

Pengukuran Nilai Metabolit Pada Penggunaan Variasi Nilai Time Echo Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Otak

Agi Febrian Trihadijaya¹⁾, Bagus Abimanyu¹⁾, Darmini¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

e-mail : agifebrian@gmail.com

Received: Mei 31th, 2019; Revised: July 06th, 2019; Accepted: July 09th, 2019

ABSTRACT

Background: Application of MRS to measure the N-Acetyl Aspartate (NAA) content in the tumor, stroke, and epilepsy. Time echo is an important parameter which affects the metabolite spectrum. Measurement of metabolic value using variants of TE which is 35, 144, 288 ms. The purpose of this research to know the measurable metabolic which use of variants of TE and to know which TE has shown the smallest difference with normal metabolic value.

Methods: This research is a quantitative descriptive method. subject research is Radiographer have enough experience in MRI. Samples using 10 person which is probands. The acquisition three times on right temporal lobe with TE value 35, 144 and 288 ms. The measurable metabolic aspect which will be evaluated is N-Acetyl aspartate (NAA), Choline (Cho) and Creatine (Cr). Processing data and analysis is done by calculating the spectroscopy spectrum intensity.

Results: Results of measurable metabolites is the longer TE use so the metabolic spectrum will be decreased on NAA, Cr. and Cho. Then on the calculate of metabolic value difference with normal metabolic value, the longer TE will be increased on NAA, Cr, and Cho.

Conclusion: Using TE 35 ms on MRS will obtain the metabolic spectrum which closes to normal metabolic value. But, short TE unable to show the Lactate spectrum in case of brain tissue abscess, so it's required to scanning using TE 35 ms and 144 ms or 288 ms as a comparison to get more accurate measurable metabolic value.

Keywords: MRS; Metabolic value; Time Echo value

Pendahuluan

Pencitraan Resonansi Magnetik atau Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan salah satu pemeriksaan diagnostik dalam ilmu kedokteran khususnya Radiologi, yang menghasilkan gambaran potongan tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet dan tanpa menggunakan sinar X sebagai radiasi pengion. Pesawat MRI dikategorikan berdasarkan jenis medan magnet dan kekuatan medan magnet yang dihasilkan, yang dinyatakan dalam satuan Tesla. Generasi yang terbaru saat ini adalah MRI dengan pembangkitan medan magnet atau super-conductor dengan kekuatan 1,5 - 3 Tesla. Besarnya kuat medan magnet tersebut akan mempengaruhi kemampuan dalam pencitraan seperti hasil resolusi gambar, menurunkan scan time dan mampu mencitrakan fungsional jaringan.

Salah satu contoh pencitraan fungsional adalah Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS). Magnetic Resonance Spectroscopy adalah metode dalam MRI yang digunakan untuk mengukur nilai

kimia pada jaringan (biopsy elektronik). Prinsipnya dengan cara mencatat dan mengevaluasi sinyal dari metabolit jaringan (metabolic peak) yang dihasilkan oleh frequency shift (dalam satuan parts per million, ppm). Magnetic Resonance Spectroscopy in vivo dapat dilakukan dengan cara mengeksitasi proton pada atom ¹H (hidrogen), ²³Na (natrium) dan ³¹P (fosfor), namun hanya proton pada atom hidrogen yang menghasilkan Signal to Noise Ratio (SNR) yang lebih baik. Saat ini pemeriksaan MRS dapat dilakukan pada otak, payudara dan prostat. Aplikasi MRS ini meliputi evaluasi perubahan biokimia maupun gangguan metabolit pada area yang diperiksa.

Salah satu aplikasi MRS sangat sering dilakukan sebagai pendukung hasil diagnose MRI otak. Fungsi MRS ini sendiri adalah untuk menilai perubahan biokimia terutama kandungan N-acetyl aspartate (NAA) dalam tumor, stroke dan epilepsy serta menganalisis adanya infeksi pada jaringan otak. Kasus gangguan metabolit ditandai dengan penurunan spektrum NAA dan sering kali disertai peningkatan spektrum laktat yang menandai adanya infeksi pada area otak. N-acetyl aspartate

(NAA) merupakan komponen utama dalam metabolisme sistem syaraf yang di-sintesis dari aspartate dan acetyl-coenzyme-A di dalam neuron. Fungsi utama dari NAA di dalam otak sebagai cell signaling dan substansi yang penting untuk interaksi sel otak dalam mengendalikan sistem syaraf. Sehingga penurunan kandungan NAA dapat berpengaruh besar terhadap kinerja sistem syaraf di otak. Ochoa (2017) menambahkan bahwa pengukuran kandungan NAA dengan menggunakan MRS bertujuan untuk menganalisis fungsi otak. Selain itu, pengukuran ini juga bermanfaat untuk menentukan pengobatan yang sesuai serta sebagai pengukuran staging dan follow-up pada kasus-kasus keganasan seperti tumor maupun kanker.

Pemeriksaan MRS menurut Reiser (2013) sangat dipengaruhi oleh pengaturan nilai Time Echo (TE). Penggunaan TE pendek 35 ms akan menghasilkan spektrum metabolit yang lebih detail dan kompleks, karena dapat menampilkan spectrum metabolit dengan waktu T2 panjang maupun pendek seperti myo-inositol (mI), Glutamate- Glutamine (Glx) dan lipid, yang seharusnya sudah menghilang pada TE yang lebih lama. Penggunaan TE medium 144 ms atau TE panjang 288 ms merupakan nilai TE yang sering diaplikasikan pada kasus-kasus di otak. Nilai TE medium atau panjang akan menghasilkan spektrum dengan baseline yang datar terlebih pada TE 288 ms dan hanya ada tiga metabolit yang terdeteksi pada kondisi normal yaitu Choline (Cho), Creatine (Cr) dan N-acetyl aspartate (NAA), hal ini disebabkan TE panjang hanya akan mendeteksi kandungan metabolit dengan relaksasi T2 panjang. Selain itu, TE 144 ataupun 288 mampu menampilkan spectrum laktat jika terdapat patologi berupa abses pada area yang dilakukan scanning karena nilai TE 144 atau 288 ms merupakan nilai TE yang dapat menginversi sinyal laktat tersebut. Namun Hashemi (2010) menambahkan bahwa semakin panjang nilai TE, maka akan menurunkan puncak spectrum dari hasil MR Spectroscopy. Sehingga metabolit dengan waktu T2 yang pendek akan hilang dan metabolit dengan waktu T2 yang panjang akan menurun puncak spektrumnya seiring dengan bertambahnya nilai TE.

Rumah Sakit Pusat Pertamina (RSPP) memiliki fasilitas MRI dengan medan magnet yang dibangkitkan atau super-conductor berkekuatan 3 Tesla. Medan magnet dengan kekuatan 3 Tesla ini sudah mampu melakukan pemeriksaan MRS. Aplikasi MRS di RSPP dilakukan pada otak dengan berbagai kasus seperti tumor, kanker,

epilepsy, alzheimer, dementia, dan kasus-kasus gangguan metabolit lainnya yang memungkinkan untuk dilakukan analisis dengan menggunakan MRS. Parameter nilai TE yang digunakan di RSPP ialah TE pendek 35 ms pada semua kasus. Penggunaan nilai TE ini berbeda dengan penggunaan nilai TE yang sering digunakan pada aplikasi MRS dengan kasus-kasus di otak, yaitu TE medium 144 ms atau TE panjang 288 ms. Alasan penggunaan TE 35 ms di RSPP ini karena peaks dari semua spektrum yang dihasilkan akan turun, seiring dengan bertambahnya nilai TE yang digunakan dan noise level akan meningkat. Sehingga penggunaan TE pendek dinilai lebih sensitif untuk menilai rasio metabolit NAA/Cho dan NAA/Cr meskipun pada TE pendek dihasilkan pula spektrum metabolit lainnya. Selanjutnya di rumah sakit lainnya yang juga menerapkan MRS pada kasus-kasus di otak yaitu Rumah Sakit Santo Borromeus (RSSB). Aplikasi MRS pada otak di RSSB menggunakan TE medium 144 ms. Tidak ada alasan khusus mengenai penggunaan TE medium 144 ms di RSSB ini, hanya saja TE 144 ms akan menghasilkan peaks metabolit NAA, Cho dan Cr yang mana ketiga peaks ini adalah metabolit yang akan dievaluasi. Sehingga berapa nilai metabolit terukur dari penggunaan variasi nilai TE serta nilai TE manakah yang mampu memperlihatkan selisih terkecil terhadap nilai metabolit normal pada pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy otak.

Sebagai calon tenaga medis yang akan menjadi partner kerja Dokter Radiologi, kita harus mampu menyajikan informasi selengkap-lengkapnyanya dengan hasil maksimal guna mendapatkan hasil diagnosa yang tepat dan rinci bagi pasien. Hasil diagnosa yang demikian, diharapkan dapat membantu dokter penanggung jawab pasien (DPJP) dalam menentukan perawatan dan pengobatan pasien. Oleh sebab itu, berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk membahas topik ini dan bermaksud mengangkat topik ini dalam bentuk skripsi yang berjudul "Pengukuran Nilai Metabolit pada Penggunaan Variasi Nilai Time Echo Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy Otak".

Metode

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif untuk menjelaskan berapa nilai metabolit terukur dari penggunaan variasi nilai time echo serta menggambarkan nilai time echo manakah yang mampu memperlihatkan selisih terkecil terhadap nilai metabolit normal pada

pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy otak sehat pada 10 sampel penelitian.

Sampel penelitian selanjutnya dilakukan 3 kali scan dengan menggunakan 3 Time Echo (TE) yang berbeda pada pemeriksaan MRS. Nilai TE tersebut terdiri dari TE pendek 35 ms, TE medium 144 ms dan TE Panjang 288 ms dengan nilai TR yang sama pada semua scan, yaitu 2.000 ms. Voxel MRS diletakkan pada regio hippocampus kanan dengan menggunakan akuisisi Single Voxel Spectroscopy (SVS) dan ukuran voxel yang digunakan yaitu 2.0 x 1.2 x 1.2 cm. Hasil dari scan akan didapatkan spektrum metabolit serta nilai metabolit terukur. Nilai metabolit yang dilakukan evaluasi pengukuran dan perhitungan nilai selisih ialah metabolit N- Acetyl Aspartate (NAA), Choline (Cho) dan Creatine (Cr).



Gambar 1. Letak Voxel pada daerah hippocampus kanan, potongan coronal untuk mengatur posisi voxel anteroposterior dan potongan axial untuk mengatur posisi voxel lateromedial.

Data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas spektrum metabolit untuk mendapatkan nilai metabolit terukur. Untuk mendapatkan intensitas spektrum, dapat menggunakan rumus Peak Integration (Stagg, 2014), dengan menjumlahkan lebar spektrum (width) dan tinggi spektrum (height) kemudian dikalikan dengan volume (spectral resolution). Kemudian nilai metabolit terukur tersebut dimasukkan kedalam tabel nilai metabolit terukur. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai metabolit terukur dengan nilai normal metabolit. Tujuan dari perbandingan ini untuk mendapatkan selisih nilai metabolit terukur terhadap nilai normal metabolit. Selain itu, data hasil pengukuran disajikan pula dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam analisis data.

Data yang telah diolah kemudian akan dilakukan analisis data dengan teknik non-statistik jenis analisis univariate atau analisis deskriptif, yang bertujuan untuk menjelaskan dan mendeskripsikan karakteristik setiap variable penelitian. Setelah dilakukan analisis data, maka

hasil analisis tersebut akan ditarik kesimpulan dan diperkuat dengan asumsi-asumsi yang peneliti peroleh dalam proses penelitian ini.

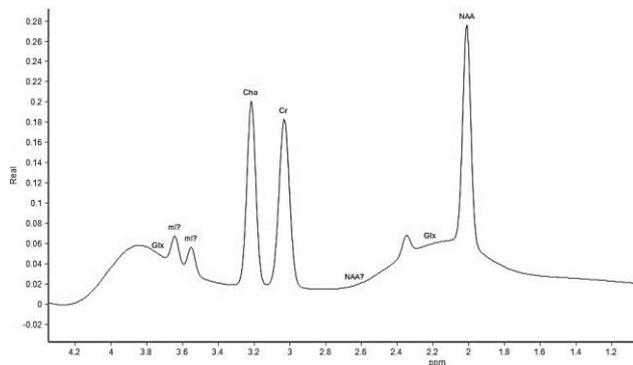
Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pusat Pertamina Jakarta pada bulan Maret 2018, diperoleh hasil pengukuran metabolit otak pada area salah satu hippocampus. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Magnetic Resonance Spectroscopy atau MRS dengan menggunakan 3 variasi nilai Time Echo (TE) yaitu 35 ms, 144 ms dan 288 ms pada. Data hasil penelitian diperoleh dari 10 sukarelawan sebagai sampel penelitian, sehingga didapatkan 30 data hasil pengukuran. Pengukuran nilai metabolit dengan menggunakan MRS akan menghasilkan grafik metabolit, waktu scan dan nilai metabolit terukur.

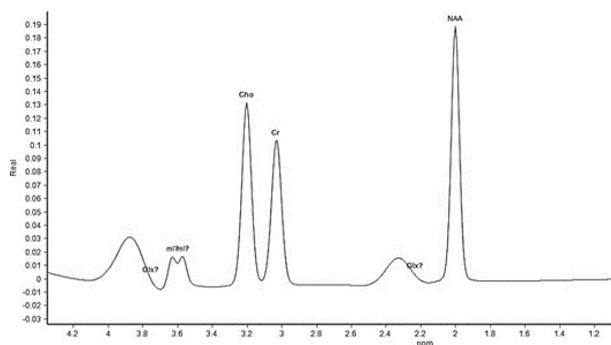
Grafik Metabolit

Grafik metabolit akan menunjukkan kandungan metabolit pada otak secara visual. Grafik metabolit dari jaringan yang diperiksa, dalam penelitian ini menggunakan jaringan otak pada area salah satu hippocampus. Ketinggian puncak grafik pada hasil pengukuran dipengaruhi oleh panjang atau pendeknya nilai Time Echo, sehingga dari penelitian ini yang menggunakan 3 variasi nilai TE panjang 288 ms, medium 144 ms dan 35 ms, diharapkan dapat menampilkan ketinggian grafik yang berbeda-beda. Berikut ini merupakan grafik metabolit yang dihasilkan dari 3 variasi TE.

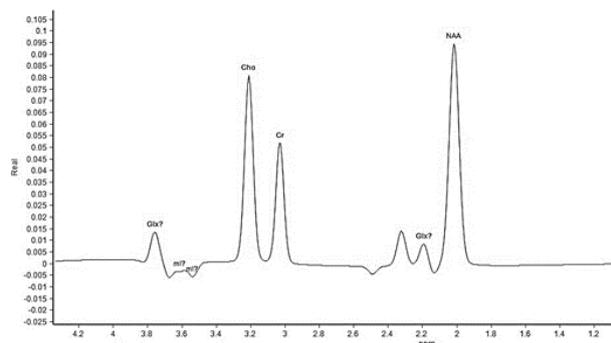
Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai metabolit yang muncul dari hasil pengukuran ialah metabolit Glutamine dan Glutamate (Glx), Choline (Cho), Creatine (Cr) dan N- Acetyl Aspartate (NAA). Sedangkan pada gambar 3 dan 4 hanya menampilkan grafik metabolit Cho, Cr dan NAA. Selanjutnya dapat dilihat pada sumbu "y" menunjukkan ketinggian dari masing-masing grafik yang diukur dalam satuan Hertz (Hz). Ketinggian ketiga grafik metabolit tersebut menunjukkan adanya perbedaan angka, meskipun secara visual grafik yang dihasilkan memiliki ketinggian yang sama. Grafik metabolit NAA merupakan metabolit yang memiliki puncak yang sangat tinggi dibanding metabolit lainnya, dengan nilai puncak pada TE 35 ms sebesar 0.28 Hz, TE 144 ms sebesar 0.19 Hz dan TE 288 ms sebesar 0.105 Hz. Jika dilihat dari sumbu "x", maka akan didapatkan lokasi signal dari masing-masing metabolit yang diukur dalam satuan Parts per Million (ppm).



Gambar 2. Grafik metabolit hasil scan MRS pada TE 35 ms.



Gambar 3. Grafik metabolit hasil scan MRS pada TE 144 ms.



Gambar 4. Grafik metabolit hasil scan MRS pada TE 288 ms.

Lokasi signal dari masing-masing metabolit mengindikasikan bahwa hasil MRS tersebut dinyatakan sesuai apabila masing-masing metabolit muncul tepat pada lokasi yang semestinya. Sebagai contoh, metabolit NAA tepat berada di posisi 2.0 ppm, baik pada TE 35 ms, 144 ms dan 288 ms. Kemudian dapat dilihat juga pada sumbu “x” bahwa variasi nilai TE menghasilkan baseline grafik yang berbeda-beda. Nilai TE 35 ms menghasilkan baseline grafik yang bergelombang dan semakin panjang nilai TE menghasilkan baseline grafik yang datar.

Waktu Scan

Penggunaan TE yang berbeda pastinya akan mempengaruhi waktu scanning dari pemeriksaan MRS. Sebelum dilakukan pemeriksaan MRS, perlu

dilakukan scan Brain dengan potongan coronal dan axial pembobotan T2 yang nantinya digunakan untuk menempatkan localizer atau voxel spectroscopy. Adapun waktu scan yang dihasilkan dari masing- masing TE dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Waktu scan MRS dengan menggunakan variasi TE.

SV PRESS	Waktu Scan
35 ms	02:44
144 ms	04:52
288 ms	07:00
Total	14:36

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa TE 35 ms menghasilkan waktu scan 2 menit 44 detik, TE 144 ms menghasilkan waktu scan 4 menit 52 detik dan TE 288 ms menghasilkan waktu scan 7 menit. Dari hasil tersebut, dapat dilihat pula bahwa semakin panjang nilai TE yang digunakan, maka akan menghasilkan waktu scan yang semakin lama. Waktu scan tercepat pada nilai TE 35 ms dan waktu scan terlama pada nilai TE 288 ms.

Hasil Metabolit Terukur

Amplitude sinyal pada hasil MRS menunjukkan spektrum metabolit pada jaringan otak. Masing-masing spektrum memiliki ketinggian spektrum dan lebar spektrum. Untuk mendapatkan nilai metabolit terukur dari jaringan yang diperiksa, perlu dilakukan perhitungan intensitas spektrum dengan menggunakan rumus peak integration dari penjumlahan ketinggian spektrum dan lebar spektrum kemudian dikali dengan voxel jaringan yang diakuisisi.

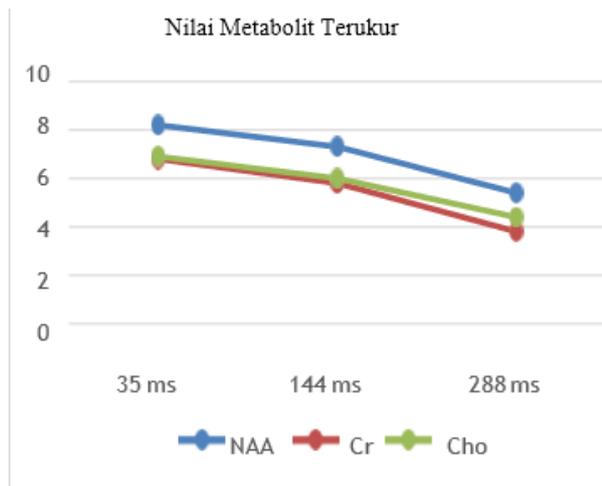
Perhitungan intensitas spektrum menghasilkan nilai yang merupakan nilai metabolit terukur pada hasil pengukuran nilai metabolit yang menggunakan 3 variasi nilai TE 35 ms, 144 ms dan 288 ms. Selanjutnya hasil pengukuran diharapkan dapat menampilkan perbedaan nilai metabolit terukur dari masing- masing TE. Berikut ini merupakan hasil rata-rata nilai metabolit terukur dari penggunaan variasi nilai TE yang didapatkan dari 10 sampel penelitian.

Tabel 2. Nilai rata-rata metabolit terukur dari penggunaan variasi nilai *time echo* pada pemeriksaan MRS otak.

Metabolit	Time Echo (ms)		
	35	144	288
NAA	8.2	7.3	5.4
Cr	6.8	5.8	3.8
Cho	6.9	6.0	4.4

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa

semakin panjang nilai TE maka akan menghasilkan nilai terukur yang semakin menurun, baik pada metabolit N-Acetyl Aspartate (NAA), Creatine (Cr) dan Choline (Cho). Untuk memudahkan dalam memahami tingkat penurunan dari masing-masing metabolit dari TE 35 ms, 144 ms dan 288 ms, maka data tabel 2 peneliti ubah kedalam bentuk grafik, yang disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai rata-rata metabolit NAA, Cr dan Cho terukur dari penggunaan variasi nilai *time echo* pada pemeriksaan MRS otak.

Berdasarkan gambar 4, dapat dilihat bahwa semakin panjang nilai TE maka nilai metabolit terukur akan semakin menurun, hal ini telah dibuktikan dari tabel 2. dan divisualisasikan dari gambar 4. baik pada metabolit N-Acetyl Aspartate (NAA), Creatine (Cr) dan Choline (Cho).

Perhitungan Selisih Nilai Metabolit Terukur

Data hasil metabolit terukur yang telah didapatkan pada tabel 2 selanjutnya dilakukan perhitungan selisih nilai metabolit terhadap nilai metabolit normal. Adapun nilai normal metabolit NAA: 10-15 mM, Cr: 8 mM dan Cho: 7 mM. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan selisih nilai metabolit terukur dari penggunaan variasi nilai TE 35 ms, 144 ms dan 288 ms terhadap nilai normal, yang dirangkum dalam table 3.

Tabel 3. Rata-rata perhitungan selisih nilai metabolit terhadap nilai metabolit normal.

Metabolit	Time Echo (ms)			Nilai Normal
	35	144	28	
NAA	1.8	2.7	4.6	10-15
Cr	1.2	2.2	4.2	8
Cho	0.1	1.0	2.6	7

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa semakin panjang nilai TE maka akan menghasilkan selisih nilai terukur yang semakin meningkat, baik pada metabolit N-Acetyl Aspartate (NAA), Creatine (Cr) dan Choline (Cho). Pada metabolit NAA yang memiliki nilai normal 10-15 mM, peneliti menggunakan nilai normal 10 mM sebagai nilai perhitungan selisih. Penggunaan nilai normal 10 mM pada metabolit NAA bertujuan untuk mendapatkan nilai selisih metabolit terkecil antara metabolit NAA terukur dengan nilai normal metabolit NAA. Untuk memudahkan dalam memahami peningkatan yang dimaksud dari masing-masing selisih nilai metabolit dari TE 35 ms, 144 ms dan 288 ms terhadap nilai normal metabolit, maka data tabel 3 disajikan pula dalam bentuk gambar 5.



Gambar 5. Selisih nilai metabolit NAA, Cr dan Cho terukur terhadap nilai normal dari penggunaan variasi nilai *time echo* pada pemeriksaan MRS otak.

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat bahwa semakin panjang nilai TE maka selisih nilai metabolit terukur akan semakin meningkat, hal ini telah dibuktikan dari tabel 3 dan divisualisasikan dari gambar 5 baik pada metabolit N-Acetyl Aspartate (NAA), Creatine (Cr) dan Choline (Cho) mengalami peningkatan selisih.

Nilai Metabolit Terukur

Magnetic resonance spectroscopy (MRS) adalah teknik non- invasif yang memberikan informasi metabolit pada jaringan yang dievaluasi dan melengkapi informasi anatomi dari pencitraan MRI. Pemeriksaan MRS memiliki peran penting dalam diagnosis dan tindak lanjut dari patologi intrakranial. Nilai tambah ini sangat jelas untuk karakterisasi patologi pada otak, terutama tumor, kanker dan gangguan metabolit pada otak.

Pada alat MRI, MRS merupakan sebuah sekuen khusus yang terdiri dari multiparameter dan modifikasi dari masing-masing parameter akan menghasilkan perubahan spektrum metabolit.

Secara khusus, mengubah Time Echo (TE) akan menghasilkan metabolit yang berbeda, tetapi ada beberapa metabolit yang akan selalu muncul pada tiap perubahan nilai TE. Penggunaan TE pendek pada 35 ms akan menghasilkan metabolit Glutamate dan Glutamine (Glx), myo-Inositol (ml), Choline (Cho), Creatine (Cr) dan N-Acetyl Aspartate (NAA), yang mana penggunaan TE pendek akan menampilkan metabolit dengan waktu T2 relaksasi yang pendek maupun panjang. Sedangkan penggunaan TE medium pada 144 ms dan TE panjang pada 288ms akan menghasilkan tiga metabolit dengan waktu T2 relaksasi panjang yang juga muncul pada penggunaan TE pendek, yaitu Cho, Cr dan NAA.

Menurut Reiser (2013), penggunaan TE yang semakin panjang akan menghasilkan baseline grafik yang datar dan menurut Hashemi (2010), semakin panjang nilai TE yang digunakan maka akan menurunkan puncak spectrum dari metabolit yang terukur. Penggunaan TE yang semakin panjang akan menghilangkan grafik metabolit Glx dan ml. selain itu penurunan puncak spektrum terutama terlihat pada metabolit yang muncul pada penggunaan TE pendek maupun panjang, yaitu Choline, Creatine dan NAA.

Berdasarkan gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 yang telah ditampilkan pada hasil penelitian, membuktikan bahwa metabolit dengan waktu T2 relaksasi yang pendek seperti Glx dan ml akan hilang pada penggunaan TE 144 ms dan 288 ms. Secara visual, grafik metabolit yang dihasilkan dari penggunaan variasi TE ini menampakkan ketinggian puncak yang sama, namun jika dilihat pada ketinggian puncak secara numerik pada sumbu "y" grafik, nilai yang dihasilkan akan semakin kecil. Selanjutnya dari penggunaan variasi TE, dapat dilihat pula baseline grafik metabolit yang lebih datar pada TE 144 ms dan terlebih pada TE 288 ms.

Kemudian berdasarkan hasil pengujian variasi nilai TE yang telah dirangkum pada tabel 4.2, didapatkan bahwa semakin panjang nilai TE maka spektrum metabolit yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini juga dibuktikan pada grafik 4.1 yang merupakan nilai metabolit terukur pada tabel 4.2. Penurunan nilai metabolit ini disebabkan oleh

waktu T2 relaksasi dari metabolit jaringan, yang mana penambahan nilai TE akan akan menurunkan puncak spectrum. Oleh sebab itu metabolit dengan waktu T2 yang pendek akan hilang seiring dengan bertambahnya nilai TE sedangkan metabolit dengan waktu T2 relaksasi yang panjang akan menurun puncak spektrumnya.

Rumah Sakit Pusat Pertamina (RSPP) yang menjadi tempat pengambilan data ini juga menerapkan MRS pada pemeriksaan MRI Brain apabila terlihat adanya patologi tumor, abses dan patologi yang kasat mata lainnya serta pada pasien dengan klinis gangguan metabolit seperti temporal lobe epilepsi, dementia dan Alzheimer. Penggunaan nilai TE di RSPP ialah TE pendek 35 ms pada semua kasus, yang akan menampilkan metabolit dengan T2 relaksasi pendek maupun panjang.

Penggunaan nilai TE 35 ms mampu menampilkan metabolit yang memiliki waktu T2 relaksasi pendek seperti Glutamate dan Glutamine (Glx) dan myo-Inositol (ml). Namun menurut Barrker (2010), TE pendek tidak dapat menampilkan spektrum Lactate (Lac) apabila terdapat abses pada jaringan otak. Spektrum Lactate pada 1.3 ppm hanya dapat tervisualisasi dengan menggunakan TE medium atau TE panjang (pada penelitian ini menggunakan TE pendek 35 ms, TE medium 144 ms dan TE panjang 288 ms). Hal ini disebabkan karena metabolit Lactate memiliki spektrum yang puncaknya berada dibawah sumbu "y" grafik metabolit. Untuk menampilkan spektrum Lactate, maka digunakan TE 144 ms atau 288 ms yang akan meng-inverts spektrum Lactate menjadi berada di atas sumbu "y" grafik metabolit. Penggunaan TE yang semakin panjang akan semakin meningkatkan grafik metabolit Lactate.

Penggunaan nilai TE yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan diagnostik, sehingga perlu dilakukan pengukuran nilai metabolit dengan menggunakan lebih dari satu TE sebagai pembandingan. Namun dilihat dari segi waktu scan yang dihasilkan pada TE 35 ms 2 menit 44 detik, TE 144 ms 4 menit 52 detik dan TE 288 ms 7 menit, yang menunjukkan peningkatan waktu pada penggunaan nilai TE yang semakin panjang, maka

perlu dipertimbangkan pula kenyamanan pasien. Oleh sebab itu, peneliti memberikan saran untuk menggunakan TE 35 ms yang berguna untuk menampilkan spektrum metabolit secara keseluruhan dan TE 144 ms yang berguna untuk menampilkan spektrum Lactate, dengan total waktu scan 7 menit 36 detik.

Selisih Nilai Metabolit Terukur

Informasi metabolit otak normal yang umumnya dilakukan pada diagnostik neuroradiologi ialah N-Acetyl Aspartate, Choline, Creatine, myo-Inositol, Glutamate dan Glutamine, yang masing-masing memiliki fungsi berbeda-beda. Sebagai contoh metabolit yang diamati pada penelitian ini yaitu NAA sebagai penanda kesehatan neuronal, Choline yang mengindikasikan adanya kerusakan sel apabila mengalami peningkatan dan Creatine yang menghasilkan energi ATP. Ketiga metabolit tersebut pastinya memiliki nilai normal, yang apabila hasil pengukuran metabolit berada kurang dari atau lebih dari nilai normal mengindikasikan adanya gangguan metabolit pada otak.

Menurut Barrker (2010), nilai normal untuk metabolit NAA adalah 10-15 mM, Creatine pada 8 mM dan Choline pada 7 mM. Pengukuran nilai metabolit pada penggunaan variasi TE menghasilkan nilai metabolit terukur yang berbeda-beda, yang mana semakin panjang TE menghasilkan nilai metabolit yang semakin menurun. Peningkatan ataupun penurunan nilai metabolit dari penggunaan variasi nilai TE dapat menyebabkan kesalahan diagnose apabila pemeriksaan MRS yang dilakukan pada satu TE saja. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perhitungan selisih nilai metabolit terukur dengan nilai normal metabolit.

Berdasarkan hasil perhitungan selisih nilai metabolit terukur dari variasi nilai time echo (TE) terhadap nilai metabolit normal, didapatkan bahwa semakin panjang nilai TE akan menghasilkan selisih yang semakin besar pula, yang dibuktikan pada tabel 3 dan gambar 5. Peningkatan selisih nilai metabolit ini disebabkan oleh semakin menurunnya nilai metabolit terukur pada TE yang semakin panjang. Selisih terkecil pada TE 35 ms menunjukkan bahwa TE tersebut mendekati nilai

normal metabolit jaringan otak, dengan nilai selisih NAA 1.8, Cr 1.2 dan Cho 0.1.

Nilai TE 35 ms yang menghasilkan selisih terkecil terhadap nilai normal metabolit bukan berarti nilai ini merupakan nilai terbaik. Berdasarkan teori yang telah dipaparkan oleh Barrker (2010), bahwa nilai TE 35 ms tidak mampu menampilkan grafik Lactate. Sehingga diperlukan TE pembanding untuk mendapatkan spektrum Lactate. Adapun TE yang dapat digunakan untuk menampilkan spektrum Lactate yaitu TE medium 35 ms atau TE panjang 288 ms.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat diasumsikan bahwa nilai TE 35 ms merupakan nilai yang cukup optimal dalam pengukuran metabolit otak. Hal ini dikarenakan nilai TE tersebut memiliki selisih yang cukup kecil terhadap nilai metabolit normal dibandingkan dengan nilai TE lainnya. Namun, TE 35 ms tidak mampu menampilkan spektrum Lactate apabila terdapat abses pada otak, sehingga perlu dilakukan scan MRS minimal dengan menggunakan dua TE yang berbeda (35 ms dan 144 ms atau 288 ms) guna memberikan informasi diagnostic terbaik.

Simpulan

Nilai metabolit terukur dari penggunaan time echo yang semakin panjang pada pemeriksaan MRS akan menurunkan puncak spektrum dan menghasilkan baseline spektrum yang datar. Time echo 35 ms tidak dapat menampilkan spektrum Lactate apabila terdapat abses pada jaringan otak dan hanya akan terlihat pada penggunaan TE 144 ms atau 288 ms, sehingga perlu dilakukan scan MRS lebih dari satu TE. Dilihat dari segi waktu scan yang menunjukkan peningkatan waktu pada penggunaan nilai TE yang semakin panjang, maka perlu dipertimbangkan pula kenyamanan pasien. Sehingga penggunaan TE 35 ms dan 144 ms yang memiliki total waktu scan 7 menit 36 detik merupakan waktu TE yang lebih efektif guna mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat.

Selisih nilai metabolit terukur terhadap nilai metabolit normal menunjukkan bahwa semakin panjang time echo yang digunakan maka nilai selisih akan semakin meningkat. Sehingga dapat diasumsikan bahwa nilai TE 35 ms merupakan nilai yang cukup optimal dalam pengukuran

metabolit otak. Hal ini dikarenakan nilai TE tersebut memiliki selisih yang cukup kecil terhadap nilai metabolit normal dibandingkan dengan nilai TE lainnya. Namun dikarenakan TE 35 ms yang tidak mampu menampilkan spektrum Lactate, sehingga perlu dilakukan scan MRS minimal dengan menggunakan dua TE yang berbeda (35 ms dan 144 ms/288 ms) guna memberikan informasi diagnostik terbaik. Sehingga untuk Rumah Sakit yang menerapkan aplikasi MRS pada pemeriksaan otak, agar dapat menggunakan nilai TE lebih dari satu. Karena alasan waktu scan, maka dapat menggunakan minimal TE 35 ms dan 144 ms pada setiap pemeriksaan MRI Brain yang membutuhkan MRS.

Daftar Pustaka

- Aun, Abdel Aziz Kamal. Role of Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) in Nonlesional Temporal Lobe Epilepsy. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 47, 217-231. 2016.
- Barrker, Peter B, Alberto Bizzi, Nicola De Stefano, Rao Gullapalli dan Doris D. M. Lin. *Clinical MR Spectroscopy: Technique and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press. 2010.
- Dale, Brian M, Mark A. Brown dan Richard C. Semelka. *MRI Basic Principles and Application Fifth Edition*. West Sussex: Wiley Blackwell. 2015.
- Hulmansyah, Danil. *Prosedur Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) Kepala pada Kasus Tumor Otak di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya*. Semarang: Repository Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang. 2017.
- Hutabarat, Leni Maria Br. *Prosedur Pemeriksaan Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) Kepala pada Kasus Alzheimer di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Santo Borromeus Bandung*. Semarang: Repository Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang. 2017.
- Mayani, Anita Nur. *Analisa Pemilihan Region of Interest (ROI) pada Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)*. Semarang: Repository Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang. 2016.
- Netter, Frank H. *Atlas of Human Anatomy Fifth Edition*. Philadelphia: Saunders Elsevier. 2011.
- Ochoa, Juan G. *Antiepileptic Drugs: Overview, Mechanism of Action, Sodium Channel Blockers*. Medscape. 2017.
- Paulsen, Friedrich dan Jens Waschke. *Sobotta Atlas of Human Anatomy: Head, Neck and Neuroanatomy*. Munich: Elsevier. 2011.
- Reiser, Maximilliam F, Hedvig Hricak dan Michael Knauth. *MRI in Epilepsy*. Berlin: Springer. 2013
- Sherwood, Lauralee. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi: 6. Terjemahan: dr. Brahm U.

- Pendit. Editor: dr. Nella Yesdelita. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2011.
- Sugiyono. *Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 2010.
- Stagg, Charlotte dan Douglas Rothman. *Magnetic Resonance Spectroscopy: Tools for Neuroscience Research and Emerging Clinical Applications*. London: Elsevier. 2014.
- Tchofo, Patrice Jissendi. *Brain 1H-MR Spectroscopy in Clinical Neuroimaging at 3T*. *Journal of Neuroradiology* 36, 24-40. France: Elsevier Masson. 2009.