

## EVALUASI PERGESERAN NILAI METABOLIT PADA MR- SPECTROSCOPY DENGAN DAN TANPA MEDIA KONTRAS DI RSUP PROF DR I.G.N.G NGOERAH DENPASAR

Gawi Roland Palan<sup>1\*</sup>, Ni Putu Rita Jeniyanthi<sup>2</sup>, I Putu Sugiarta<sup>3</sup>

AKTEK Radiodiagnostik dan radioterapi Bali<sup>1,2,3</sup>

\*Corresponding Author : rolanddpalan21@gmail.com

### ABSTRAK

*Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)* adalah teknik pencitraan yang digunakan dalam (MRI) untuk memeriksa komposisi kimia dan metabolisme dalam jaringan tubuh, khususnya otak. Ini adalah salah satu bentuk MRI yang lebih khusus, yang tidak hanya fokus pada gambaran struktur anatomi, tetapi juga pada spektrum sinyal resonansi inti atom dalam molekul. Penulis mengambil evaluasi pergeseran metabolit ini karena Penulis melihat bahwa dengan adanya perbedaan informasi yang dihasilkan dari grafik *Spectroscopy*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai pergeseran metabolit pada MR-*Spectroscopy* dengan atau tanpa media kontras serta untuk menganalisa daerah yang terjadi pergeseran lebih signifikan pada MR-*Spectroscopy* dengan atau tanpa media kontras. Peneliti melakukan observasi di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah dengan menggunakan 15 pasien kasus SOL dari bulan april sampai bulan mei 2024. Peneliti melakukan penggunaan pre kontras dan post kontras untuk membandingkan hasil dari keduanya. metode yang digunakan peneliti ialah kuantitatif analitik dengan pendekatan eksperimental tujuannya untuk melihat terdapat pergeseran dan perbedaan informasi antara penggunaan media kontras dan tanpa media kontras pada MRS atau tidak. Setelah observasi yang dilakukan penulis terhadap data yang terdiri dari data primer 15 pasien hasilnya terdapat pergeseran nilai metabolit pada pre dan post kontras. terdapat penurunan nilai metabolit pada post kontras yang cukup signifikan sehingga menimbulkan perbedaan informasi. penulis menyimpulkan bahwa pemeriksaan MR-*Spectroscopy* tanpa kontras lebih baik dari pada post kontras. dari keseluruhan data pun menunjukkan bahwa pre kontras yang lebih tinggi.

**Kata kunci** : *magnetic resonance imaging, magnetic resonance spectroscopy, pre contrast, post contrast*

### ABSTRACT

*Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)* is an imaging technique used in MRI to examine the chemical composition and metabolism within body tissues, particularly the brain. It is a more specialized form of MRI, which not only focuses on the visualization of anatomical structures but also on the spectrum of resonance signals from atomic nuclei within molecules. The author undertakes the evaluation of these metabolite shifts because they observed differences in the information generated from the *Spectroscopy* graphs. The aim of this research is to evaluate the value of metabolite shifts in MR-*Spectroscopy* with or without contrast media and to analyze the areas where more significant shifts occur in MR-*Spectroscopy* with or without contrast media. The researcher conducted observations at Prof Ngoerah Hospital using 15 SOL case patients from April to May 2024. The researcher utilized pre-contrast and post-contrast methods to compare the results of both. The method employed by the researcher is quantitative analytical with an experimental approach aiming to determine whether there are shifts and differences in information between the use of contrast media and without contrast media in MRS. After observing the data consisting of primary data from 15 patients, the author found shifts in metabolite values pre and post-contrast. There was a significant decrease in metabolite values post-contrast, leading to differences in information. The author concludes that MR-*Spectroscopy* examination without contrast is superior to post-contrast. The overall data also indicates a higher pre-contrast value.

**Keywords** : *magnetic resonance spectroscopy, magnetic resonance imaging, pre contrast, post contrast*

## PENDAHULUAN

MRS adalah teknik pencitraan metabolit dalam pemeriksaan MRI yang bersifat non-invasif untuk mengidentifikasi molekul sebagai indikator adanya tumor ganas (Januari et al., 2024). Selain itu, MRS dapat digunakan untuk mengkarakterisasi kelainan pada sistem muskuloskeletal, membantu menentukan langkah-langkah tindakan selanjutnya. Pemeriksaan MRS dapat dilakukan dengan *single voxel* atau *multi voxel* (Smith et al., 2000). MRS juga merupakan teknik fungsional yang mampu mendeteksi kelainan yang tidak terlihat pada MRI konvensional. Sebagai contoh, MRS dapat mengidentifikasi invasi glioblastoma multiforme (GBM) ke otak yang tidak terlihat pada MRI konvensional, di mana tidak ada peningkatan atau kelainan T2. Selain itu, MRS dapat membedakan antara dua atau lebih kelainan yang tampak serupa pada MRI, seperti perbedaan antara GBM berulang dan nekrosis radiasi, (Kousi et al., 2012).

Pemeriksaan MRS sangat dipengaruhi oleh pengaturan nilai *Time Echo* (TE) (Zuhra et al., 2023). Penerapan TE yang pendek (35 ms) akan menghasilkan spektrum metabolit yang lebih rinci dan kompleks, karena dapat menampilkan spektrum metabolit dengan waktu T2 panjang maupun pendek, seperti *Naa*, *Creatinin*, dan *Choline* sebagai metabolit dasar (Nilai et al., 2019). Berbeda dengan MRI yang menggunakan sinyal proton hydrogen untuk menunjukkan gambar anatomi, spectroscopy menggunakan informasi ini untuk menentukan konsentrasi metabolit otak seperti *N-Acetyl aspartate* (NAA), *choline* (Cho), *creatine* (Cr), *laktat* (Lac), *myoinositol* (Myo), *lipids* (lip), dan *glutamine-glutamate* (Glx) pada jaringan yang diperiksa di lokasi atau daerah tertentu dalam spektrum dengan satuan parts per million (ppm) (Kwok, 2022).

Memberikan bahan kontras sebelum pelaksanaan proton MR-Spectroscopy dapat meningkatkan akurasi penempatan volume yang diinginkan, terutama pada area tumor. Namun, beberapa data juga menunjukkan bahwa penggunaan bahan kontras tersebut dapat mempengaruhi hasil MR-Spectroscopy (Zaky et al., 2020). Penggunaan media kontras dalam MRS adalah opsional dan tergantung pada tujuan penelitian atau diagnosa medis yang spesifik (Hafizhah et al., 2019). MRS dirancang untuk memeriksa komposisi kimia dan metabolisme dalam jaringan tubuh, dan seringkali dapat memberikan informasi yang berharga tanpa perlu media kontras tambahan (Daing et al., 2023). berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan peneliti di RSUP Prof Ngoerah Denpasar, *sequence* yang digunakan dalam pemeriksaan MRI kepala menggunakan MRS adalah : *Head Scout*, *T2 Turbo spin echo Transversal*, *T1 Turbo spin echo Transversal*, *Diffusion weighted imaging Transversal*, *T2 Turbo spin echo Coronal*, *T2 Turbo spin echo Dark Fluid Transversal*, *Ep2d Transversal Hemo*, *Time of flight Fl3d Transversal Magnetic resonance angiography*, *Flow Pc3d Sagital Magnetic resonance venography*, *T1 Fl2d Transversal Dengan Kontras*, *T1 Fl2d Coronal Dengan Kontras*, *T1 Fl2d Sagital Dengan Kontras*, Dan *Csi Slaser* (Review, 2013). Penulis melakukan uji *pre* dan *post contrast* MR-Spectroscopy kepada pasien dengan dua perlakuan yakni satu pasien dibuatkan dua kali penggunaan Spectroscopy *pre* dan *post contrast* terhadap 15 pasien untuk mengevaluasi terdapat pergeseran antara penggunaan dan tanpa media kontras atau tidak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai pergeseran metabolit pada MR-Spectroscopy dengan atau tanpa media kontras serta untuk menganalisa daerah yang terjadi pergeseran lebih signifikan pada MR-Spectroscopy dengan atau tanpa media kontras.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif analitik dengan pendekatan eksperimental dengan tujuan apakah pemberian bahan kontras mempengaruhi hasil MR-Spectroscopy pada pasien dengan kasus SOL. Penelitian dilakukan di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar

pada bulan April sampai Mei 2024 menggunakan data primer dari 15 pasien. Terdapat sedikit perbedaan dalam proses scanning karena penggunaan sequence dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah penggunaan media kontras dengan tujuan untuk mengevaluasi pergeseran nilai metabolit terdapat pengaruh media kontras atau tidak.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Penulis mengenai evaluasi pergeseran nilai metabolit pada MRS dengan dan tanpa media contrast di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar. Peneliti menggunakan 15 data pasien. Tidak ada perlakuan dan persiapan khusus terhadap pasien. Pasien hanya diminta untuk melepaskan semua benda logam yang dapat menghalangi gambaran dan bertanya terkait riwayat operasi pasien serta riwayat penggunaan ring jantung jika ada. terdapat sedikit perbedaan dalam proses scanning pasien, penggunaan *sequence Spectroscopy* digunakan dua kali yakni sebelum penggunaan media kontras dan setelah penggunaan media kontras.

Penggunaan *sequence* yang dilakukan di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar yakni : *Head Scout*, *T2 Turbo spin echo Transversal*, *T1 Turbo spin echo Transversal*, *Diffusion weighted imaging Transversal*, *T2 Turbo spin echo Coronal*, *T2 Turbo spin echo Dark Fluid Transversal*, *Ep2d Tra Hemo*, *Tof Fl3d Transversal Magnetic resonance angiography*, *Flow Pc3d Sagital Magnetic resonance venography*, *T1 Fl2d Transversal Dengan Kontras*, *T1 Fl2d Coronal Dengan Kontras*, *T1 Fl2d Sagital Dengan Kontras*, Dan *Chemical shift imaging Slaser*. Dalam pengambilan gambaran pada penelitian ini, Penulis hanya berfokus pada sequen *T2 axial* untuk pre contrast dan *T1 axial post contrast*. Penulis meletakkan dua *ROI* pada setiap jaringan normal dan jaringan lesi pasien yang kemudian data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan menampilkan data metabolit dari metabolit *Naa*, *Choline*, dan *Creatinin*. Setelah itu Penulis mengambil data menggunakan dokumentasi kemudian membuat data nilai setiap pasien dengan metabolit masing-masing dalam bentuk tabel secara keseluruhan. Data primer yang didapatkan penulis dari periode bulan april-mei 2024 yaitu 15 data primer pasien.

## Karakteristik Sampel

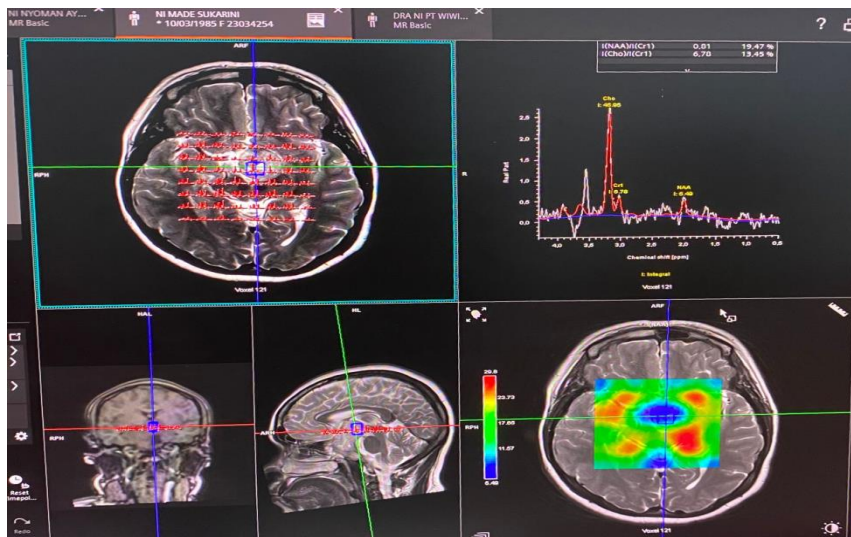
**Tabel 1. Karakteristik Sampel**

Pasien	Jenis kelamin	Jumlah		
		Umur	Suspect sol metas	Susp sol intracranial
1	Laki laki	26	✓	
2	Perempuan	54		✓
3	Laki laki	35	✓	
4	Laki laki	29	✓	
5	Perempuan	25		✓
6	Perempuan	38	✓	
7	Laki laki	25	✓	
8	Perempuan	57	✓	
9	Perempuan	61		✓
10	Laki laki	34		✓
11	Perempuan	63	✓	
12	Laki laki	22		✓
13	Perempuan	54	✓	
14	Laki laki	51		✓
15	Laki laki	62		✓

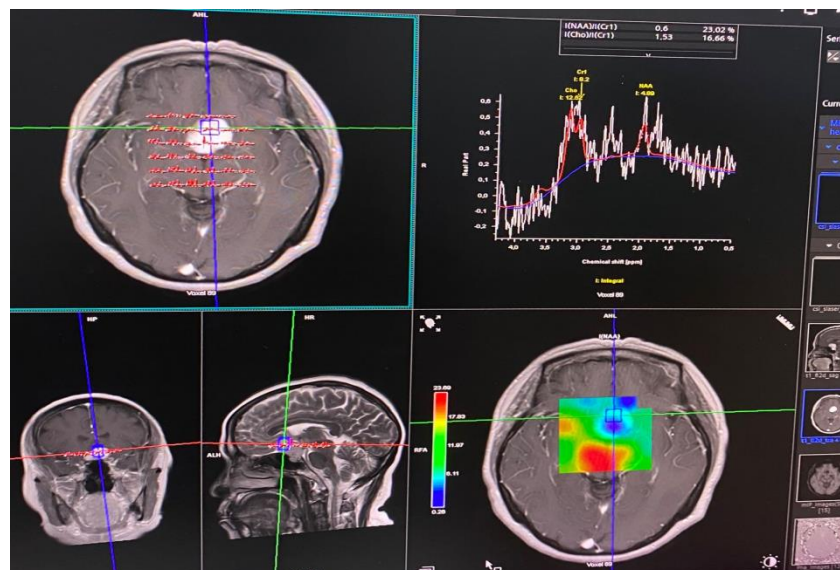
Berdasarkan tabel 1 yang Penulis dapatkan seelama melakukan penelitian terdapat 15 pasien dengan umur paling muda 22 tahun dan umur paling tua 63 tahun kemudian pasien laki-laki berjumlah 8 orang dan pasien perempuan berjumlah 7 orang. Pasien dengan klinis *suspect* sol metas berjumlah 8 orang dan jumlah pasien dengan klinis sol intracranial berjumlah 7 orang.

**Data Penelitian**

Data penelitian dapat disajikan dalam bentuk grafik dan tabel serta kalimat, untuk memperjelas hasil secara verbal. Berdasarkan data penelitian yang penulis gunakan, menunjukkan data 15 pasien terdiri dari jaringan normal pre kontras dan post kontras yaitu 90 data pasien. Masing masing dari jaringan di ambil tiga metabolit yakni *Naa*, *Choline* dan *Creatinin*. Data di ambil dari potongan *Axial T2* untuk Pre kontras dan *T1 Kontras* untuk *post contrast* kemudian menunjukkan data seperti yang tercantum di tabel. Dari total keseluruhan data yang ada, di dapatkan selisih tertinggi antara metabolit adalah 11,43 dan selisih terendah antara kedua jaringan yaitu 0,10 . Nilai rata-rata dari selisih keduanya adalah 2,29. Dari keseluruhan data menunjukkan mayoritas nilai jaringan lebih tinggi di pre kontras, tetapi beberapa pasien juga menurunkan adanya kenaikan setelah *post contrast*.



Gambar 1. Gambaran T2 Pre Contrast pada Jaringan Lesi



Gambar 2. Gambaran T1 Post Contrast pada Jaringan Lesi



**Karakteristik Hasil Uji Normalitas Metabolit pre dan post kontras *Spectroscopy*.  
Uji Normalitas****Tabel 2. Data Uji Normalitas.**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	P value	P value
Pre Kontras	.104	90	.017	.854	90	<0.001
Post Kontras	.099	90	.030	.906	90	<0.001

Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan output SPSS diketahui pada kolom uji shapiro wilk nilai p value kedua data (*Pre Contrast dan Post Contrast*) memperoleh nilai dibawah 0,05. Artinya data tidak berdistribusi normal. Dilanjutkan menggunakan uji wilcoxon.

**Tabel 3. Data Uji Wilcoxon.**

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Post Kontras - Pre Kontras	Negative Ranks	54 <sup>a</sup>	46.47	2509.50
	Positive Ranks	36 <sup>b</sup>	44.04	1585.50
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	90		

Post Kontras < Pre Kontras  
Post Kontras > Pre Kontras  
Post Kontras = Pre Kontras

Berdasarkan data pada tabel 3, terdapat 54 data negatif (N) yang artinya ke 54 mengalami penurunan nilai dari nilai *Pre contrast* ke nilai *Post contrast*. *Mean Rank* atau rata-rata penurunan tersebut adalah sebesar 46,47, sedangkan jumlah rangking negatif atau *Sum of Ranks* adalah sebesar 2509,50. *Positive Ranks* atau selisih (positif) antara nilai *Pre contrast* dan *Post contrast*. Disini terdapat 36 data positif (N) yang artinya ke 36 mengalami peningkatan nilai dari nilai *Pre contrast* ke nilai *Post contrast*. *Mean Rank* atau rata-rata peningkatan tersebut adalah sebesar 44,04, sedangkan jumlah rangking positif atau *Sum of Ranks* adalah sebesar 1585,00. *Ties* adalah kesamaan nilai *Pre contrast* dan *Post contrast*, disini nilai *Ties* adalah 0, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada data yang sama antara *Pre contrast* dan *Post contrast*.

Dalam uji hipotesis selanjutnya menggunakan output SPSS yang kedua yakni output “*Test Statistics*”. Sebelum masuk ke analisis terlebih dulu perlu diketahui bahwa dasar pengambilan keputusan yang digunakan dalam uji wilcoxon ini adalah:

Jika nilai Asymp.Sig. (2-tailed) lebih kecil dari 0,05, maka  $H_0$  diterima. Sebaliknya, jika nilai Asymp.Sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak.

**Tabel 4. Hasil Output**

	Post Kontras - Pre Kontras
Z	-1.859 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.063

Wilcoxon Signed Ranks Test  
Based on positive ranks.

Berdasarkan output “*Test Statistics*”, diketahui Asymp.Sig. (2-tailed) bernilai 0,063. Karena nilai 0,063 lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa “ $H_0$  ditolak”. Artinya tidak ada perbedaan antara nilai *Pre contrast* dan *Post contrast*

## PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Penulis di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar selama periode bulan april sampai bulan mei 2024. Penelitian ini dilakukan dengan berfokus pada evaluasi pergeseran nilai metabolit pada pemeriksaan MR-*Spectroscopy*. Dengan dan tanpa penggunaan media kontras pada kasus tumor otak, data diambil dari ketinggian (*Height*) nilai metabolit pada MR-*Spectroscopy* baik dari jaringan *pre contrast* dan jaringan *post contrast*.

Berikut merupakan pembahasan yang penulis jelaskan terkait perbedaan nilai metabolit pada MR-*Spectroscopy* dengan dan tanpa media kontras pada kasus SOL. dan keefektifan yang digunakan untuk menilai metabolik antara dengan dan tanpa media kontras.

### **Perbedaan Nilai Metabolik MR-*Spectroscopy* dengan dan Tanpa Media Kontras**

Penelitian yang lakukan oleh Smith JK, 2002 di dalam jurnalnya yang diberi judul '*Effects of contrast material on single - volume proton MR-Spectroscopy*' menjelaskan bahwa dalam penelitian yang mereka lakukan, hasil yang di dapatkan menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan yang di temukan pada MR-*Spectroscopy* sebelum dan sesudah penggunaan media kontras. Namun pada jurnal "*MRS of the Breast at 3T and : Pre dan post Contrast Evaluation of Breast Lesion Characterization*" menyatakan bahwa pada pemeriksaan MRS terlihat peningkatan ukuran lesi payudara setelah pemberian bahan kontras, terutama pada kasus lesi kecil atau non-massa. Kondisi ini dapat menyebabkan gambaran menjadi tidak jelas atau tidak terdeteksi dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari multi-voxel *Spectroscopy* dinyatakan tidak terdapat perbedaan nilai metabolit dengan dan tanpa media kontras pada kasus SOL, Berdasarkan output "*Test Statistics*" di atas, diketahui Asymp.Sig. (2-tailed) bernilai 0,063. Karena nilai 0,063 lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa "Ha ditolak". Artinya Tidak ada perbedaan antara nilai Pre Kontras dan Post Kontras. maka, dapat disimpulkan bahwa data tersebut dianggap tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara keseluruhan baik dari Nilai Metabolit pada MRS Pre-kontras - Nilai Metabolit pada MRS Post-kontras.

### **Keefektifan Untuk Menilai Metabolit antara dengan dan Tanpa Media Kontras pada Kasus SOL**

Dalam hasil uji yang dilakukan penulis terhadap data yang diperoleh, penulis dapat menyimpulkan bahwa dari 90 data pre dan post contrast terdapat 54 data negatif (N) yang artinya ke 54 mengalami penurunan nilai dari nilai Pre Kontras ke nilai Post Kontras. Mean Rank atau rata-rata penurunan tersebut adalah sebesar 46,47, sedangkan jumlah rangking negatif atau Sum of Ranks adalah sebesar 2509,50. Positive Ranks atau selisih (positif) antara nilai Pre Kontras dan Post Kontras. Disini terdapat 36 data positif (N) yang artinya ke 36 mengalami peningkatan nilai dari nilai Pre Kontras ke nilai Post Kontras. Jadi menurut Penulis rata-rata nilai metabolit yang tinggi terdapat pada pre kontras, ketika dilakukan pemasukan media kontras justru terjadi penurunan nilai yang cukup banyak dengan 54 data atau sekitar 60% dari data yang ada. Sehingga dari evaluasi yang penulis lakukan, penulis menentukan bahwa pemeriksaan MR-*Spectroscopy* pre kontras lebih baik dari post kontras.

### **Evaluasi Pergeseran Nilai Metabolit**

Dalam penelitian ini selain Penulis melihat pergeseran nilai metabolit, Penulis juga melakukan evaluasi keseluruhan terkait metabolit yang di uji. Penelitian ini terdapat cukup banyak pergeseran nilai yang ada pada pre dan post kontras. Terdapat 54 data yang menunjukkan terjadinya pergeseran nilai dari pre kontras ke post kontras. Pergeseran dari 54 data ini

merupakan penurunan nilai metabolit sedangkan sisanya terdapat 36 data yang terjadi pergeseran yaitu kenaikan nilai dari data *pre contrast* ke *post contrast*. mean Rank atau rata-rata penurunan tersebut adalah sebesar 46,47, sedangkan jumlah rangking negatif atau *Sum of Ranks* adalah sebesar 2509,50. Positif *Ranks* atau selisih (positif) antara nilai *pre contrast* dan *post contrast*.

Meskipun dalam data menunjukkan bahwa cukup signifikan data metabolit yang terjadi pergeseran penurunan dan kenaikan data metabolit, data uji willcoxon menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara pre kontras dan post kontras hal ini terjadi karena Berdasarkan output “Test Statistics” di atas, diketahui Asymp.Sig. (2-tailed) bernilai 0,063. Karena nilai 0,063 lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa “Ha ditolak”. Artinya Tidak ada perbedaan antara nilai *Pre contrast* dan *Post contrast*.

## KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan penelitian yang mendalam selama periode bulan april sampai bulan mei 2024, dengan menggunakan 15 sampel pasien yang dilakukan terdiri dari 90 total data pada pemeriksaan MR-*Spectroscopy* di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut: Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis tersebut terdapat pergeseran nilai metabolit yang terjadi pada MR-*Spectroscopy* dengan dan tanpa media kontras di instalasi radiologi RSUP Prof Ngoerah Denpasar. Pemeriksaan MR-*Spectroscopy* dengan dan tanpa media kontras tidak ditemukan perbedaan yang signifikan sehingga penulis dapat mengambil kesimpulan Ha di tolak dan H0 diterima. Perbedaan yang dapat dievaluasi dari pergeseran metabolit adalah adanya penurunan nilai dari pre kontras ke post kontras sebanyak 54 data atau (60%) dan terjadi kenaikan nilai dari pre kontras ke post kontras sebanyak 36 data atau (40%). Pemeriksaan MR-*Spectroscopy* lebih disarankan tanpa menggunakan media kontras karena memiliki grafik yang lebih baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada staff Akademik Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, RSUP Prof Ngoerah Denpasar dan siapa saja yang telah membantu, mendukung dan melancarkan pembuatan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daing, A. J., Zuhra, I., Sekedang, W., Putu, I., Juliantara, E., Bagus, I., Dharmawan, G., Radiodiagnostik, A., & Bali, R. (2023). *Perbandingan Nilai Metabolik Pada Mr-Spectroscopy Dengan Dan Tanpa Media Kontras Di Rsup Persahabatan Jakarta Timur*. 1(4), 41–53.
- Hafizhah, I. P., Techniques, R., & Semarang, P. K. (2019). *PROSEDUR PEMERIKSAAN MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY ( MRS ) CEREBRAL PADA KASUS GLIOBLASTOMA*. 74–78.
- Januari, N., Chandra, S., Putu, N., Jeniyanti, R., & Budiati, T. A. (2024). *Prosedur Teknik Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Pada Kasus Tumor Otak Di Instalasi Radiologi RS Pusat Pertamina Jakarta Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi ( ATRO Bali ), Indonesia Rumah Sakit Pusat Pertamina , Jakarta Untuk memastikan patologi dan untuk menegakkan diagnosa membutuhkan modalitas salah satu alat yang canggih di bidang Kedokteran yg didukung pada perangkat keras teknologi*. 2(1).
- Kousi, E., Tsougos, I., Vasiou, K., Theodorou, K., Poultsidi, A., Fezoulidis, I., & Kappas, C. (2012). *The cientific WorldJOURNAL Magnetic Resonance Spectroscopy of the Breast at*

- 3T: Pre- and Post-Contrast Evaluation for Breast Lesion Characterization*. 2012. <https://doi.org/10.1100/2012/754380>
- Kwok, W. E. (2022). *Basic Principles of and Practical Guide to Clinical MRI Radiofrequency Coils*. 898–918.
- Nilai, P., Pada, M., Variasi, P., Time, N., Pemeriksaan, E., Resonance, M., & Otak, S. (2019). *Jurnal Imejing Diagnostik*. 5, 111–118.
- Review, S. C. (2013). *Smart Computing Review A Review of Magnetic Resonance Imaging Techniques*. 3(5), 358–366. <https://doi.org/10.6029/smartcr.2013.05.006>
- Smith, J. K., Kwock, L., & Castillo, M. (2000). Effects of contrast material on single-volume proton MR spectroscopy. *American Journal of Neuroradiology*, 21(6), 1084–1089.
- Zaky, A., Novita Andriani, A., & Awal Bros Pekanbaru, Stik. (2020). *Journal of STIKes Awal Bros Pekanbaru. Ojs.Stikesawalbrospekanbaru.Ac.Id*, 2014, 41–47.
- Zuhra, I., Sekedang, W., Juliantara, I. P. E., Dharmawan, I. B. G., & Radiodiagnostik, A. (2023). *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 MR- Spektroskopi Multi-voxle*. 1(4).