

## Perbandingan Nilai Metabolik Pada Mr-Spectroscopy Dengan Dan Tanpa Media Kontras Di Rsup Persahabatan Jakarta Timur

Ici Zuhra Wulandari Sekedang <sup>1</sup>, I Putu Eka Juliantara <sup>2</sup>,  
I Bagus Gede Dharmawan <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali  
email korespondensi: [icizuhrawd03@gmail.com](mailto:icizuhrawd03@gmail.com)

**Abstract:** *Comparison Of Metabolic Value On MR-Spectroscopy With and Without Contrast Media at Persahabatan Hospital, East Jakarta.*

*Magnetic Resonance Spectroscopy is a non-invasive technique that can be used to measure the metabolism of several biochemical components in body tissue, especially the brain. Based on observations made by the author at Persahabatan Hospital, the spectroscopy technique used at Persahabatan Hospital is a multi-voxle technique, with sequences selction namely s2D\_PRESS\_144, where the spectroscopy images are taken after administering contrast and prevalence for tumor cases in the Radiology Installation at Persahabatan Hospital, with 5 data from the month May-August 2023. To determine the validity of this opinion, the authors performed pre and post- contrast MR-Spectroscopy on patients with contrast and compared the results with patients without contrast. In this study the author used a quantitative analysis type of research with an experimental approach aimed at whether the administration of contrast material affects the results of MR-Spectroscopy in patients with brain tumor cases. Where the research data comes from primary data in the Radiology installation at Persahabatan Hospital from May - August 2023 using 5 patient data. **Results:** Based on an observational study carried out on primary data from 5 patients, there were differences in metabolic values with and without contrast media in brain tumor cases. And MR-Spectroscopy examination without contrast is better to use than with contrast, although from the overall data it turns out there are some data that say post- contrast is higher.*

**Keywords :** *Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Spectroscopy, post-contrast, pre-contrast, multi- voxel.*

**Abstrak:** *Perbandingan Nilai Metabolik Pada MR-Spectroscopy Dengan dan Tanpa Media Kontras DI RSUP Persahabatan Jakarta Timur.*

*Magnetic Resonance Spectroscopy adalah Teknik non invasive yang dapat digunakan untuk mengukur metabolisme dari beberapa komponen biokimia yang ada didalam jaringan tubuh khususnya pada otak. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh penulis di RSUP Persahabatan Teknik Spectroscopy yang digunakan di RSUP Persahabatan merupakan Teknik Multi-voxle dengan pemilihan sequence yaitu s2D\_PRESS\_144 dimana pengambilan gambar spectroscopy dilakukan setelah pemberian kontras dan pravelensi untuk kasus tumor di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan sebanyak 5 data dari bulan Mei-Agustus 2023, Untuk menentukan validitas pendapat ini, penulis melakukan pre dan post kontras MR-Spektroskopi pada pasien dengan kontras dan membandingkan hasilnya dengan pasien yang tanpa kontras. Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif anilitik dengan pendekatan eksperimental bertujuan apakah pemberian bahan kontras mempengaruhi hasil MR-Spectroscopy pada pasien dengan kasus tumor otak. Dimana data penelitian berasal dari data primer di intalasi Radiologi RSUP Persahabatan dari bulan Mei – Agustus 2023 dengan menggunakan sebanyak 5 data pasien. **Hasil :** Berdasarkan studi observasi yang telah dilakukan terhadap data primer sebanyak 5 data pasien terdapat perbedaan nilai metabolik dengan dantana media kontras pada kasus tumor otak. Dan pemeriksaan MR- Spectroscopy tanpa kontras lebih baik digunakan dibanding dengan kontras walaupun dari keseluruhan data ternyata ada beberapa data yang menyebutkan post-kontras yang lebih tinggi.*

**Kata Kunci :** *Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Spectroscopy, dengan kontras, tanpa kontras, multi-voxel.*

## PENDAHULUAN

*Magnetic Resonance Spectroscopy* adalah Teknik non invasive yang dapat digunakan untuk mengukur metabolisme dari beberapa komponen biokimia yang ada didalam jaringan tubuh khususnya pada otak. Teknis pelaksanaan dilapangan bahwa MRS (*Magnetic Resonance Spectroscopy*) dapat dikerjakan setelah dilakukan pemeriksaan morfologi MRI, dimana dapat pula diartikan bahwa setelah gambar MRI dibuat, maka pemeriksaan MR-*Spectroscopy* bisa dilanjutkan pada area tertentu pada otak dengan meletakkan voxel di area patologis dan normal dari parenkim otak. Apabila, di MRI (*Magnetic resonance imaging*) kepala memberikan hasil gambar anatomis dan morfologis dari otak. Maka, MRS (*Magnetic Resonance Spectroscopy*) akan memberikan tambahan informasi mengenai metabolisme dari area tertentu yang sudah kita tentukan pada daerah otak yang kita inginkan (Kousi E, 2012).

Pemberian bahan kontras sebelum proton MR-*Spektroskopi* dilakukan, dapat memungkinkan penempatan volume yang diinginkan menjadi lebih akurat khususnya pada tumor namun, dari beberapa data juga menunjukkan bahwa bahan kontras tersebut dapat mengubah hasil MR-*Spektroskopi* (Smith JK, 2002). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh penulis di RSUP Persahabatan Teknik *Spectroscopy* yang digunakan di RSUP Persahabatan merupakan Teknik Multi-voxle dengan pemilihan *Sequence* yaitu s2D\_PRESS\_144 dimana pengambilan gambar *spectroscopy* dilakukan setelah pemberian kontras dan pravelensi untuk kasus tumor di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan sebanyak 5 pasien dalam empat bulan.

Untuk menentukan validitas pendapat ini, penulis melakukan pre dan post kontras MR-*Spektroskopi* pada pasien dengan kontras dan membandingkan hasilnya dengan pasien yang tanpa kontras. Berdasarkan latar belakang studi pendahuluan dari jurnal tersebut penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut tentang apakah pemberian bahan kontras mempengaruhi hasil MR-*Spektroskopi* pada pasien dengan kasus tumor otak.

## METODE

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif anilitik dengan pendekatan eksperimental bertujuan apakah pemberian bahan kontras mempengaruhi hasil MR-*Spectroscopy* pada pasien dengan kasus tumor otak. Dimana data penelitian berasal dari data primer di intalasi Radiologi RSUP Persahabatan dari bulan Mei–Agustus 2023 dengan menggunakan sebanyak 5 data pasien.

## HASIL

Berdasarkan observasi dilapangan jumlah pasien dari mulai bulan Mei-Agustus secara keseluruhan terdapat sebanyak 7 orang pemeriksaan MRI dengan kontras pada kasus Tumor Otak, jenis pesawat MRI yang digunakan adalah Philips dengan kekuatan magnet 1.5 T, dimana dalam penelitian ini pengambilan gambar MRS Pre-Kontras diambil dari sequence T1 Axial dan post-kontras diambil dari sequence T2 Axial. Peneliti mengambil total sampling yang digunakan sebagai data penelitian. Dimana data penelitian berasal dari data primer di intalasi Radiologi RSUP Persahabatan dari bulan Mei – Agustus 2023, dengan menggunakan sebanyak 5 data pasien.

### 1. Karakteristik Sampel

#### a. Identitas pasien

Setelah melakukan observasi mengenai prosedur pemeriksaan MRS (*Magnetic Resonance Imaging*) Pada kasus tumor otak di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan, Jakarta Timur didapatkan berdasarkan surat pengantar dari dokter pengirim dengan klinis Sol (Tumor Otak) dan permintaan MRI Brain dengan Kontras dimana tertera hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.1.** Karakteristik Sampel

Uraian	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3	Pasien 4	Pasien 5
Inisial Nama	DA	AP	S	KMA	MMA
Umur	47 th	44 th	48 th	39 th	30 th
Jenis kelamin	Laki-laki	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Laki-laki
Klinis	Susp sol intracranial metastasis	Oligo Dendro Glioma	Susp SOL Intrakranial Metastase	CVD Haemorogic post TF CA	Susp SOL Intrakranial Metastasis
Pesawat	MRI 1.5 T	MRI 1.5 T	MRI 1.5 T	MRI 1.5 T	MRI 1.5 T
Tgl Pemeriksaan	10/8/2023	28/07/2023	22/08/2023	04/08/2023	20/07/2023

Berdasarkan tabel 4.1. di atas terdapat lima identitas pasien yang digunakan sebagai data observasi peneliti, dimana usia pasien dimulai dari 30 tahun ke-atas, empat laki-laki dan satu Perempuan dengan masing-masing klinis Tumor Otak : Sol Intracranial Metastasis, Oligodendro Glioma dan CVD Haemorogic post TF CA.



Gambar 4.1. Surat Pengantar pasien

## 2. Karakteristik Data Penelitian

Hasil analisa data, hasil pengujian hipotesis, yang dapat disajikan dengan tabel atau grafik untuk memperjelas hasil secara verbal. Penomoran tabel dan gambar menggunakan angka 1, 2, 3 dan seterusnya.

Tabel 4.2. Data penelitian

Pasien	Jaringan	Metabolit	Pre Kontras	Post Contrast	Selisih
1	Normal	Naa	91.4	63.5	27.9
	Normal	Cho	45.1	41.1	4
	Normal	Cr	52.1	49.1	3
	Lesi	Naa	32.1	30.5	1.6
	Lesi	Cho	74.5	71.5	3
	Lesi	Cr	20.5	14.9	5.6
2	Normal	Naa	52.0	36.0	16
	Normal	Cho	55.2	35.7	19.5
	Normal	Cr	30.7	31.7	-1
	Lesi	Naa	7.7	19.1	-11.4
	Lesi	Cho	10.7	-0.07	10.77
3	Lesi	Cr	4.82	-5.9	10.72
	Normal	Naa	107.1	103.3	3.8
	Normal	Cho	44.9	42.7	2.2
	Normal	Cr	41.5	39.2	2.3
	Lesi	Naa	24.2	2.97	21.23
	Lesi	Cho	62.2	57.5	4.7
4	Lesi	Cr	27.4	10.4	17
	Normal	Naa	82.6	67.6	15
	Normal	Cho	40.6	34.9	5.7

	Normal	Cr	43.2	20.0	23.2
	Lesi	Naa	7.7	16.0	-8.3
	Lesi	Cho	162.2	102.4	59.8
	Lesi	Cr	32.9	22.9	10
5	Normal	Naa	92.3	63.3	29
	Normal	Cho	65.6	61.9	3.7
	Normal	Cr	47.1	40.3	6.8
	Lesi	Naa	6.07	-1.77	7.84
	Lesi	Cho	75.4	91.2	-15.8
	Lesi	Cr	12.5	24.0	-11.5
Min			4.82	-5.9	-15.8
Max			162.2	103.3	59.8
Mean			48.4096667	39.531	8.878666667

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas terdapat Lima data pasien dengan jaringan normal pre-kontras dari MRS adalah 30 dan jaringan post-lesi adalah 30 serta masing masing dari jaringan metabolit ada 3 yaitu satu Naa, satu Cho, dan satu Cr, dimana pengambilan gambar MRS Pre-Kontras diambil dari sequence T1 Axial dan post-kontras diambil dari sequence T2 Axial sehingga dapatlah angka-angka seperti tabel diatas.

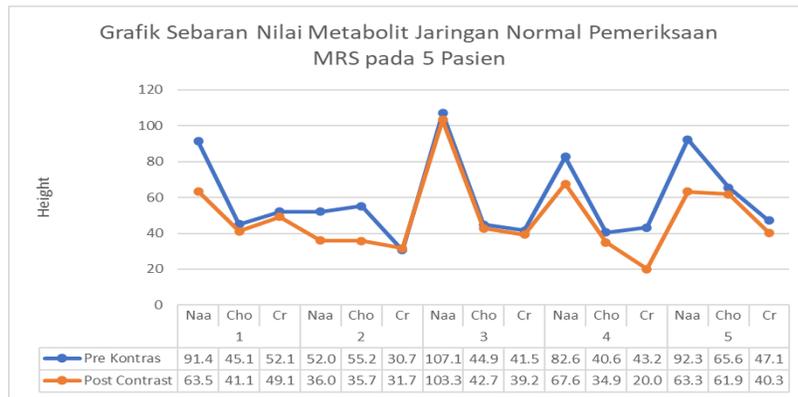
Dari 60 total data yang terkumpul didapatkan nilai selisih daritinggi metabolit dimana selisih tertinggi adalah 59.8, dan nilai terendah diduduki oleh -15.8 dan rata-rata dari selisih antar kedua jaringan yaitu 8.87, dari keseluruhan data ternyata ada beberapa data yang menyebutkan post-kontras yang lebih tinggi hal ini dapat dilihat pada pasien 2,4 dan 5. Selisih antar jaringan ini dapat juga dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5.



**Gambar 4.2.** Pre-kontras Jaringan Normal.

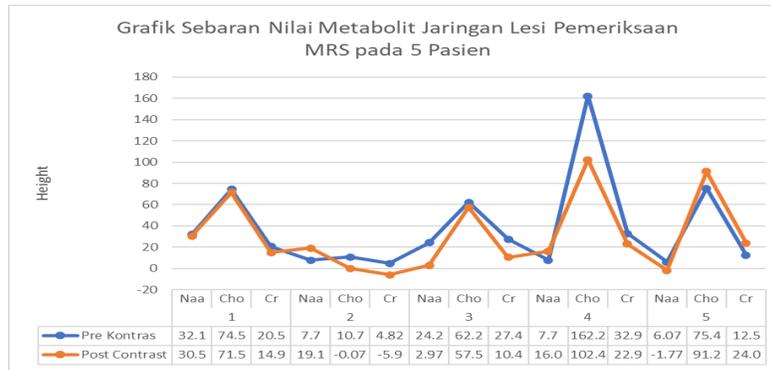


Gambar 4.3. Post-kontras Jaringan Normal.



Gambar 4.4. Grafik sebaran metabolit jaringan normal

Berdasarkan Gambar 4.4. berikut grafik sebaran nilai metabolit jaringan normal pada pemeriksaan MRS dengan menggunakan Lima data Pasien bahwa spektrum paling tinggi (height) terdapat pada jaringan pre-kontras metabolit Naa 107. Sedangkan grafik paling rendah terdapat pada jaringan post-kontras metabolit Cr 20. Berikut pula selisih antara kedua jaringan, selisih paling jauh berasal dari metabolit Naa dimana Jaringan pre-kontras 107.1 dan post-kontras 103.3 sedangkan selisih jaringan terendah pre-kontras Cr 43.2 dengan post kontras 20.0.



**Gambar 4.5.** Grafik sebaran metabolit jaringan lesi

Berdasarkan Gambar 4.5. grafik sebaran nilai metabolit jaringan normal pada pemeriksaan MRS dengan menggunakan Lima data pasien dapat dilihat bahwa spektrum paling tinggi (height) berasal dari jaringan pre-kontras dengan metabolit Cho 162.2 Sedangkan spektrum paling rendah terdapat pada jaringan post-kontras dengan metabolit Cr - 5.9. Berikut pula selisih antara kedua jaringan, selisih paling jauh berasal dari metabolit Cho pada jaringan Pre-Kontras dengan angka 162.2 dan jaringan post-kontras menyentuh angka 102.4 sedangkan selisih terendah terdapat pada jaringan pre-kontras metabolit Cr pada angka 4.82 dan Cr post-kontras dengan nilai -5.9.

**3. Karakteristik Hasil Uji Normalitas Metabolik pre dan post kontras Spectroscopy.**

a. Uji Normalitas

**Tabel 4.3.** Uji Normalitas pre dan post kontras MRS

Uji Normalitas		
	Jenis Jaringan yang dinilai	P-Value
Nilai Metabolit pada MRS prekontras	Normal	0.031
	Lesi	0.001
Nilai Metabolit pada MRS post kontras	Normal	0.000
	Lesi	0.015

Berdasarkan nilai p-value pada tabel 4.3. tersebut, dapat dikatakan bahwa hasil uji normalitas data Shapiro-wilk menunjukkan bahwa p-value metabolit pada MRS Pre dan Post kontras adalah 0.015(  $p < 0.05$ ) oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal, karena tidak normal maka akan dilakukan uji wilcoxon.

b. Uji Beda Wilcoxon

**Tabel 4.4.** Uji beda Wilcoxon

Uji Beda Wilcoxon				
	Jenis Jaringan yang dinilai	N	MeanRank	P-Value
Nilai Metabolit pada MRS pre-kontras	Negatif	6 <sup>a</sup>	19.67	0.019
Nilai Metabolit pada MRS post-kontras	Positif	24 <sup>b</sup>	14.46	

Berdasarkan dari Tabel 4.4 nilai p-value adalah 0.019 ( $p < 0.05$ ) oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data tersebut dianggap terdapat perbedaan yang signifikan secara keseluruhan baik dari Nilai Metabolit pada MRS pre-kontras dan Nilai Metabolit pada MRS post-kontras. dengan mean rank tertinggi yaitu 19.67 dan terendah adalah 14.49. dan dari 30 data tersebut bahwa terdapat positif rank 24<sup>b</sup> dan negative rank 6<sup>a</sup> hasil uji beda Wilcoxon ini sendiri digunakan untuk per metabolit setiap jaringan normal dan lesi oleh sebab itu setelah uji beda ini dilakukan penulis mencari selisih lagi dengan menggunakan grafik pada M.Excel.

Keterangan : dapat diartikan juga  $H_a$  : diterima &  $H_0$  : ditolak.

## PEMBAHASAN

Selama periode Mei-Agustus 2023, peneliti melakukan observasi di instalasi radiologi RSUP Persahabatan, Jakarta Timur. Penelitian ini berfokus perbedaan nilai metabolik pada pemeriksaan MR-Spectroscopy dengan dan tanpa penggunaan media kontras pada kasus Tumor Otak, data diambil dari ketinggian (Height) nilai metabolik pada MR- Spectroscopy baik dari jaringan pre-kontras dan jaringan post-kontra.

Berikut merupakan pembahasan perbedaan nilai metabolik pada pemeriksaan MR-Spectroscopy dengan dan tanpa media kontras pada kasus Tumor Otak, dan keefektifan yang digunakan untuk menilai metabolik antara dengan dan tanpa media kontras.

## **1. Perbedaan nilai metabolik MR-Spectroscopy dengan dan tanpa media kontras pada kasus tumor otak.**

Analisis perbedaan nilai metabolik dengan dan tanpa media kontras menjadi suatu tujuan utama pada penelitian ini, khususnya pasien dengan kasus tumor otak di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan.

Dalam jurnal yang berjudul “*Effects of Contrast Material on Single- volume Proton MR Spectroscopy*” menyebutkan tidak terdapat perbedaan signifikan yang ditemukan pada MR-Spectroscopy sebelum dan sesudah penggunaan kontras (Smith JK, 2002).

Sedangkan, dalam jurnal yang berjudul “*Magnetic Resonance Spectroscopy of the Breast at 3T : Pre and Post-Contrast Evaluation for Breast Lesion Characterization*” menyatakan bahwa pada pemeriksaan MRS terdapat peningkatan kebesaran lesi payudara setelah pemberiangadolinium (kontras) terutama pada kasus lesi kecil atau non-massa. Karena hal ini dapat menyebabkan informasi yang bernilai menjadi samar atau tidak terlihat. Namun, disarankan untuk melakukan MRS sebelum injeksi kontras pada lesi payudara besar untuk menghindari perkiraan kolin yang terlalu rendah (Kousi E, 2012).

Menurut peneliti, berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari *multi-voxle spectroscopy* dinyatakan terdapat perbedaan nilai metabolik dengan dan tanpa media kontras pada kasus tumor otak, perbedaan tersebut dapat dilihat hasil uji beda Wilcoxon yang memiliki p-value 0.019 ( $p < 0.05$ ) dalam artian jika nilai p-value  $< 0.05$  maka, dapat disimpulkan bahwa data tersebut dianggap terdapat perbedaan yang signifikan secara keseluruhan baik dari Nilai Metabolit pada MRS Pre-kontras - Nilai Metabolit pada MRS Post-kontras.

## **2. Keefektifan untuk menilai metabolik antara dengan dan tanpa media kontras pada kasus tumor otak.**

Nilai metabolik merupakan salah satu aspek penting dalam penilaian tumor, terutama pada kasus tumor otak. Kemajuan teknologi medis, terutama di bidang radiologi telah memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas dan ketelitian informasi jaringan anatomi yang diperoleh dari hasil pemeriksaan MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) pada pasien. Melalui penelitian yang dilakukan di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan Jakarta Timur, dengan dilakukannya penelitian ini kita dapat memahami dengan baik Manakah yang lebih efektif digunakan untuk menilai metabolik antara **dengan dan tanpa kontras khususnya pada kasus tumor otak.**

MRS (*Magnetic Resonance Spectroscopy*) adalah Teknik non invasive yang dapat digunakan untuk mengukur metabolisme dari beberapa komponen biokimia yang ada didalam jaringan tubuh khususnya pada otak. MRS (*Magnetic Resonance Spectroscopy*) dapat memberikan tambahan informasi mengenai metabolisme dari area tertentu yang sudah kita tentukan pada daerah otak yang diinginkan (Kousi E, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pemeriksaan MR- Spectroscopy tanpa kontras lebih baik dilakukan dibanding pemeriksaan MR-*Spectroscopy* dengan kontras. Hal ini dapat dilihat dari uji beda Wilcoxon dimana spektrum paling tinggi (height) berasal dari jaringan pre-kontras dengan metabolit Cho pada angka 162.2 Sedangkan spektrum paling rendah terdapat pada jaringan post- kontras dengan metabolit Cr pada angka -5.9. Berikut pula selisih antara kedua jaringan, selisih paling jauh berasal dari metabolit Cho pada jaringan Pre-Kontras dengan angka 162.2 dan jaringan post-kontras.

### 3. Pergeseran Nilai Metabolit Setiap Jaringan

Dalam jurnal yang berjudul "*Proton NMR chemical shifts and coupling constants for brain metabolites*" (Govindaraju V, 2000). menyatakan bahwa Pergeseran kimia proton NMR dan nilai J-coupling disajikan untuk 35 metabolit yang dapat dideteksi dengan studi NMR in vivo atau in vitro pada otak mamalia. menyentuh angka 102.4. sedangkan selisih terendah terdapat pada jaringan pre-kontras metabolit Cr pada angka 4.82 dan metabolit Cr post-kontras dengan nilai - 5.9.

Kuantitas metabolit yang dapat diamati NMR dapat memberikan banyak informasi biokimia, dan dapat membantu peneliti klinis dalam memahami peran tersebut metabolit dalam kondisi normal dan patologi.

Informasi pergeseran kimia saja sudah cocok untuk mengidentifikasi dan menghitung resonansi single, serta dapat diamati pada kekuatan medan apa pun, atau untuk situasi di mana data selalu diperoleh dalam kondisi yang sama yang digunakan untuk pengukuran awal individu resonansi metabolit. Misalnya, informasi terbatas ini sudah cukup untuk pengukuran kreatin, kolin, dan bagian N-asetilspartat secara in vivo, yang semuanya dapat dengan mudah diamati menggunakan pengukuran TE yang panjang (misalnya >100 ms).

Berikut Kisaran konsentrasi metabolit yang dapat diamati dengan MR yang dilaporkan untuk otak manusia dewasa normal dan jaringan biopsi yang diperoleh dengan menggunakan berbagai teknik analisis termasuk MRS in vivo Nilai telah dibulatkan ke satu desimal

**Tabel 4.5.** kisaran konsentrasi metabolit

Metabolit	Kisaran konsentrasi (mmol/kgww)	Referensi
Acetate	0.4–0.8	31
NAA	7.9–16.6 (rata-rata 10.3)	50,72
NAAG	0.6–2.7	59
ATP	3.0	63
Alanine	0.2–1.4	72, 161, 162
GABA	1.3–1.9	72,161
Aspartate	1.0–1.4	72,162
Choline (total)	0.9–2.5	50,161
Creatine	5.1–10.6	50,72,161
Ethanolamine	3.3a	16
Glucose	1	90
Glutamate	6.0–12.5	72,76,161,162
Glutamine	3.0–5.8	14,72,162
Glutathione	2	162
Glycerol	< 0.1	
Glycerophosphorylcholine	1	74
Glycine	0.4–1.0	161,162
Histamine	<0.1a	118
Histidine	0.09	162
Homocarnosine	0.23	162
Myo-inositol	3.8–8.1	50,72,161
Scyllo-inositol	0.3–0.6	137
Lactate	0.4	161
Phenylalanine	<0.1	162
Phosphocreatine	3.2–5.5	63,77
Phosphorylcholine	0.6	74
Phosphorylethanolamine	1.1–1.5	74,77,162
Pyruvate	0.2	31
Serine	0.4	162
Succinate	0.4	31
Taurine	0.9–1.5	72,161,162
Threonine	0.3	162
Tryptophan	<0.1	163
Tyrosine	<0.1	162
Valine	0.1	162

## KESIMPULAN

Melalui penelitian menggunakan 5 data pasien yang dilakukan dan 30 data dari tiap jaringan metabolit Pre dan Post kontras dengan total sampel sebanyak 60 pada pemeriksaan MRS (*Magnetic Resonance Spectroscopy*) pada kasus Tumor otak di instalasi Radiologi RSUP Persahabatan Jakarta Timur dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan nilai metabolik dengan dan tanpa media kontras pada kasus tumor otak
2. Pemeriksaan MR-*Spectroscopy* tanpa kontras lebih baik digunakan dibanding pemeriksaan MR-*Spectroscopy* dengan kontras walaupun dari keseluruhan data ternyata ada beberapa data yang menyebutkan post-kontras yang lebih tinggi.

## SARAN

Melalui penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian ini radiographer disarankan sebaiknya untuk dapat melakukan MR-*Spectroscopy* sebelum pemasukan kontras.
2. Berdasarkan penelitian ini penulis hanya meneliti dibagian ketinggian (*Height*) spektrum jaringan dengan dan tanpa kontras untuk peneliti selanjutnya disarankan dapat melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pergeseran antar metabolit dengan dan tanpa kontras.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan puja dan puji syukur senantiasa tercurahkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan nikmat begitu besar, nikmat kesehatan jasmani dan rohani, nikmat iman dan islam kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat tugas akhir pendidikan sarjana yang berjudul “**Perbandingan nilai metabolik pada MR *Spectroscopy* dengan dan tanpa Media Kontras di RSUP PERSAHABATAN Jakarta Timur**” tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tetap tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Dengan penuh perjuangan, kesabaran dan kekuatan, penulis menyadari bahwa dalam setiap tutur kata yang penulis paparkan masih sangat banyak kesalahan dan kekurangan

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati, berharap Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya pada kita semua. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari bagi seluruh pembaca, khususnya bagi penulis dan Mahasiswa/i Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bhimani A, Bhimani A, Charles, Horngren T, Datar SM, Madhav, Rajan V. Seventh Edition [Internet]. 2018. Available from: [www.pearson-books.com](http://www.pearson-books.com).
- Khairuzzaman MQ. Gambaran Gangguan Fungsi Kognitif Pada Tumor Otak Primer dan Metastasis. 2016;4(1):64–75. DIM, Ngelis E a. B Rain TUMors. Med Prog N Engl J Med. 2001;114(2):114–23.
- Comelli I, Lippi G, Campana V, Servadei F, Cervellin G. Clinical presentation and epidemiology of brain tumors firstly diagnosed in adults in the Emergency Department: A 10-year, single center retrospective study. Ann Transl Med. 2017;5(13):3–7.
- Akkus Z, Galimzianova A, Hoogi A, Rubin DL, Erickson BJ. Deep Learning for BrainMRI Segmentation: State of the Art and Future Directions. J Digit Imaging. 2017;30(4):449–59.
- Smith JK, Kwock L, Castillo M. Effects of contrast material on single-volume proton MR spectroscopy. Am J Neuroradiol. 2000;21(6): 1084–9.
- Sasmito AP, Abimanyu B, Prasanti AD. Prosedur Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (Mrs) Kepala Pada Kasus Epilepsi Di Instalasi Radiologi Rsup Dr. Kariadi Semarang. 2022.
- Lin NU, Winer EP. Brain metastases: The HER2 paradigm. Clin Cancer Res. 2007; 13(6):1648–55.
- Rees JH. Diagnosis and Treatment In Neuro-oncology: An oncological perspective. Br J Radiol. 2011;84 (SPEC. ISSUE 2).
- Mulyono N, Susy S. Pemanfaatan Magnetic Resonance (MRI) Sebagai Sarana Diagnostik Pasien. [Internet]. 2004.p.8–13. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.19397445.2010.00082.x>.
- Brier J, lia dwi jayanti. Fifth edition MRI Basic Principle and applications Vol. 21. 2020.
- Moshinsky M. Handbook of MRI Technique Fouth Edition . Vol. 13, Nucl. Phys. 1959. 104–116 p.
- Catherine Westbrook. Handbook of MRI Technique. Wiley- Blackwell. 2008. 424 p.
- Ray Hashman Hashemi, M.D., Ph.D.;William G. Bradley Jr, M.D., Ph.D., F.A.C.R.;Christopher J. Lisanti, M.D., Col. (ret) USAF, MC S. The Basics MRI.2013. 395p.
- Drost DJ, Riddle WR, Clarke GD. Proton magnetic resonance spectroscopy in brain: Report of AAPM MR Task Group #9. Med Phys. 2002;29(9):2177–97.
- Fajarini, Eunike Serfina, dkk. MRI ITU CRUNCHY!. 2011.
- Kousi E, Tsougos I, Vasiou K, Theodorou K, Poultsidi A, Fezoulidis I, et al. Magnetic resonance spectroscopy of the breast at 3T: Pre- and post- contrast evaluation for breast lesion characterization. Sci World J. 2012;2012.
- Govindaraju V, Young K, Maudsley AA. Proton NMR chemical shifts and coupling constants for brain metabolites. NMR Biomed. 2000;13(3):129–53.