaringan-jaringan lunak lainnya pada tubuh manusia(5)

Pemeriksaan dengan gejala awal dan tanda patologis yg harus di MRI dengan berbagai macam sekuen tergantung kebutuhan pada pasien. Pada pemeriksaan MRI brain dengan kasus tumor ada beberapa sekuen yg digunakan yaitu Se/Fse Pd/T2, Se/Fse/incoherent spoiled, (DWI)diffusion weighted imaging(4) Menurut Elmaoglu(6), teknik pencitraan yang dapat digunakan untuk kasus tumor otak MRI meliputi axial T1 spin echo, T2 fast recovery fast spin echo, T2 FLAIR, coronal T1 dan T1 Axial post contrast injection, T1 coronal, dan T1 sagital. ada teknik pencitraan lain yang dapat digunakan untuk mendiagnosis tumor Selain axial gradient recalled echo (GRE), axial diffusion weighted imaging (DWI), magnetic resonance angiography, dan magnetic resonance spectroscopy.(6)

Penggunaan spektroskopi resonansi magnetik dalam diagnosis tumor otak pada MRI adalah salah satu metode. Selain MRI, MRS adalah urutan non-invasif unik yang membantu dalam identifikasi molekul lesi dan perbedaan antara lesi ganas dan jinak. MRS memberikan informasi molekuler dari jaringan in-vivo dengan mendeteksi metabolit yang juga mengandung ^1H selain air (7). Pada pencitraan MRS untuk menilai potensi keganasan tumor ganas dan tumor jinak ,meskipun dalam konteks jinak tertentu seperti kista ,vascular,dan lipoma MRI konvensional sudah bisa mendiagnosa(8)

MR Spectroscopy adalah salah satu cara menggambarkan metabolite pada jaringan tumor tanpa melakukan invasive . Pendekatan spektroskopi single, yang digunakan dalam Spektroskopi Resonansi Magnetik dan merupakan metode pengumpulan spektrum yang paling umum dalam modalitas MRI, adalah salah satu metodenya. Dengan sinyal di luar area yang akan ditekan, MR SPECTROSCOPY single voxel hanya mendeteksi sinyal MR dari satu lokasi yang dipilih. Medan magnet dan sejumlah parameter lainnya disetel dalam MRS single voxel untuk mendapatkan spektrum optimal. (9)

Saat ini ada dua metode yang digunakan untuk mendapatkan spektrum spektroskopi single voxel, PRESS (Point spectroscopy spin echo) dan STEAM (Stimulated echo acquisition mode), yang keduanya memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Di daerah di mana tumor padat dicurigai, penting untuk menggunakan volume of inters(VOI) dengan ukuran minimum 1 cm² untuk mendapatkan spektrum metabolit (10)

Pemeriksaan MRS menurut Reiser (2013)(9), sangat dipengaruhi oleh pengaturan nilai Time Echo (TE).Medium TE dapat memberikan keseimbangan yang baik antara resolusi spektral dan sensitivitas sinyal. Ini memungkinkan pemisahan yg cukup antara komponen

metabolite yg berdekatan dengan spektrum. Dibandingkan dengan short TE yg sering digunakan, medium TE dapat membantu mengurangi artefak susceptibilitas yang dapat muncul dalam spectrum. Hal ini dapat menghasilkan spectrum yang jernih dan mudah diinterpretasikan. Medium TE dapat memungkinkan mendeteksi lebih baik dan waktu relaksasi cepat dari pada long TE yang memakan waktu cukup lama.

SOP pemeriksaan mrspektroscopy pada RS Pusat Pertamina, Melakukan pemeriksaan sesuai dengan parameter teknis MRI area kepala, Memeriksa kembali dan memastikan agar posisi pasien tidak bergerak, penyuntikan kontras dilakukan perawat radiologi sesuai Dosis kontras media yg sudah ditentukan lalu dimasukan lewat intravena, lalu pilih sequen sv press, tentukan localizer pada jaringan tumor lalu mirroring pada jaringan yang sehat

METODE

Deskripsi dan analisis data dilakukan berdasarkan hasil observasi, wawancara serta dokumentasi selanjutnya diambil kesimpulan dan saran. Jenis penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus yaitu peneliti melakukan wawancara terhadap 3 dokter spesialis radiologi dan 3 radiografer mengenai prosedur pemeriksaan MRI Spectroscopy kasus tumor otak, pengambilan data dilakukan di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan juni 2023 sampai agustus 2023 menggunakan pesawat MRI Philips Ingenia berkekuatan 3 Tesla. sampel pasien yg digunakan pada penelitian ini adalah 3 orang pasien MRI+MRS Brain pada kasus tumor yang dilakukan di RS Pusat Pertamina

Pengambilan data dilakukan melalui observasi, wawancara dengan radiografer, dokter radiologi dan dokumentasi pelaksanaan pemeriksaan MRSpectroscopy kasus tumor otak. Deskripsi dan analisis data dilakukan berdasarkan hasil observasi, wawancara serta dokumentasi untuk kemudian diambil kesimpulan dan saran

HASIL

Berdasarkan penelitian tentang PEMERIKSAAN MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY PADA KASUS TUMOR OTAK INSTALASI RADIOLOGI, peneliti mewawancarai 3 radiografer yaitu R1, R2, R3 yg menyatakan: “prosedur pemeriksaan mrs memerlukan kontras dengan kondisi tertentu, ketika menggunakan kontras pasien harus menandatangani persetujuan penggunaan kontras jika tidak ada alergi terhadap kontras media, sebelum memasuki ruangan mri pasien dianjurkan mengganti baju pasien dan mencopot segala

bentuk bahan logam yg berada di tubuh seperti jam tangan, hp, dompet, dan lainnya. Selama pemeriksaan pasien diinstruksikan untuk tidak bergerak selama pemeriksaan berlangsung, jika terpaksa bergerak berikan tombol emergency untuk memberitahu petugas.

Sequen yang digunakan yaitu: localizer sag+cor+ax, sagittal flair, axial T2w TSE, axial flair, axial T1w se, sagittal flair, dwi+adc, axial T1w se+contras, coronal T1w se +contras, sagittal T1w se+contras, svcs lesi, svcs normal, jenis coil yg digunakan yaitu head coil dengan posisi supine head first.

Tujuan penggunaan spectroscopy yaitu untuk menilai jenis atau kandungan creatin, choline, NAA, lipids, laktat pada jaringan tumor spektrum nilai cholin lipids laktat akan meningkat sedangkan creatin dan naa akan turun. Kelebihan dari spektroskopi single voxel medium TE adalah penilaian lebih detail dan dapat melihat berbagai jenis kelainan. Kekurangannya ialah waktu yang lama untuk mendapatkan nilai yg akurat dan pergerakan pasien menjadi kendala dalam penetapan area.

PEMBAHASAN

1) Persiapan Pasien

- Tidak ada Persiapan Khusus Sebelum pemeriksaan hanya saja dipuasakan terlebih dahulu untuk penggunaan kontras
- Pasien diberikan penjelasan mengenai proses pemeriksaan dan tujuan dari pemeriksaan
- Pasien dilakukan anamnesa sederhana sebelum pemeriksaan mengenai keluhan pasien
- Pasien dilakukan screening terlebih dahulu sesuai checklist screening pasien yang meliputi penggunaan alat pacu jantung, klep jantung atau stent, klip operasi, protese tulang, alat bantu dengar, logam tertanam dalam tubuh, kartu ATM, handphone, jam tangan, peralatan elektronik, tato mengandung unsur logam dan dalam keadaan sedang hamil

2) Persiapan alat dan bahan

- Modalitas MRI Philips Ingenia 3 Tesla
- Head coil
- Headset
- Selimut
- Tombol emergency

3) Teknik Pemeriksaan

- Pasien supine diatas meja pemeriksaan.
- Atur posisi pasien Head first.
- Informasikan pada pasien mengenai waktu pemeriksaan
- Instruksikan pasien agar tidak bergerak selama pemeriksaan
- Pasang head coil
- Atur central point (CP) pada glabella

4) Prosedur Pemeriksaan

Pemeriksaan MRI Brain pada yang dilakukan di RS Pusat Pertamina Jakarta menggunakan beberapa pemilihan sequens yang digunakan yakni :

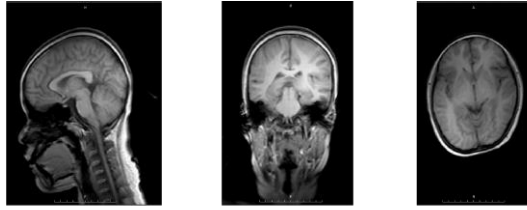
- Survey
- Sagital FLAIR
- Axial T2W TSE
- Axial FLAIR
- Axial T1W TSE
- DWI atau ADC
- Axial T1W TSE + Contras
- Coronal T1W TSE + Contras
- Sagital T1W TSE+ Contras
- Svs lesi
- Svs control

5) Protokol Pemeriksaan

- Survey

Tabel 1 Parameter Sequens Survey MRI Brain

FOV	300x300
Jumlah Slice	9
Slice Thickness	10 mm
Spacing	20 mm
TR	11ms
TE	4.6ms
Aq.Voxel size	0.97X2.34X10.0 mm
Fold over direction	AP
Scan Time	31.5 s

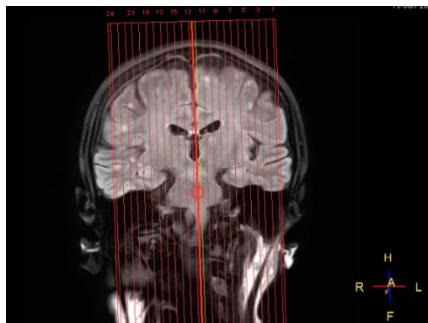


Gambar 1 Hasil Pemeriksaan Sequens Survey MRI Brain

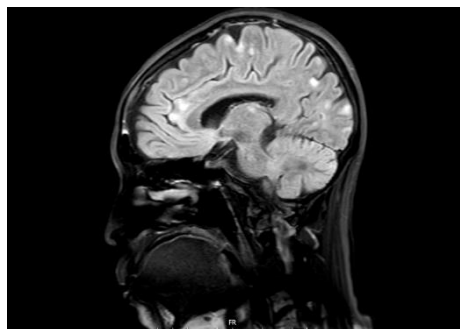
- SAGITAL FLAIR

Tabel 2 Parameter Sequens Sagital FLAIR MRI Brain

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	4.5 mm
Spacing	5.50 mm
TR	8000ms
TE	135ms
Aq.Voxel size	0.65x1.43.4.50 mm
Fold over direction	AP
Scan Time	2:40 m



Gambar2 Localizer Sequens Sagital FLAIR MRI Brain



Gambar 3 Hasil Pemeriksaan Sequens Sagital FLAIR MRI Brain

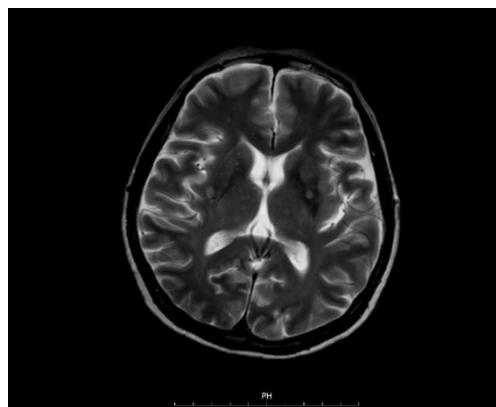
- Axial T2W_TSE

Tabel 3 Parameter Sequens Axial T2W_TSE MRI Brain

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5.86 mm
Spacing	6.45 mm
TR	3000 ms
TE	80ms
Aq.Voxel size	0.65x 0.82 x 5.86 mm
Fold over direction	RL
Scan Time	2:42 m



Gambar 4 Localizer Sequens Axial T2W_TSE MRI Brain



Gambar 5 Hasil Pemeriksaan Sequens Axial T2W_TSE MRI Brain

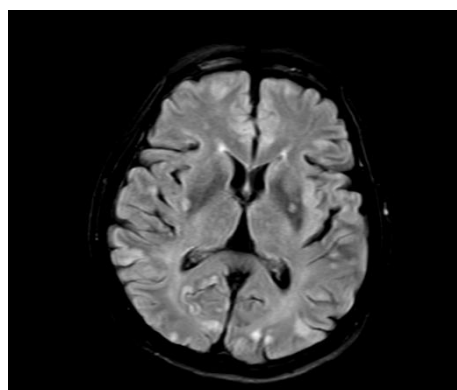
- Axial FLAIR

Tabel 4 Parameter Sequens Axial FLAIR MRI Brain

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5.86 mm
Spacing	6.45 mm
TR	8000ms
TE	135ms
Aq.Voxel size	0.65x1.43.5.86 mm
Fold over direction	RL
Scan Time	2:40 m



Gambar 6 Localizer Sequens Axial FLAIR MRI Brain

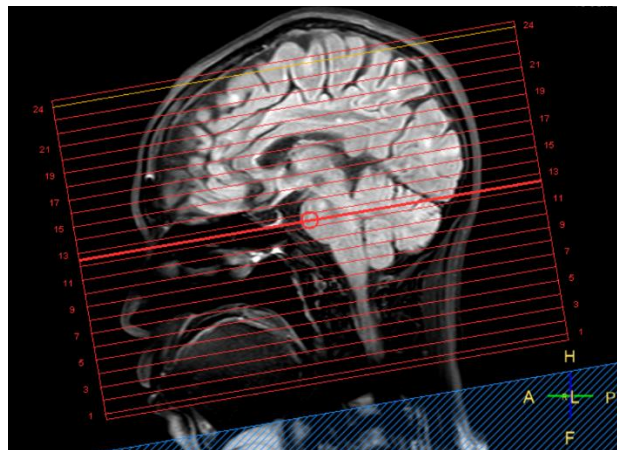


Gambar 7 Hasil Pemeriksaan Sequens Axial FLAIR MRI Brain

- Axial T1W_SE

Tabel 5 Parameter Sequens Axial T1W_SE MRI Brain

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5.50 mm
Spacing	6.45 mm
TR	550 ms
TE	10ms
Aq.Voxel size	0.99x1.24x5.50 mm
Fold over direction	RL
Scan Time	3:28 m



Gambar 8 Localizer Sequens Axial T1W_SE MRI Brain

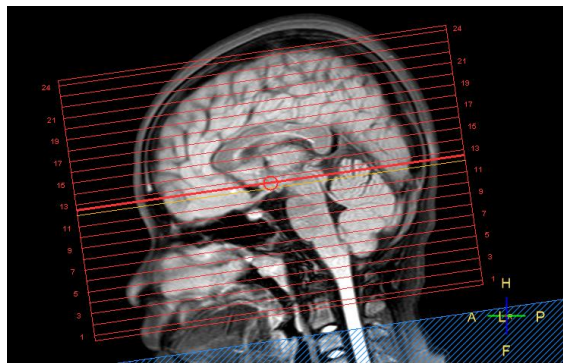


Gambar 9 Hasil Pemeriksaan Sequens Axial T1W_SE MRI Brain

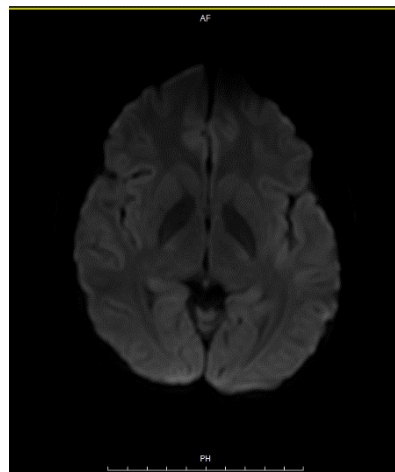
- DWI atau ADC

Tabel 6 Parameter Sequens DWI MRI Brain

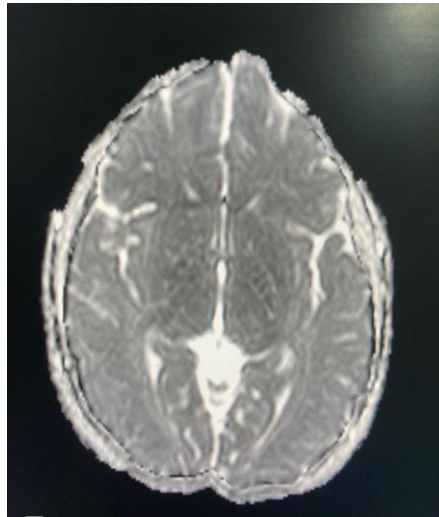
FOV	240x240
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5 mm
Spacing	5.50 mm
TR	2947.6ms
TE	73 ms
Aq.Voxel Size	1.50x1.94x5.50 mm
Fold Over Direction	AP
Scan Time	35.4s



Gambar 10 Localizer Sequens DWI MRI Brain



Gambar 11 Hasil Pemeriksaan Sequens DWI MRI Brain

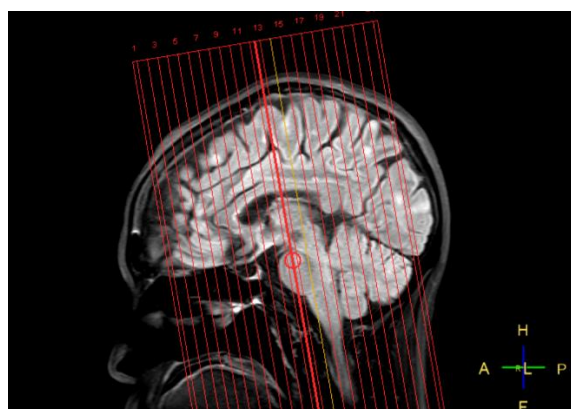


Gambar 12 Hasil Pemeriksaan Sequens ADC MRI Brain

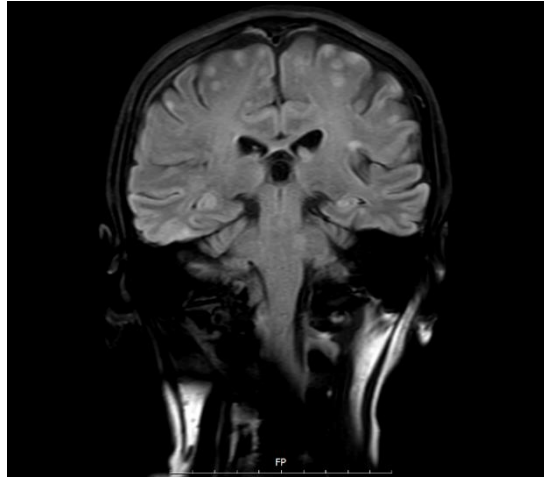
- Coronal FLAIR

Tabel 7 Parameter Sequens Coronal FLAIR MRI Brain

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5 mm
Spacing	6 mm
TR	8000ms
TE	133 ms
Aq.Voxel Size	0.65x1.31x5.00 mm
Fold Over Direction	RL
Scan Time	2:40 m



Gambar 13 Localizer Sequens Coronal Flair MRI Brain

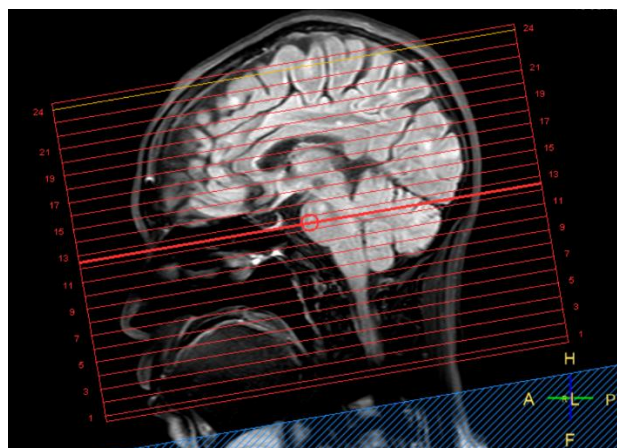


Gambar 14 Hasil Pemeriksaan Sequens Coronal FLAIR MRI Brain

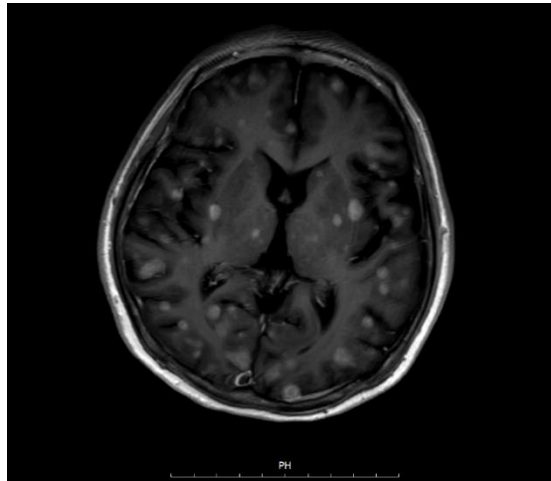
- Axial T1W_SE + kontras

Tabel 8 Parameter Sequens Axial T1W_SE MRI Brain + kontras

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5.50 mm
Spacing	6.45 mm
TR	550 ms
TE	10ms
Aq.Voxel size	0.99x1.24x5.50 mm
Fold over direction	RL
Scan Time	3:28 m



Gambar 15 localizer Axial T1W_SE + kontras

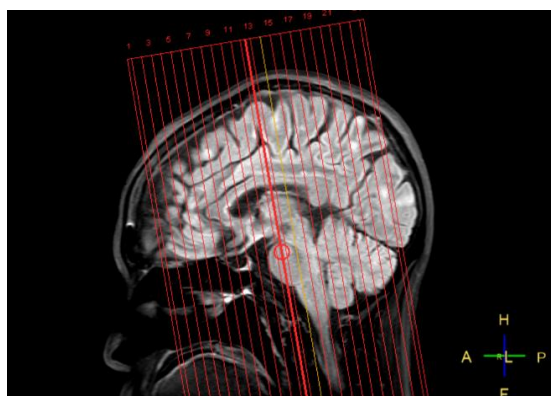


Gambar 16 hasil pemeriksaan Axial T1W_SE + kontras

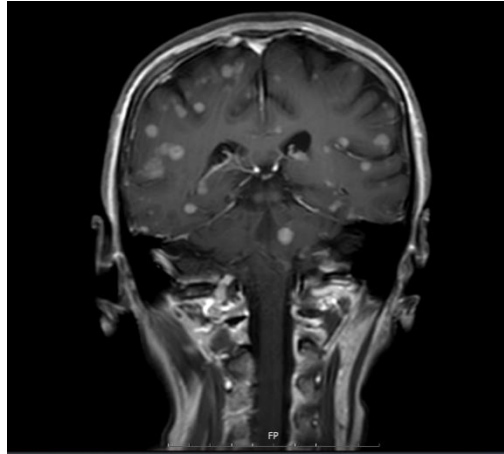
- Coronal T1W_SE + kontras

Tabel 9 Parameter Sequens Coronal T1W_SE MRI Brain+kontras

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	5 mm
Spacing	6 mm
TR	550 ms
TE	10ms
Aq.Voxel size	0.65x1.31x5.00 mm
Fold over direction	RL
Scan Time	3:28 m



Gambar 17 localizer Coronal T1W_SE + kontras

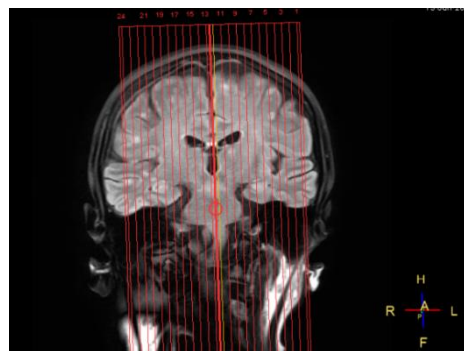


Gambar 18 hasil pemeriksaan Coronal T1W_SE + kontras

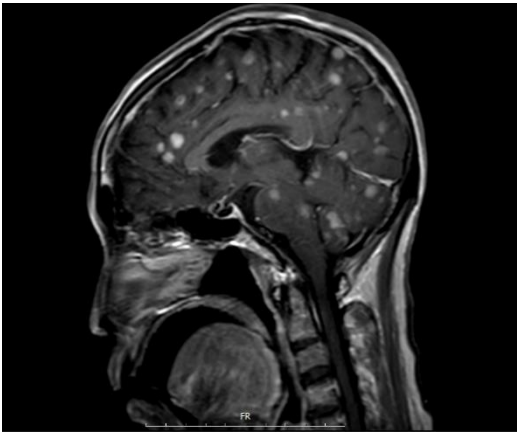
- Sagital T1W_SE+kontras

Tabel 5 Parameter Sequens Sagital T1W_SE MRI Brain +kontras

FOV	230x230
Jumlah Slice	24
Slice Thickness	4.5 mm
Spacing	5.50 mm
TR	550 ms
TE	10ms
Aq.Voxel size	0.65x1.43x4.50 mm
Fold over direction	AP
Scan Time	3:28 m



Gambar 19 localizer Sagital T1W_SE MRI Brain +kontras

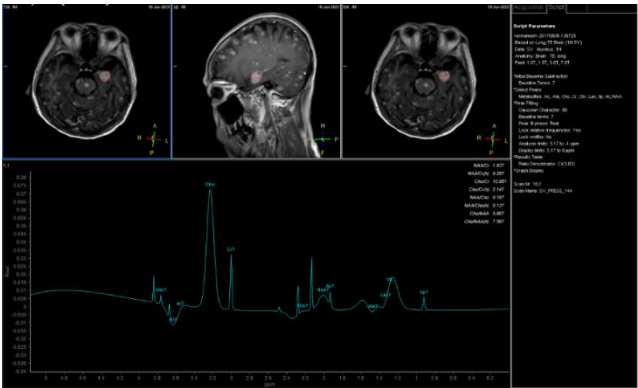


Gambar 20 hasil pemeriksaan Sagital T1W_SE MRI Brain +contras

- svs lesi

Tabel 8 Parameter Svs lesi

FOV	
Jumlah Slice	
Slice Thickness	
Spacing	
TR	2000ms
TE	144 ms
Aq.Voxel Size	
Fold Over Direction	
Scan Time	2:20 m

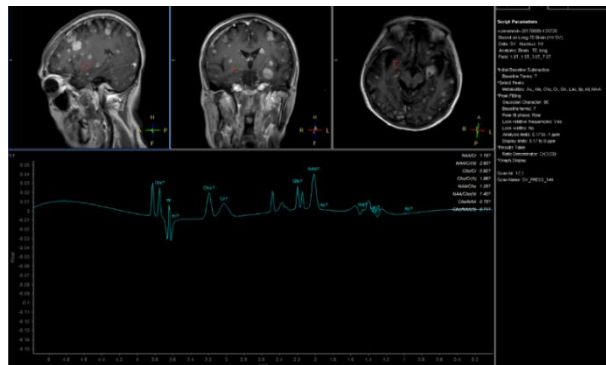


Gambar 21 hasil spectrum metabolite spectroscopy lesi

- Svs control

Tabel 9 Parameter Svs control

FOV	
Jumlah Slice	
Slice Thickness	
Spacing	
TR	2000ms
TE	144 ms
Aq.Voxel Size	
Fold Over Direction	
Scan Time	2:20 m



Gambar 22 hasil spectrum metabolite spectroscopy normal

KESIMPULAN

Pada pemeriksaan MR Spectroscopy pada klinis tumor otak memerlukan persiapan khusus, pengecekan alergi dan fungsi ginjal untuk penggunaan kontras media sebelum pemeriksaan guna untuk lebih memperjelas metastase pada tumor. Prosedur MR Spectroscopy kepala merupakan kelanjutan dari prosedur MRI Kepala dengan menggunakan media kontras.

Tujuan dari prosedur MR Spectroscopy adalah untuk meningkatkan diagnosis tumor, menilai tumor, membedakan antara tumor, infeksi virus, dan menilai kekambuhan tumor setelah operasi. MR Spectroscopy menggunakan SINGLE VOXEL SPECTROSCOPY (SVS). Metabolit yang diidentifikasi oleh MRS meliputi NAA, Kolin, Kreatina, Lipid, dan Laktat. Parameter TE yang digunakan pada media MR SPEKTROSCOPY TE 144 ms.

SARAN

Dalam pengambilan localizer SVS LESI harus tepat pada jaringan tumor tidak mengambil bagian yg bukan bagian dari tumor , analisis daerah tumor dan ambil localizer SVS NORMAL pada jaringan sehat lainnya. Menyarankan kembali agar selalu memperhatikan pasien agar tidak bergerak yg akan membuat grafik SPECTROSCOPY tidak pada semestinya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan ini penulis sangat berterimakasih kepada pembimbing institusi dan pembimbing lapangan, juga kepada orang-orang terdekat saya yang ikut berpartisipasi dalam memberi ide-ide dan masukan yang telah diberikan untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ysp R, Amroisa N. PRIMARY BRAIN TUMOR WITH HEMIPARESE DEXTRA AND PARESE NERVE II, III, IV, VI. Vol. 2, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Medula. 2014.
- Kapakisan I Ketut S. SPACE OCCUPYING LESION (SOL) CEREBRI Kapakisan I Ketut S, Kesanda I Made Phala, Adnyana Putra I Made Angga. Vol. 2, Ganesha Medicina Journal. 2022.
- Enggariani SK. TUMOR OTAK (BRAIN TUMOR). Fortis Fortuna Adiuvat – Non Desistas, Non Exieris. 2008;
- Elmaoglu muhamed. MRI Handbook. 2012.
- Kartawiguna D. Tomografi resonansi magnetik inti : teori dasar, pembentukan gambar dan instrumentasi perangkat kerasnya . 2015. 131–132 p.
- Elmaoglu M. MRI Handbook. 2012.
- Ratnaparkhi CR, Tayade KA, Mitra KR. Magnetic resonance spectroscopy of giant cell tumour of bone. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2018 Nov 1;12(11).
- Beaman F, Jelinek J, Priebat D. Current imaging and therapy of malignant soft tissue tumors and tumor-like lesions. Semin Musculoskelet Radiol. 2013;17(2):168–76.
- Jensfrahm KD. Localized Proton Spectroscopy Using Stimulated Echoes. Vol. 72, JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE. 1987.
- McRobbie DW. MRI from picture to proton. Cambridge University Press; 2003. 359 p.