

AKURASI DIAGNOSTIK NILAI ADC MRI DALAM MEMPREDIKSI TUMOR JARINGAN LUNAK JINAK DAN GANAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN HISTOPATOLOGI

Rosmini Amin¹, Muhammad Ilyas¹, Mirna Muis¹, Andi Alfian Zainuddin², Muhammad Phetrus Johan³, Nikmatia Latief¹

¹Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin/RS Dokter Wahidin Sudirohusodo, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

³Departemen Ortopedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

Penulis Korespondensi: Rosmini amin, aminrosmini12@gmail.com

ABSTRAK

DWI dengan pemetaan ADC memberikan nilai tambah pada pencitraan MRI konvensional dengan menawarkan penilaian fungsional kuantitatif seluleritas dengan potensi untuk membantu membedakan antara lesi jinak dan ganas. Penelitian ini bertujuan mengetahui akurasi diagnostik nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP Wahidin Sudirohusodo pada bulan Februari 2020 hingga Agustus 2022 dengan jumlah sampel 36 orang dan rentang usia 9-74 tahun. Data dianalisis menggunakan metode statistik yaitu menghitung nilai Sensitivitas, Spesifisitas, Nilai Prediktif Positif dan Nilai Prediktif Negatif untuk menilai Akurasi serta uji ROC dan analisis Mann Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Terdiri atas 36 sampel tumor jaringan lunak (tumor ganas : 25 sampel dan tumor jinak : 11 sampel). Nilai rerataADC tumor jaringan lunak ganas $0,998 \pm 0,526 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ sedangkan tumor jinak $1,705 \pm 0,665 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$. Nilai cut off untuk membedakan tumor jaringan lunak ganas dan jinak sebesar $1,265 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, dengan Sensitivitas 81,8%, Spesifisitas 80 %, Nilai Prediktif Positif 64,3%, Nilai Prediktif Negatif 90,9 %, Akurasi 80,5 % dan nilai AUC sebesar 0,81. Dengan demikian, akurasi nilai ADC MRI sebesar 80,5 %, menunjukkan. Nilai ADC dapat digunakan sebagai modalitas tambahan untuk membantu memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas.

Kata Kunci : Tumor jaringan lunak, MRI, DWI, ADC, Histopatologi

ABSTRACT

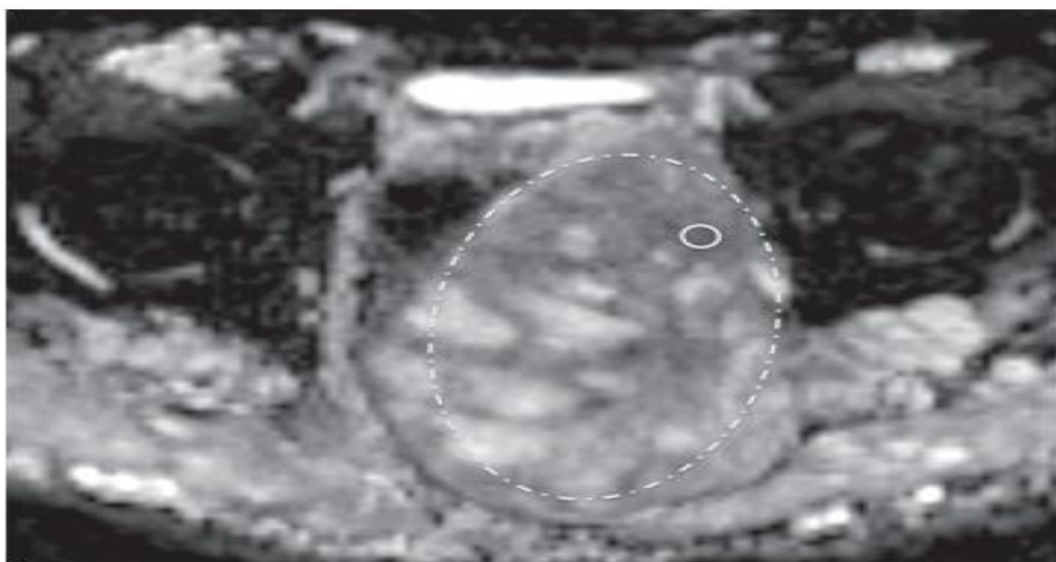
DWI with ADC mapping adds value to conventional MRI imaging by offering assessment of cellularity functionality with the potential to help differentiate between benign and malignant lesions. The aim of this study is to assess the accuracy of the ADC value MRI in predicting soft tissue tumors benign and malignant. This study was carried out by the Radiology Installation of Wahidin Sudirohusodo Hospital from February 2020 to August 2022 with a sample of 36 people and an age range of 9-74 years. The statistical method used was to calculate the value of sensitivity, specificity, Positive Predictive Value and Negative Predictive Value to assess accuracy as well as ROC and Mann Whitney tests. The results show that it consists of 36 samples with soft tissue tumors (malignant: 25 samples and benign: 11 samples). The mean value of ADC for malignant soft tissue tumors is $0,998 \pm 0,526 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ and benign is $1,705 \pm 0,665 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$. With a Cut Off value to distinguish malignant and benign soft tissue tumors of $1,265 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, with a Sensitivity of 81,8%, Specificity of 80%, Positive Predictive Value 64,3%, Negative Predictive Value 90,9%, Accuracy 80,5% and AUC 0,81. The accuracy of the ADC MRI value is 80,5%, indicating that the ADC value can be used as an additional modality to help predict benign and malignant soft tissue tumors.

Keywords: Soft tissue tumor, MRI, DWI, ADC, Histopathology

PENDAHULUAN

Tumor jaringan lunak adalah tumor yang pertumbuhan selnya ditemukan pada tendon, otot, ligamen, kartilago, saraf, pembuluh darah dan lemak. Tumor jaringan lunak bisa bersifat jinak atau ganas. Tumor jinak diperkirakan terjadi 10 kali lebih sering dibandingkan tumor ganas (sarkoma).^{1,2,3}Pencitraan Resonansi Magnetik (MRI) memiliki keunggulan dalam penilaian tumor jaringan lunak terutama memainkan peran penting dalam karakterisasi lesi muskuloskeletal seperti menentukan komposisi lesi, perluasan, keterlibatan kompartemen, dan hubungan ke visera dan neurovaskular yang berdekatan.^{4,5,6,7}Diffusion-weighted imaging (DWI) adalah teknik pencitraan MR fungsional yang tidak menggunakan bahan kontras, DWI memanfaatkan gerakan acak molekul air. Dalam lingkungan yang benar-benar tidak terbatas, pergerakan air akan menjadi benar-benar acak, yang dikenal sebagai Brownian motion atau difusi bebas.^{4, 8, 10}Apparent diffusion coefficient (ADC) adalah ukuran kuantitatif

gerak Brownian motion. Nilai ADC yang tinggi menunjukkan peningkatan air ekstraseluler atau hilangnya integritas membrane sel sedangkan nilai ADC yang rendah mencerminkan penurunan kadar air ekstraseluler atau peningkatan dalam jumlah atau ukuran sel. Dengan demikian, pencitraan DWI menawarkan penilaian fungsional kuantitatif seluleritas pada tingkat molekuler, dengan potensi untuk membantu membedakan antara lesi jinak dan ganas serta meningkatkan evaluasi pencitraan MR dari respons pengobatan.^{4, 8, 10}ADC maps diturunkan dari beberapa gambar nilai-b. Paling sedikit dua nilai b diperlukan untuk menghitung ADC maps, tetapi semakin besar nilai b, semakin akurat nilai ADC. Nilai ADC dinyatakan dalam milimeter persegi per detik, dan nilai ADC dalam jaringan apa pun dapat diturunkan dengan: menggambar wilayah yang diinginkan pada ADC maps. Tidak ada metode standar untuk konstruksi ROI pada peta ADC. Beberapa penulis menyarankan untuk menggunakan nilai ADC minimum karena itu secara teoritis mencerminkan area tumor selularitas tinggi.^{4,11,12, 13}



Gambar 1. ADC maps pelvis. Berbagai teknik ROI telah digunakan oleh berbagai peneliti yang berbeda, karena tidak ada konsensus dalam literatur tentang bagaimana nilai ADC untuk lesi seharusnya diukur. Di sini, ROI kecil (lingkaran) telah ditempatkan dalam tumor ganas nerve sheath tumor, dalam area yang secara visual dinilai paling hipointens dan oleh karena itu dicurigai memiliki lesi seluleritas, menghasilkan ADC minimum $0,61 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan ADC rerata $0,93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$. Atau, ROI (oval) yang lebih besar mencakup sebagian besar dari nerve sheath tumor yang dihasilkan ADC minimum $0,41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan rerata ADC $1,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$. Nilai ADC Minimum yang lebih rendah tetapi ADC rerata yang lebih tinggi untuk ROI yang lebih besar menyoroti potensi faktor teknis untuk mengubah hasil dan memperumit interpretasi hasil yang dicapai dengan berbagai metodologi.⁴

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian ini adalah penelitian uji diagnostik untuk melihat akurasi nilai ADC MRI dalam menentukan keganasan pada tumor jaringan lunak berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP Wahidin Sudirohusodo Makassar pada Februari 2020 hingga Agustus 2022 dengan jumlah sampel 36 orang dan

rentang usia 9-74 tahun. Populasi adalah pasien yang dikirim ke bagian Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo untuk menjalani pemeriksaan MRI soft tissue tumor kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan histopatologik. Pengambilan Sampel dengan menggunakan metode *consecutive sampling*, yaitu semua penderita yang memenuhi kriteria dimasukkan dalam penelitian sampai besar sampel yang dibutuhkan

terpenuhi. Identifikasi Variable yaitu Nilai kuantitatif ADC MRI sebagai variabel dependent dan pemeriksaan histopatologi sebagai variable independent. penelitian ini sudah mendapatkan kelaik etik no 527/UN 4.6.4.5.31/PP36/2022 dari RSUP Wahidin Sudirohusodo Makassar.

Cara Penelitian pada penelitian ini adalah :

- 1) Pasien dengan klinis tumor jaringan lunak melakukan pemeriksaan MRI
- 2) Pemeriksaan MRI dilakukan dengan menggunakan system MRI 3 T. Pada penelitian ini menggunakan sequens DWI/ADC maps. Nilai ADC diukur dengan menempatkan ROI bulat dibagian yang paling seluler, enhance, solid atau restriktif pada tumor jaringan lunak. Nilai ADC dinyatakan dalam $10^{-3} \times \text{mm}^2/\text{s}$

- 3) Diagnosis akhir dikonfirmasi setelah pemeriksaan MRI berdasarkan hasil histopatologis sesuai dengan prosedur histopatologi standar.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RSUP Wahidin Sudirohusodo Makassar pada Februari 2020 hingga Agustus 2022 dengan jumlah sebanyak 36 sampel (tumor ganas : 25 sampel dan tumor jinak : 11 sampel) dimana laki-laki lebih banyak ditemukan pada tumor ganas sedangkan perempuan pada tumor jinak, dengan rerata usia 9-74 tahun. Lokasi tumor terbanyak ditemukan pada femur (36,1%). Tumor ganas terbanyak yang ditemukan adalah Liposarcoma sebanyak 4 sampel (16%) Sedangkan tumor jinak adalah *Difuse-type Giant Cell Tumor* (PVNS) (18 %).

Tabel 1. Distribusi Variabel Nilai RerataADC MRI Berdasarkan Hasil Histopatologi

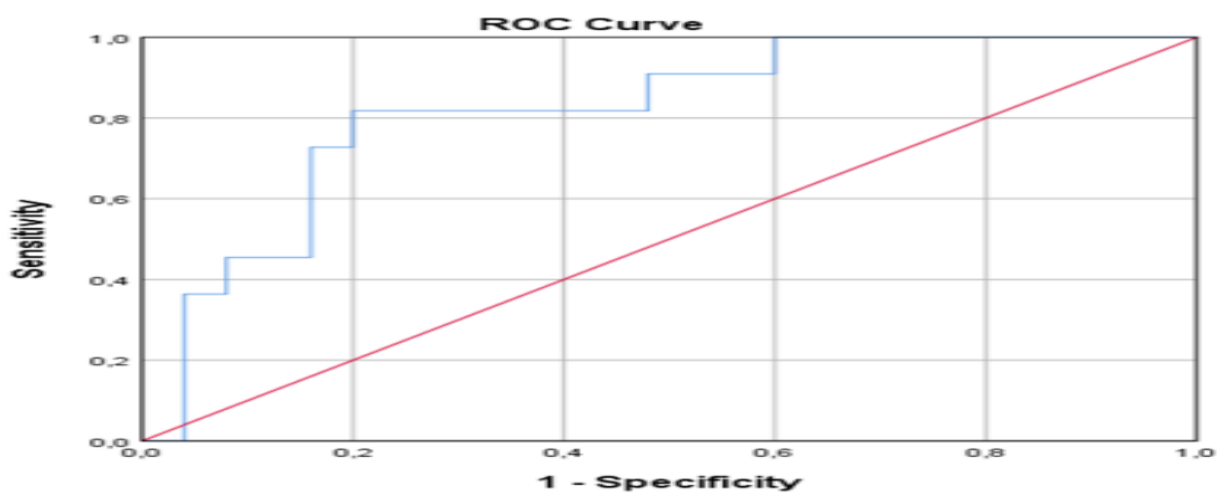
Karakteristik	Nilai ADC		
	N	Rata-Rata	Standard Deviasi
Lesi Ganas (N=25)			
• Alveolar Soft Part Sarcoma	3	1,02	0,18
• Ekstraskeletal Myxoid Chondrosarcoma	1	1,37	.
• High Grade Sarcoma	2	0,89	0,32
• Lymphoma Maligna	1	0,67	.
• Liposarcoma	4	1,16	0,51
• Low Grade Fibrosarcoma	1	0,98	.
• Malignant Peripheral Nerve Sheat Tumor	1	0,71	.
• Malignant Round Cell Tumor	3	0,51	0,08
• Malignant Tumor Sesuai Untuk Sarcoma	1	1,01	.
• Myxoid Liposarcoma High Grade	1	1,72	.
• Pleomorphyc Liposarcoma	1	2,82	.
• Pleomorphyc Rhabdomyosarcoma	2	0,79	0,54
• Pleomorphyc Sarcoma	1	0,77	.
• Rhabdomyosarcoma	1	0,55	.
• Undifferentiated Pleomorphyc Sarcoma	2	0,83	0,04
Lesi Jinak (N=11)			
• Fibrolipoma Plantar Pedis	1	1,94	.
• Fibromatosis	1	1,46	.
• Ganglion Cyst	1	2,75	.
• Hemangioma	1	1,60	.
• Leymioma Uteri	1	0,95	.
• Lipoma	1	1,40	.
• Lipoma Intramuscular	1	1,42	.
• Neurofibroma	1	2,32	.
• Difuse-type Giant Cell Tumor (PVNS)	2	2,05	0,99
• Tenosynovial Giant Cell Tumor	1	0,77	.

Berdasarkan hasil analisis diatas, dapat diketahui bahwa reratanilai ADC tertinggi untuk lesi ganas adalah *Pleomorphyc Liposarcoma* dan terendah adalah

Malignant Round cell tumor.. Sedangkan nilai ADC tertinggi pada lesi jinak adalah *Ganglion cyst* dan terendah adalah *Tenosynovial giant cell tumor*.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Receiver Operating Characteristic* (ROC)

Statistik	Nilai ADC
Cut off Point	1,2655
Sensitifitas	81,8%
Spesifisitas	80,0%
Nilai Prediktif Positif	64,3%
Nilai Prediktif Negatif	90,9%
Akurasi	80,5%
AUC	0,81
P-Value	0,003
Kappa IK95% (L-U)	0,67-0,96



Gambar 2. ROC Curve dari Nilai ADC tumor jaringan lunak dalam memprediksi keganasan

Tabel 3. Uji Diagnostik nilai ADC MRI dengan Hasil Histopatologi

		Hasil_PA		Total	
		GANAS	JINAK		
MRI	Nilai ADC < 1,265	Jumlah	20	2	22
		Persentase	80 %	18,2%	61,1%
	Nilai ADC > 1,2655	Total	5	9	14
		Persentase	20%	4,3	38,9%
Total	Jumlah	25	81,8%	36	
	Persentase	100 %	100%	100%	

Berdasarkan pada tabel 2 dan 3 diatas dapat diketahui bahwa Akurasi 80,5 % dan AUC 0,81. Ini menunjukkan bahwa kinerja diagnostik nilai ADC MRI terbukti akurat dalam menentukan keganasan pada tumor jaringan lunak berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi. Nilai cut off yang efektif untuk mengevaluasi keganasan pada tumor jaringan lunak yaitu 1,2655. Artinya bahwa nilai dibawah 1,2655 cenderung menghasilkan tumor ganas, sedangkan nilai ADC diatas 1,2655 cenderung menghasilkan tumor

Jinak. Nilai sensitivitas sebesar 0,818 atau 81,8%, artinya 81,8% tumor jinak dapat dideteksi dengan pemeriksaan nilai ADC MRI, dan nilai spesifisitas dari penelitian ini sebesar 0,80 atau 80,0%, artinya kemungkinan besar diagnosa tumor ganas pada pasien penderita tumor yang memiliki nilai ADC MRI < 1,2655 sebesar 80,0%. Nilai Prediktif Positif sebesar 64,3% artinya bahwa kemungkinan benar tidak mengalami tumor ganas sebesar 64,3%. Kemudian Nilai Prediksi Negatif sebesar 90,9% artinya bahwa kemungkinan benar mengalami tumor

ganas sebesar 90,9%. Nilai kapaa yang dihasilkan dari penelitian ini sebesar 0,574. Nilai tersebut masuk pada rentang 0,4 – 0,6 yang berarti dalam kategori moderate. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan dengan

PEMBAHASAN

MRI dianggap sebagai modalitas pilihan untuk mengevaluasi soft tissue tumor, diagnosis dan karakterisasi serta perencanaan yang efektif untuk management tumor. DWI adalah teknik MRI fungsional dan dapat dimasukkan ke dalam protokol MRI rutin dengan sedikit waktu scan tambahan, menghasilkan metode non-invasif untuk evaluasi *soft tissue tumor* berdasarkan komposisi histologis. Pemetaan DWI dan ADC dengan cepat menghasilkan informasi kuantitatif tentang seluleritas soft tissue tumor tanpa pemberian kontras.

Pada penelitian ini didapatkan jumlah sampel penelitian sebanyak 36 sampel yaitu 25 sampel dengan tumor jaringan lunak ganas dan 11 sampel dengan tumor jaringan lunak jinak. Pada hasil penelitian didapatkan bahwa pasien dengan tumor jaringan lunak ganas lebih banyak pada laki-laki dengan rerata usia 40 tahun. Untuk tumor ganas terbanyak yang ditemukan adalah Liposarcoma sebanyak 4 sampel (16%).

Pada lesi ganas (25 sampel) hampir semua lesi menunjukkan nilai ADC yang rendah kecuali *myxoid liposarcoma high grade* (1 sampel), ekstraskeletal myxoid liposarcoma (1 sampel), liposarcoma (2 sampel) dan pleomorphic liposarcoma (1 sampel) yang menunjukkan nilai ADC yang tinggi mirip nilai ADC lesi jinak.

Myxoid liposarcoma high grade dan ekstraskeletal myxoid liposarcoma menunjukkan nilai ADC yang tinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian dari Nagata dkk yang menyatakan bahwa nilai ADC yang mengandung komponen kistik, cartilaginous dan myxomatous cenderung lebih tinggi daripada nilai neoplasma lain dan bahkan nilai ADC tumor cartilaginous mungkin lebih tinggi daripada neoplasma jinak. Myxoid liposarcoma high grade pada penelitian ini memiliki nilai rerata ADC $1,72 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ jadi kami menganggapnya sebagai false positif dan ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Nagata dkk. Penyebab paling mungkin dari peningkatan difusivitas dalam mikroid yang mengandung tumor adalah banyaknya air bebas dalam matriks myxoid, yang mengarah ke nilai ADC tertinggi, secara langsung mencerminkan kolagen rendah dan kandungan musin dari lesi ini serta sejumlah besar air ekstraseluler yang terlihat secara histologis. Nilai ADC yang tinggi ini mungkin disebabkan oleh pengurangan ruang ekstraseluler dari histiosit, sel raksasa berinti banyak, granula hemosiderin, dan kolagen.⁹

Begitupun dengan kasus pleomorphic liposarcoma memiliki nilai ADC yang tinggi ($2,8250 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) yang dianggap juga sebagai false positif. Data ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pekcevik Ydkk dimana pada penelitiannya ditemukan beberapa tumpang tindih dalam nilai ADC antara tumor jaringan lunak jinak dan ganas salah satunya adalah pleomorfik liposarkoma yang memiliki nilai ADC

nilai ADC dalam menentukan keganasan pada tumor jaringan lunak mempunyai kesesuaian dalam kategori cukup baik.

setinggi tumor kistik jinak. Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan komponen nekrotik yang menonjol sehingga didapatkan hasil nilai ADC yang tinggi.^{8,14}

Pada lesi jinak (11 sampel) hampir semua lesi jinak memiliki nilai ADC yang tinggi kecuali leiomyoma uteri ($0,9560 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) dan Tenosynovial Giant Cell Tumor ($0,7770 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) yang dianggap sebagai false negatif. Leiomyoma umumnya cenderung menunjukkan nilai ADC yang rendah, tetapi dengan adanya kista atau degenerasi myxoid berpotensi menunjukkan nilai ADC yang lebih tinggi. Studi sama menemukan bahwa sarcoma uterus dan leiomioma yang sangat seluler berbagi nilai ADC yang overlapping. Dalam literature juga, nilai ADC yang dilaporkan untuk leiomyosarcoma berkisar dari $0,79 \pm 0,21 \text{ [SD]} \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ hingga $1,17 \pm 0,15 \text{ [SD]} \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, sedangkan untuk leiomioma ordinary berkisar dari $0,88 \pm 0,27 \text{ [SD]} \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ hingga $1,40 \pm 0,31 \text{ [SD]} \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ [29,32–34,71]. Mengingat potensi overlapping antara DWI dan ADC saja sering tidak membantu dalam membedakan leiomioma seluler dan Sarcoma uterus maka pencitraan kombinasi dengan karakteristik sinyal pada T1WI dan T2WI tetap wajib.^{15,16}

Nagata dkk juga menemukan Nilai ADC rendah pada *giant cell tumors of the tendon sheath dan diffuse-type giant cell tumors*. Fitur histologisnya, sel stroma berbentuk spindle dan multinucleated giant cells dianggap bertanggung jawab atas nilai ADC yang rendah.^{8,9}

Analisis Receiver operating characteristic (ROC) didapatkan nilai *cut off* yang efektif untuk mengevaluasi keganasan pada tumor jaringan lunak yaitu $1,2655 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Artinya bahwa nilai dibawah $1,2655 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ cenderung menghasilkan lesi Ganas, sedangkan nilai ADC diatas $1,2655 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ cenderung menghasilkan lesi Jinak. Dengan Nilai Sensitivitas 81,8%, nilai Spesifisitas 80,0%, Nilai Prediktif Positif sebesar 64,3%, Nilai Prediktif Negatif sebesar 90,9% , Akurasi 81,8%, AUC 0,81 dan IK95% . Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu ukuran sampel yang terlalu kecil, komponen yang terkandung dalam tumor akan membuat hasil nilai ADC over lapping antara tumor jaringan lunak dan ganas serta penempatan ROI masih secara subjektifitas sehingga mungkin dapat menyebabkan bias dalam perhitungan nilai ADC MRI.

SIMPULAN

Nilai ADC tumor jaringan lunak jinak secara signifikan lebih tinggi dibandingkan tumor ganas. Dari hasil penelitian ini nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak berdasarkan hasil histopatologi didapatkan nilai *cut off* sebesar $1,265 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ dengan Sensitivitas 81,8%, Spesifisitas 80,0%, Nilai Prediktif Positif 64,3% dan Nilai Prediktif Negatif sebesar 90,9%.

Akurasi nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak sebesar 80,5 %, dengan nilai AUC sebesar 0,81 yang menunjukkan bahwa nilai AUC yang semakin dekat ke angka 1 menunjukkan kinerja keseluruhan tes sangat baik.

SARAN

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih banyak untuk menilai ADC dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas

DAFTAR PUSTAKA

1. Orthopaedics and sports medicine. (2022). Soft Tissue Masses. Available from : <https://orthop.washington.edu/patient-care/articles/oncology/soft-tissue-masses.html>
2. Dane J. Church et al. (2017). Evaluating Soft-Tissue Lumps and Bumps. Missouri Medicine July/August 2017 , 114:4
3. JimS.Wu,MD et al. (2009). Soft-Tissue Tumors and Tumorlike Lesions: A Systematic Imaging Approach. Radiology: Volume 253: Number 2—November 2009 ▪ radiology.rsna.org
4. Ty K. Subhawong, MD et al. (2014). Diffusion-weighted MR Imaging for Characterizing Musculoskeletal Lesions. RadioGraphics ; 34:1163–1177
5. A. Razek et al. (2012). Assessment of soft tissue tumours of the extremities with diffusion echo-planar MR imaging. Radiol med 117:96–101
6. Ty K. Subhawong et al. (2010). Soft-Tissue Masses and Masslike Conditions: What Does CT Add to Diagnosis and Management? AJR Am J Roentgenol. 2010 June ; 194(6): 1559–1567
7. Omar A. Hassanien et al. 2018. Diffusion weighted MRI of soft tissue masses: Can measurement of ADC value help in the differentiation between benign and malignant lesions?. The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine 49 681–688
8. Yeliz Pekcevik et al. (2015). Characterization of Soft Tissue Tumors by Diffusion-Weighted Imaging. Iran J Radiol. July; 12(3): e15478.
9. Nagata S, et al. Diffusion-weighted imaging of soft tissue tumors: usefulness of the apparent diffusion coefficient for differential diagnosis. Radiat Med. 2008;26(5):287–95.
10. Catherina S.P. van Rijswijk et al, 2002. Diffusion-Weighted MRI in the Characterization of Soft-Tissue Tumors. Journal of Magnetic Resonance Imaging 15:302–307. DOI 10.1002/jmri.10061
11. Govind B. Chavhan et al. (2014). Diffusion-weighted Imaging in Pediatric Body MR Imaging: Principles, Technique, and Emerging Applications. RadioGraphics 2014; 34:E73–E88
12. Tingting Wang et al (2014). Role of apparent diffusion coefficients with diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiating between benign and malignant bone tumors. World Journal of Surgical Oncology , 12:365
13. Chloé Bonarelli et al. (2015). Impact of ROI Positioning and Lesion Morphology on Apparent Diffusion Coefficient Analysis for the Differentiation Between Benign and Malignant Nonfatty Soft-Tissue Lesions. AJR 2015; 205:W106–W113
14. William J. Anderson, Vickie Y. Jo. (2019). Pleomorphic liposarcoma: Updates and current differential diagnosis. Seminars in Diagnostic Pathology, <https://doi.org/10.1053/j.semdp.2019.02.007>
15. S. Sun et al, 2019. How to differentiate uterine leiomyosarcoma from leiomyoma with imaging. Published by Elsevier Masson SAS.
16. Suzuki A et al. 2019. Diferential Diagnosis of Uterine Leiomyoma and Uterine Sarcoma Using Magnetic Resonance Images: A Literature Review. Available at : www.mdpi.com/journal/healthcare