

Analisis Perbandingan Hasil Spektrum *Magnetic Resonance Spectroscopy Brain* Dengan Variasi Ukuran *Volume of Interest* (VOI) Pada MRI Phillips 3T

Aunisa¹, Legia Prananto², Guntur Winarno³

^{1,2,3}Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jl. Hang Jebat III Blok F3, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan

Corresponding Author: Aunisa
e-mail: aunisa0614@gmail.com

ABSTRACT

Background: Technically, by applying MR Spectroscopy it possibly makes that signal from several numbers of different chemical compounds can be obtained, separated, and quantified in simultaneous way. In relation to which, the quantification of brain metabolites in 1H MRS depends on the separation of spectroscopy signal of each metabolites. In this matter, spectrum results will be influenced by the size of volume of interest. In this matter, volume of interest (VOI) is a specific area in the tissue, whereby the metabolites of which, are analyzed. This research aims to analyze the comparison of the results of brain MRS spectrum with the different variation of Volume of Interest (VOI) measurements in MRI Phillips 3T.

Methods: Design of this research applies quantitative method with experimental approach by using Philips Ingenia 3 Tesla MRI machine undertaken at radiology installation of Regional General Hospital Ciawi toward 11 brain MRI patients undergoing Magnetic Resonance Spectroscopy with the different variation size of Volume of Interest (VOI) namely $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ cm, $1.5 \times 3.0 \times 1.5$ cm, and $2.0 \times 2.0 \times 2.0$ cm.

Results: This research suggests that there is a different height of NAA, Choline, Creatine, and Glx metabolites whereas for Myo-inositol, Lipids and Lactate metabolites there is not any significant difference. Meanwhile for Full Width Half Maximum, there is a significant difference with different variation of volume of interest (VOI).

Conclusions: There is a significant difference in the height of metabolites NAA, Choline, Creatine, Glx (p value < 0,05), whereas for metabolites of Myo-Inositol, lipids, and Lactate (p value > 0,05) there were no significant differences at different variations of Volume of Interest (VOI). There is a significant difference with a p value of $0.000 < 0.05$ in the Full Width Half Maximum (FWHM) value with different Volume of Interest (VOI) variations where the highest average Full Width Half Maximum (FWHM) value is VOI C ($2.0 \times 2.0 \times 2,0$ cm) with an average of 21.476 followed by VOI B ($1.5 \times 3.0 \times 1.5$ cm) of 20.603 and the lowest average FWHM value is VOI A ($1.0 \times 1.0 \times 1.0$ cm) of 15.985 which means that the larger the size of the Volume of Interest (VOI), the higher the Full Width Half Maximum (FWHM) value will be. The size of the Volume of Interest (VOI) for the hippocampus area must be adjusted to the size of the patient's hippocampus because a size that is too large will cause unwanted areas to enter the Volume of Interest (VOI) and affect the spectrum results.

Keywords: Volume of interest; MRS; FWHM

Pendahuluan

MR Spectroscopy memungkinkan sinyal dari beberapa senyawa kimia yang berbeda dalam spektrum MR yang diperoleh, dipisahkan, dan dikuantifikasi secara bersamaan. Kuantifikasi yang akurat dari metabolit otak pada 1H MRS bergantung pada pemisahan sinyal spektroskopi masing-masing metabolit. Untuk memastikan sinyal metabolit yang diinginkan dapat dipisahkan dari sinyal noise diperlukan kualitas spektrum yang baik (Hangel et al.).

Hippocampus adalah pusat dari segala fungsi kognitif dan emosional. Perubahan dari struktur dan ukuran *hippocampus* sangat penting untuk menganalisis sejumlah patologi termasuk *sclerosis mesial* pada *epilepsy*, depresi, *skizofrenia*, dan penyakit *Alzheimer* (Anand and Dhikav).

Menurut Najib Allaili pada hasil penelitiannya menunjukkan MR Spectroscopy memiliki spesifitas 50% dan sensitivitas 96% untuk melokalisasi zona epileptogenik (*hippocampus* dan amigdala) dengan benar. MRS juga bermanfaat untuk

mengidentifikasi patologi neoplastik yang mendasari dan memprediksi kontrol kejang pada periode tingkat lanjut. Selain itu MRS juga lebih sensitif daripada pencitraan lain seperti PET dimana MRS memiliki sensitivitas dan spesifisitas dalam lokalisasi MTS di kedua lobus (Aun et al.).

Pada area *hippocampus* MR Spectroscopy sangat rawan terhadap artefak karena berdekatan dengan tulang *petrosus* dan sinus yang menyebabkan buruknya homogenitas medan magnet sehingga menghasilkan *linewidth* yang lebar dan resolusi spektral yang rendah namun jika menggunakan ukuran VOI yang kecil SNR nya akan terlalu rendah karena SNR meningkat dengan meningkatkan ukuran VOI (Rhodes).

Area *hippocampus* adalah daerah dengan perbedaan *susceptibility* yang besar, teknik *Single Voxel Spectroscopy* (SVS) lebih mudah dan lebih aman dibandingkan dengan teknik *multivoxel*. Ukuran VOI yang digunakan biasanya digunakan pada *single voxel spectroscopy* adalah $15 \times 15 \times 15$ mm, $20 \times 20 \times 20$ mm atau lebih besar (Mayani and Wibowo).

Pemilihan ukuran VOI sangat penting karena akan mempengaruhi SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) dan FWHM (*Full Width Half Maximum*). Semakin besar ukuran VOI memungkinkan SNR yang lebih tinggi dan menghasilkan spektrum yang lebih halus namun memiliki resolusi spasial yang lebih rendah (Mangrum et al.) (Dale et al.). Spektrum yang ideal diperoleh dengan *Volume of Interest* (VOI) yang tidak terlalu kecil atau besar, dan tidak berada di area perdarahan, kalsifikasi, tulang, atau udara. Nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) yang rendah akan menghasilkan tingkat homogenitas yang tinggi dihasilkan oleh *Volume of Interest* (VOI) yang kecil. Sebaliknya, ukuran VOI yang semakin besar akan menghasilkan nilai FWHM yang lebih tinggi dengan rendahnya tingkat homogenitas (*inhomogen*) (Mayani and Wibowo).

Berdasarkan praktek kerja lapangan penulis, ukuran VOI yang digunakan untuk MR spectroscopy berukuran $10 \times 10 \times 10$ mm. Menurut Kee-Hyun Chan (2000) ukuran *voxel* yang kecil ($1.0 \times 1.0 \times 1.0$ cm) mempunyai SNR yang lebih rendah dibandingkan ukuran *voxel* yang besar ($2.0 \times 2.0 \times 1.5$ cm) (Chang et al.).

Metode

Desain yang digunakan untuk penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan ekperimental dengan membandingkan tiga variasi ukuran *Volume of Interest* (VOI) terhadap nilai metabolit pada area *hippocampus*. Populasi pada penelitian ini

adalah pasien yang menjalani MRI Brain di instalasi radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Ciawi sebanyak 22 pasien.

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang dikumpulkan secara langsung pada bulan Mei 2024. Data tersebut berupa hasil pengukuran nilai metabolit pada pasien yang telah memenuhi kriteria inklusi dan menjalani MR Spectroscopy dengan variasi ukuran VOI yang berbeda sebanyak 11 pasien.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2024 di RSUD Ciawi menggunakan pesawat MRI Phillips Ingenia 3 Tesla. Penelitian ini dilakukan pada pasien yang melakukan pemeriksaan MRI *Brain* tanpa kontras di RSUD Ciawi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yaitu sebanyak 11 sampel menggunakan pesawat MRI 3 Tesla.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan SV_PRESS_35 dengan variasi VOI VOI $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm, $1,5 \times 3,0 \times 1,5$ cm, dan $2,0 \times 2,0 \times 2,0$ cm yang ditempatkan pada area *hippocampus* dengan menggunakan parameter yang sama pada setiap ukuran *Volume of Interest* (VOI) yaitu *Time Echo* (TE) = 35, *Time Repetition* (TR) = 2000, dan *Flip angle* = 90° . Lokalisasi dilakukan pada tiga bidang *axial*, *coronal* dan *sagittal* yang sudah dibuat sebelumnya. Parameter yang digunakan pada penelitian ini sama yang membedakan hanya pada ukuran *volume of interest*. Berikut *planning* untuk pemeriksaan *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) pada area *hippocampus* :

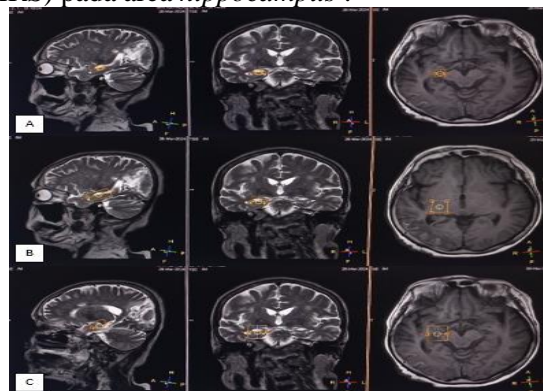


Fig. 1. A. Planning VOI A, B. Planning VOI B, C. Planning VOI C. (Sumber, MRI Philips 3T Ingenia RSUD Ciawi)

Berikut merupakan Hasil spektrum pada ukuran VOI A ditunjukkan pada Gambar 4.8, VOI B ditunjukkan pada Gambar 4.9, VOI C ditunjukkan pada Gambar 4.10.

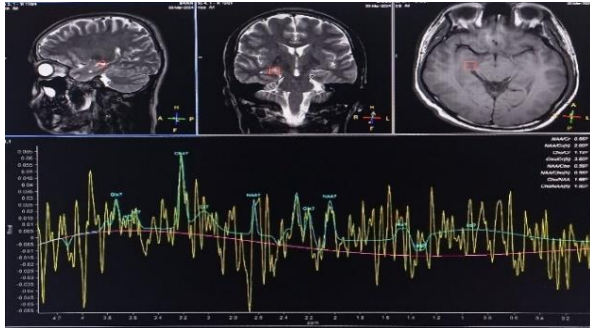


Fig. 2. Hasil Spektrum MRS dengan Ukuran VOI $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm (VOI A)

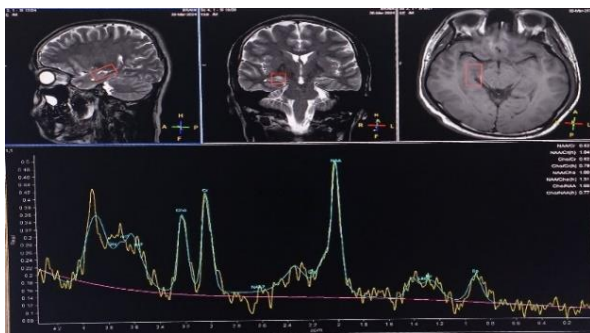


Fig. 3. Hasil Spektrum MRS dengan Ukuran VOI $1,5 \times 3,0 \times 1,5$ cm (VOI B)

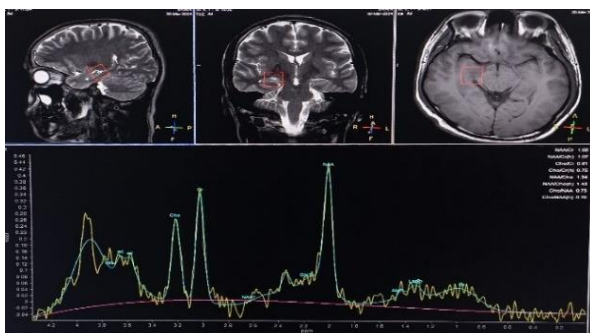


Fig. 4. Hasil Spektrum MRS dengan Ukuran VOI $2,0 \times 2,0 \times 2,0$ cm (VOI C)

Hasil spektrum pada *Volume of Interest* (VOI) A ($1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm) menunjukkan *signal to noise* yang rendah dimana *noise* pada ukuran VOI ini tampak lebih tinggi. Namun spektrum yang dihasilkan tampak lebih tajam dan spektrum tiap metabolit tampak mudah untuk dibedakan. Spektrum dengan ukuran *Volume of Interest* (VOI) sebesar $1,5 \times 3,0 \times 1,5$ cm dan *Volume of Interest* (VOI) sebesar $2,0 \times 2,0 \times 2,0$ cm *signal to noise* tampak lebih tinggi dibandingkan dengan spektrum dengan *Volume of Interest* (VOI) yang berukuran $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm. Namun karena FWHM yang tinggi pada ukuran *Volume of Interest* (VOI) sebesar $2,0 \times 2,0 \times 2,0$ cm sehingga spektrum tampak resolusi spektral menurun yang menunjukkan puncak metabolit tampak lebih lebar.

a) Ketinggian Spektrum Metabolit

Ketinggian puncak spektrum akan berhubungan dengan konsentrasi metabolit tersebut. Pada penelitian ini nilai metabolit yang diamati adalah NAA, *choline*, *creatine*, *myo-inositol*, *glx*, *lipid* dan *lactate* dimana ketujuh metabolit ini biasa digunakan oleh dokter spesialis radiologi interpretasi hasil spektrum.

Table 1. Hasil Rata-Rata Ketinggian Nilai Metabolit pada Variasi VOI A VOI B dan VOI C.

Metabolit	VOI A	VOI B	VOI C
NAA	0,062±1,0	0,062±1,0	0,062±1,0
Choline	0,059±1,0	0,059±1,0	0,059±1,0
Creatine	0,052±1,0	0,052±1,0	0,052±1,0
Myo-Inositol	0,016±0,97	0,016±0,45	0,016±0,19
Glx	0,047±0,06	0,047±0,06	0,047±0,04
Lipid	0,037±0,07	0,037±0,06	0,037±0,24
Lactate	0,002±0,03	0,002±0,06	0,002±0,015

Nilai rata-rata nilai metabolit didapatkan dari pengukuran sebanyak 3 kali pada sampel yang sama. Setelah didapatkan nilai ketinggian metabolit berdasarkan ukuran VOI yang berbeda pada 11 sampel. Kemudian data ketinggian metabolit akan dilakukan pengujian statistika menggunakan software SPSS 25.

Table 2. Hasil Uji Normalitas Pada Nilai Metabolit.

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Nilai Metabolit <i>N-Acetylaspartate</i> VOI A	0,934	11	0,455*
Nilai Metabolit <i>N-Acetylaspartate</i> VOI B	0,942	11	0,548*
Nilai Metabolit <i>N-Acetylaspartate</i> VOI C	0,940	11	0,520*
Nilai Metabolit <i>Choline</i> VOI A	0,966	11	0,848*
Nilai Metabolit <i>Choline</i> VOI B	0,889	11	0,137*
Nilai Metabolit <i>Choline</i> VOI C	0,860	11	0,057*
Nilai Metabolit <i>Creatine</i> VOI A	0,943	11	0,552
Nilai Metabolit <i>Creatine</i> VOI B	0,943	11	0,048
Nilai Metabolit <i>Creatine</i> VOI C	0,847	11	0,039
Nilai Metabolit <i>Myo-Inositol</i> VOI A	0,897	11	0,171
Nilai Metabolit <i>Myo-Inositol</i> VOI B	0,920	11	0,321
Nilai Metabolit <i>Myo-Inositol</i> VOI C	0,850	11	0,043
Nilai Metabolit <i>Glutamine</i> dan <i>Glutamate</i> VOI A	0,639	11	0,000
Nilai Metabolit <i>Glutamine</i> dan <i>Glutamate</i> VOI B	0,915	11	0,280

Nilai Metabolit <i>Glutamine</i> dan <i>Glutamate</i> VOI C	0,934	11	0,454
Nilai Metabolit <i>Lipid</i> VOI A	0,487	11	0,000
Nilai Metabolit <i>Lipid</i> VOI B	0,942	11	0,549
Nilai Metabolit <i>Lipid</i> VOI C	0,474	11	0,000
Nilai Metabolit <i>Lactate</i> VOI A	0,852	11	0,045
Nilai Metabolit <i>Lactate</i> VOI B	0,792	11	0,007
Nilai Metabolit <i>Lactate</i> VOI C	0,442	11	0,000

Singkatan ; VOI, *Volume of interest*; (sumber: Output SPSS Versi 25)

* 3 kelompok data berdistribusi normal

Pada Table 2. ditampilkan nilai uji normalitas pada setiap metabolit dimana nilai metabolit *N-acetylaspartate*, *choline*, *creatine*, *myo-inositol*, *glutamine* dan *glutamate*, *lipid*, dan *lactate* dimana untuk data dengan nilai sig > 0,05 dilanjutkan uji statistik parametrik yaitu uji *repeated measure anova* sedangkan untuk metabolit lainnya menggunakan uji *friedman*.

Table 3. Hasil Output SPSS 25 *Mauchly's Test of Sphericity* Metabolit NAA Dengan Variasi VOI yang Berbeda.

<i>Mauchly's Test of Sphericity^a</i>				
<i>Within Subjects Effect</i>	<i>Mauchly's W</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Ukuran_VOI	0,720	2,958	2	0,228

Singkatan ; VOI, *Volume of interest*; (sumber: Output SPSS Versi 25)

Table 4. Hasil Output SPSS 25 *Tests of Within-Subjects Effects* Metabolit NAA dengan Variasi VOI yang Berbeda.

<i>Tests of Within-Subjects Effects</i>					
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Ukuran_VOI	<i>Sphericity Assumed</i> 0,568	2	0,284	68,312	0,000

Table 3. menunjukkan ketinggian metabolit NAA dengan variasi *Volume of Interest* (VOI) menghasilkan nilai p value 0,228 > 0,05 yang menunjukkan asumsi *sphericity* terpenuhi. Pada Table 4. menunjukkan hasil *output Tests of Within-Subjects Effects* dimana nilai p value *sphericity assumed* sebesar 0,000 < 0,05 yang dapat disimpulkan bahwa H0 ditolak artinya ada perbedaan yang signifikan ketinggian nilai metabolit NAA dengan variasi VOI yang berbeda.

Table 5. Hasil Output SPSS 25 *Mauchly's Test of Sphericity* Metabolit *Choline* Dengan Variasi VOI yang Berbeda.

<i>Mauchly's Test of Sphericity^a</i>				
<i>Within Subjects Effect</i>	<i>Mauchly's W</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Ukuran_VOI	0,476	6,677	2	0,035

Table 6. Hasil Output SPSS 25 *Tests of Within-Subjects Effects* Metabolit *Choline* dengan Variasi VOI yang Berbeda.

<i>Tests of Within-Subjects Effects</i>					
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Ukuran_VOI	<i>GG</i> 0,269	1,313	0,205	43,981	0,000

Table 5. menunjukkan hasil ketinggian metabolit *choline* dengan variasi *Volume of Interest* (VOI) menghasilkan nilai p value 0,035 < 0,05 yang menunjukkan *oasumsi sphericity* tidak terpenuhi sehingga pengambilan keputusan, akan mengacu pada nilai *Greenhouse-Geisser* Pada Table 6. dimana nilai p value *Greenhouse-Geisser* sebesar 0,000 < 0,05 yang dapat disimpulkan bahwa H0 ditolak artinya ada perbedaan yang signifikan ketinggian nilai metabolit *choline* dengan variasi VOI yang berbeda.

Table 7. Hasil Uji *Friedman* Metabolit *Creatine*, *Myo-Inositol*, *Glx*, *Lipid*, *Lactate*.

Metabolit	Ukuran VOI	N	Mean Rank	df	Chi-Square	P value
<i>Creatine</i>	VOI A_Cr	11	1,18			
	VOI B_Cr	11	2,41	2	11,302	0,004
	VOI C_Cr	11	2,41			
<i>Myo-Inositol</i>	VOI A_ml	11	2,09			
	VOI B_ml	11	1,59	2	3,116	0,211
	VOI C_ml	11	2,32			
<i>Glx</i>	VOI A_Glx	11	1,36			
	VOI B_Glx	11	2,55	2	8,190	0,017
	VOI C_Glx	11	2,09			
<i>Lipid</i>	VOI A_Lip	11	1,73			
	VOI B_Lip	11	2,18	2	1,333	0,513
	VOI C_Lip	11	2,09			
<i>Lactate</i>	VOI A_Lac	11	1,68			
	VOI B_Lac	11	1,86	2	4,270	0,118
	VOI C_Lac	11	2,45			

Pada Tabel 7. Menunjukkan perbedaan yang signifikan pada ketinggian metabolit *myo-inositol*, *lipid* dan *lactate* menunjukkan nilai p value > 0,05 yang menegaskan tidak ada

perbedaan yang signifikan dengan variasi *Volume of Interest* (VOI) yang berbeda yang dikarenakan sampel yang digunakan terlalu homogen, sedangkan metabolit NAA, *choline*, *creatine*, dan Glx menunjukkan nilai *p value* < 0,05 yang menegaskan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ketinggian metabolit dengan variasi *Volume of Interest* (VOI) yang berbeda. Sehingga metabolit NAA, *choline*, *creatine*, dan Glx dapat dilanjutkan dengan uji *post hoc* sebagai berikut :

Table 8. Rata-Rata Ketinggian Nilai Metabolit Berdasarkan Ukuran *Volume of Interest* (VOI).

Rata-Rata Ketinggian Nilai Metabolit Berdasarkan Ukuran <i>Volume Of Interest</i> (VOI)			
Metabolit	Ukuran VOI	P Value	Kesimpulan
NAA	VOI A vs VOI B	0,00	Berbeda
	VOI A vs VOI C	0,00	Berbeda
	VOI B vs VOI C	0,571	Tidak berbeda
<i>Choline</i>	VOI A vs VOI B	0,00	Berbeda
	VOI A vs VOI C	0,00	Berbeda
	VOI B vs VOI C	1,00	Tidak berbeda
<i>Creatine</i>	VOI A vs VOI B	0,04	Berbeda
	VOI A vs VOI C	0,04	Berbeda
	VOI B vs VOI C	1,00	Tidak berbeda

Berdasarkan *post hoc test* (Table 8.) pada ketinggian metabolit NAA, *choline* dan *creatine* VOI A vs VOI B dan VOI A vs C terdapat perbedaan yang signifikan sedangkan untuk VOI B vs VOI C menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan,

b) Nilai Full Width Half Maximum (FWHM)

Nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) dalam *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS) menentukan kualitas dari spektrum dimana FWHM mengukur lebar puncak pada setengah maksimum intensitas puncak dimana nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) yang semakin rendah maka kualitas spektrum akan semakin meningkat dan semakin besar nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) akan menyebabkan penurunan resolusi spektrum dimana puncak spektrum akan semakin lebar dan menyebabkan sinyal setiap metabolit sulit untuk dibedakan.

Table 9. Rata-Rata Nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM).

Sampel	Nilai <i>Full Width Half Maximum</i> (FWHM)		
	VOI A	VOI B	VOI C
1.	17.58	21.49	21.49
2.	9.77	11.72	13.68

3.	13.68	17.58	17.58
4.	15.63	23.45	23.45
5.	21.49	21.49	23.45
6.	15.63	17.58	17.58
7.	17.58	19.54	21.49
8.	15.63	27.35	29.31
9.	15.63	21.49	19.45
10.	15.63	21.49	19.54
11.	17.58	23.45	29.31
Rata-Rata	15,985	20,603	21,476
SD	1,00	1,00	1,00

Keterangan :

VOI A = *Volume of interest* dengan ukuran (1,0 × 1,0 × 1,0 cm)

VOI B = *Volume of interest* dengan ukuran (1,5 × 3,0 × 1,5 cm)

VOI C = *Volume of interest* dengan ukuran (2,0 × 2,0 × 2,0 cm)

FWHM = Nilai *Full Width Half Maximum*

Hasil rata-rata nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) dengan Variasi VOI yang berbeda dimana nilai rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh VOI C dengan rata-rata sebesar 21,476 diikuti dengan VOI B sebesar 20,603 dan rata-rata terendah adalah VOI A sebesar 15,985 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar ukuran *Volume of Interest* (VOI) akan semakin tinggi nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM). Setelah dilakukan pencatatan nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) akan dilakukan pengujian statistika menggunakan *software* SPSS 25 yang dimulai dengan dilakukannya uji normalitas pada nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) sebagai berikut :

Table 10. Hasil Uji Normalitas Nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM).

FWHM	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
VOI A_FWHM	0,892	11	0,145
VOI B_FWHM	0,928	11	0,389
VOI C_FWHM	0,938	11	0,497

Singkatan : VOI, *Volume of Interest*; FWHM, Nilai *Full Width Half Maximum* (sumber: Output SPSS Versi 25)

Setelah dilakukan uji normalitas pada nilai FWHM Pada Table 10. menunjukkan nilai *sig.* VOI A_FWHM 0,145 > 0,05, *sig.* VOI B_FWHM 0,389 > 0,05, *sig.* VOI C_FWHM 0,497 > 0,05 yang menunjukkan bahwa data mengikuti berdistribusi normal akan dilakukan uji statistik parametrik dengan metode *repeated measure anova*.

Table 11. Hasil Output SPSS 25 *Mauchly's Test of Sphericity* Nilai *Full Width Half Maximum* (FWHM) dengan Variasi VOI yang berbeda.

Mauchly's Test of Sphericity ^a				
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.
Ukuran_VOI	0,671	3,592	2	0,166

Singkatan ; VOI, Volume of Interest (sumber: Output SPSS Versi 25)

Table 12. Hasil Output SPSS 25 Tests of Within-Subjects Effects Nilai Full Width Half Maximum (FWHM) dengan Variasi VOI yang Berbeda.

Tests of Within-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Ukuran_VOI	191,587	2	95,794	18,504	0,000	Sphericity Assumed
	7	3		4	0	

Singkatan ; VOI, Volume of Interest (sumber: Output SPSS Versi 25)

Table 11. menunjukkan nilai Full Width Half Maximum (FWHM) dengan variasi Volume of Interest (VOI) menghasilkan nilai p value 0,116 > 0,05 yang menunjukkan asumsi sphericity terpenuhi. Pada Table 12. menunjukkan hasil output Tests of Within-Subjects Effects dimana nilai p value sphericity assumed 0,000 < 0,05 yang dapat disimpulkan bahwa H0 ditolak artinya ada perbedaan yang signifikan nilai Full Width Half Maximum (FWHM) dengan variasi VOI yang berbeda sehingga dapat dilanjutkan dengan post hoc Untuk mengetahui ukuran VOI mana yang memiliki perbedaan yang signifikan terhadap nilai Full Width Half Maximum (FWHM) sebagai berikut :

Table 13. Rata-Rata Nilai Full Width Half Maximum (FWHM) Berdasarkan Ukuran Volume of Interest (VOI).

Rata-Rata Nilai FWHM Berdasarkan Ukuran Volume of Interest (VOI)		
Ukuran VOI	P Value	Kesimpulan
VOI A vs VOI B	0,03	Berbeda
VOI A vs VOI C	0,03	Berbeda
VOI B vs VOI C	0,667	Tidak berbeda

Berdasarkan post hoc test Table 13. VOI A vs VOI B dan VOI A vs VOI C menunjukkan perbedaan yang signifikan pada nilai Full Width Half Maximum (FWHM) sedangkan pada ukuran VOI B vs VOI C tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai Full Width Half Maximum (FWHM).

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa ukuran Volume of Interest (VOI) yang berbeda akan mempengaruhi nilai Full Width Half Maximum (FWHM) secara signifikan karena Volume of

Interest (VOI) yang lebih besar akan mencakup jaringan yang lebih besar sehingga akan mencakup lebih banyak sinyal. Semakin besar area Volume of Interest (VOI) akan menyebabkan ketidakhomogenan medan magnet karena setiap Jaringan memiliki permeabilitas yang berbeda terhadap medan magnet. Ketika Volume of Interest (VOI) yang digunakan semakin besar akan memasukan area dengan material atau jaringan yang berbeda lebih banyak dan menyebabkan meningkatkan variasi medan magnet internal yang meningkatkan inhomogenitas medan magnet.

Simpulan

1. Terdapat perbedaan yang signifikan pada ketinggian metabolit NAA (p value 0,000 < 0,05), Choline (p value 0,000 < 0,05), Creatine (p value 0,004 < 0,05), dan Glx (p value 0,017 < 0,05), sedangkan untuk metabolit Myo-Inositol (p value 0,211 > 0,05), lipid (p value 0,513 > 0,05) dan Lactate (p value 0,118 > 0,05) tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi Volume of Interest (VOI) yang berbeda.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai p value 0,000 < 0,05 pada nilai Full Width Half Maximum (FWHM) dengan variasi Volume of Interest (VOI) yang berbeda dimana rata-rata nilai Full Width Half Maximum (FWHM) tertinggi pada adalah VOI C (2,0 × 2,0 × 2,0 cm) dengan rata-rata sebesar 21,476 diikuti VOI B (1,5 × 3,0 × 1,5 cm) sebesar 20,603 dan nilai rata-rata nilai FWHM terendah adalah VOI A (1,0 × 1,0 × 1,0 cm) sebesar 15,985 yang artinya semakin besar ukuran Volume of Interest (VOI) nilai Full Width Half Maximum (FWHM) akan semakin tinggi.
3. Ukuran Volume of Interest (VOI) untuk area hippocampus harus disesuaikan dengan ukuran hippocampus pasien karena ukuran vol Volume of Interest (VOI) yang terlalu besar akan menyebabkan area yang tidak diinginkan masuk kedalam Volume of Interest (VOI) dan mempengaruhi hasil spektrum.

Daftar Pustaka

- Anand, Kuljeet, and Vikas Dhikav. "Hippocampus in Health and Disease: An Overview." *Annals of Indian Academy of Neurology*, vol. 15, no. 4, 2012, pp. 239–46, <https://doi.org/10.4103/0972-2327.104323>.
- Aun, Abdel Aziz Kamal, et al. "Role of Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) in Nonlesional Temporal Lobe Ep Ilepsy."

- Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, vol. 47, no. 1, 2016, pp. 217–31, <https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2015.09.008>.
- Chang, Kee Hyun, et al. “Usefulness of Single Voxel Proton MR Spectroscopy in the Evaluation of Hippocampal Sclerosis.” *Korean Journal of Radiology*, vol. 1, no. 1, 2000, pp. 25–32, <https://doi.org/10.3348/kjr.2000.1.1.25>.
- Dale, Brian M., et al. *MRI Basic Principles and Applications*. 5th Editio, John Wiley & Sons, Ltd, 2015.
- Hangel, Gilbert, et al. “Emerging Methods and Applications of Ultra-High Field MR Spectroscopic Imaging in the Human Brain.” *Analytical Biochemistry*, vol. 638, no. July 2021, 2022, p. 114479, <https://doi.org/10.1016/j.ab.2021.114479>.
- Mangrum, Wells, et al. “Duke Review Of MRI Physics.” *Journal of Chemical Information and Modeling*, edited by Yousem David M, 2nd editio, vol. 53, no. 9, Elsevier, Inc., 2019.
- Mayani, Anita Nur, and Gatot Murti Wibowo. *Analisis Pemilihan Region of Interest (ROI) Pada Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)*. no. 2, 2016, pp. 137–41.
- Rhodes, Christopher J. “Magnetic Resonance Spectroscopy.” *Science Progress*, vol. 100, no. 3, 2017, pp. 241–92, <https://doi.org/10.3184/003685017x14993478654307>.