

TESIS

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

**DIAGNOSTIC ACCURACY OF ADC VALUES MRI IN PREDICTING
BENIGN AND MALIGNANT SOF TISSUE TUMORS BASED ON
HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION**

ROSMINI AMIN



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)

PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

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

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan Oleh

ROSMINI AMIN

Kepada

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)

PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**AKURASI DIAGNOSTIK NILAI ADC MRI DALAM MEMPREDIKSI TUMOR
JARINGAN LUNAK JINAK DAN GANAS BERDASARKAN HASIL
PEMERIKSAAN HISTOPATOLOGI**

Disusun dan diajukan oleh :


ROSMINI AMIN

Nomor Pokok :C125182010

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan
Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal 20 Oktober 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama


Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K)
NIP.19520112 198312 1 001

Pembimbing Pendamping


Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K)
NIP.19710908 200212 2 002

Ketua Program Studi


Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K)
NIP.19710908 200212 2 002

Dekan Fakultas


Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP.19680530 199603 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rosmini Amin

NIM : C125182010

Program Studi : Ilmu Radiologi

Jenjang : S2/PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul **“Akurasi Diagnostik Nilai ADC MRI dalam Memprediksi Tumor Jaringan Lunak Jinak dan Ganas Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Histopatologi”** adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 11 November 2022

enyatakan


Rosmini Amin

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir ini yang berjudul **“Akurasi Diagnostik Nilai ADC MRI Dalam Memprediksi Tumor Jaringan Lunak Jinak dan Ganas Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Histopatologi”**. Karya akhir ini disusun sebagai tugas akhir dalam Program Studi Dokter Spesialis-1 (Sp-1) Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari bahwa karya akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga dengan segala kerendahan hati saya mengharapkan kritik, saran dan koreksi dari semua pihak. Banyak kendala yang dihadapi dalam rangka penyusunan karya akhir ini, namun berkat bantuan berbagai pihak maka karya akhir ini dapat juga selesai pada waktunya.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K) selaku Ketua Komisi Penasehat
2. Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K) selaku Sekretaris Komisi Penasehat
3. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM selaku Anggota Komisi Penasehat
4. dr. Muhammad Phetrus Johan, M.Kes., PhD., SpOT(K) selaku Anggota Komisi Penasehat
5. dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K) selaku Anggota Komisi Penasehat

Atas segala arahan, bimbingan dan bantuan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan selama penelitian hingga penyusunan dan penulisan sampai dengan selesainya karya akhir ini. Saya ucapkan terima kasih atas segala arahan, nasehat dan bimbingan yang telah diberikan selama saya menjalani pendidikan di Bagian Radiologi FK UNHAS ini.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan saya kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Ketua TKP-PPDS FK UNHAS, Ketua Konsentrasi PPDS Terpadu FK UNHAS dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makasar.
2. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K), M.Med.Ed selaku Kepala Bagian Departemen Radiologi Universitas Hasanuddin, Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad(K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin dan Kepala Instalasi RSPTN Universitas Hasanuddin, dr. Eny Sanre, Sp.Rad (K), M.Kes selaku Kepala Instalasi Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, Prof. Dr. dr. Bachtiar Murtala, Sp.Rad (K), Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad. (K), dr. Nurlaily Idris, Sp.Rad (K), dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K), dr.Junus Baan, Sp.Rad (K), dr. Luthfy Attamimi, Sp.Rad, dr. Dario Nelwan, Sp.Rad(K), dr. Rafika Rauf, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. Rosdianah, Sp.Rad, M.Kes, dr. Isqandar Mas'oud, Sp.Rad (Alm), dr. Sri Muliati, Sp.Rad, Dr. dr. Shofiyah Latief, Sp.Rad (K), dr. Erlin Sjahril, Sp.Rad (K), dr. Suciati Damopolii, Sp.Rad(K), M.Kes, dr. St. Nasrah Aziz, Sp.Rad, dr. Achmad Dara, Sp.Rad, dr. Isdiana Kaelan, Sp.Rad, dr. Amir, Sp.Rad, dr. M. Abduh, Sp.Rad, dr.Taufiqulhidayat, Sp.Rad, dr. Besse Arfiana Arif, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. Alia Amalia, Sp.Rad, dan dr. Nur Amelia Bachtiar, MPH, Sp.Rad, serta seluruh pembimbing dan dosen luar biasa dalam lingkup Bagian Radiologi FK-UNHAS atas arahan dan bimbingan selama saya menjalani pendidikan.
3. Direksi beserta seluruh staf RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makasar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas kesempatan yang diberikan kepada kami untuk menjalani pendidikan di rumah sakit ini.
4. Para staf Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, staf Administrasi Bagian Radiologi FK UNHAS, dan Radiografer Bagian Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas bantuan dan kerja samanya.

5. Suami saya Bayu L. Ajie, S.Kom, kedua orang tua saya Ayah Alm. H. Amin dan Ibu HJ. Sarniati , mertua saya Ayah Alm.H. Kasmad dan ibu Rosdiana, adik saya Indriani dan Firdaus, beserta seluruh Keluarga Besar yang sangat saya cintai dan hormati yang dengan tulus dan penuh kasih sayang senantiasa memberikan dukungan, bantuan dan selalu mendoakan saya.
6. Teman PPDS terbaik angkatan Januari 2019 serta seluruh teman PPDS Radiologi lainnya yang telah banyak memberikan bantuan materi, motivasi dan dukungan kepada saya dan keluarga selama masa pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.
7. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doanya. Saya ucapkan banyak terima kasih.

Melalui kesempatan ini pula perkenankan saya mengucapkan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekhilafan saya baik disengaja maupun tidak kepada semua pihak selama menjalani pendidikan ini.

Saya berharap semoga karya akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan Ilmu Radiologi di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas budi baik kepada semua pihak yang telah memberikan dukungannya.

Makassar, 11 November 2022

Rosmini Amin

ABSTRAK

ROSMINI AMIN. *Akurasi Diagnostik Nilai ADC MRI dalam Memprediksi Tumor Jaringan Lunak Jinak dan Ganas Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Histopatologi* (dibimbing oleh Muhammad Ilyas dan Mirna Muis).

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 dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo pada bulan Februari 2020 - Agustus 2022. Sampel sebanyak 36 orang dengan rentang usia 9 - 74 tahun. Data dianalisis menggunakan metode statistik, yaitu menghitung nilai sensitivitas, spesifisitas, *positive predictive value* dan *negative predictive value* 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 rata-rata ADC 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%, *positive predictive value* 64,3%, *negative predictive value* 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

ROSMINI AMIN. *Diagnostic Accuracy of ADC Values MRI in Predicting Benign and Malignant Soft Tissue Tumors Based on Histopathological Examination* (Supervised by Muhammad Ilyas and Mirna Muis).

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 64.39%, 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



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
KARYA AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3....TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 HIPOTESIS PENELITIAN	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 DEFINISI	5
2.2 EPIDEMIOLOGI.....	5
2.3 KLASIFIKASI	6
2.4 PENYEBAB.....	8
2.5 DIAGNOSIS	9
2.6 GAMBARAN MRI TUMOR	14
2.7 KARAKTERISTIK TUMOR BERDASARKAN DWI MRI	23
BAB III KERANGKA PENELITIAN.....	35
3.1 KERANGKA TEORI.....	35
3.2 KERANGKA KONSEP	36
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	37
4.1 DESAIN PENELITIAN	37
4.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	37
4.3 POPULASI PENELITIAN.....	37
4.4 SAMPEL DAN CARA PENGAMBILAN SAMPEL	37
4.5 PERKIRAAN SAMPEL	37
4.6 KRITERIA INKLUSI DAN EKSKLUSI.....	38
4.7 IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI VARIABEL	38
4.8 DEFINISI OPERASIONAL DAN KRITERIA OBJEKTIF	38
4.9 CARA KERJA	39
4.10 IZIN PENELITIAN DAN ETHICAL CLEARANCE	40
4.11 PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA	40
4.12 ALUR PENELITIAN	41

BAB V HASIL PENELITIAN	42
5.1 ANALISIS KARAKTERISTIK SAMPEL	42
5.2 DESKRIPSI VARIABEL PENELITIAN.....	44
5.3 UJI PERBEDAAN	47
5.4 UJI ROC.....	47
BAB VI PEMBAHASAN	51
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
7.1 KESIMPULAN	55
7.2 SARAN.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN 1.....	59
LAMPIRAN 2.....	60
LAMPIRAN 3.....	61
LAMPIRAN 4.....	64

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Halaman
1	Klasifikasi tumor jaringan lunak WHO 2020	6
2	Tumor jaringan lunak yang tidak termasuk klasifikasi WHO 2020	8
3	Nomenclature kategori utama soft tissue sarcoma	15
4	Distribusi sampel berdasarkan jenis kelamin	42
5	Distribusi sampel berdasarkan usia	42
6	Distribusi sampel berdasarkan lokasi tumor	43
7	Distribusi sampel berdasarkan hasil histopatologi	43
8	Deskripsi variable berdasarkan hasil histopatologi	45
9	Deskripsi variable berdasarkan nilai ADC	45
10	Deskripsi variable nilai rata-rata ADC berdasarkan hasil histopatologi	45
11	Uji perbedaan nilai ADC dengan hasil histopatologi	47
12	Hasil pengujian ROC	48
13	Uji diagnostic nilai ADC MRI dengan hasil histopatologi	49

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Halaman
1.	Tumor jaringan lunak pada lengan	9
2.	CT scan liposarcoma	12
3.	MRI Rhabdomyosarcoma alveolus	16
4.	MRI Malignant Peripheral Nerve Sheat Tumor	17
5.	MRI Diffuse Tenosynovial Giant Cell	19
6.	MRI Kista ganglion	20
7.	MRI Lipoma	21
8.	MRI Lipoma	21
9.	MRI Hemangioma	22
10.	Hubungan antara derajat selularitas dan restricted diffusion berdasarkan histopatologi	25
11.	Skema pergerakan molekul air	26
12.	Diagram pulse sequens dan DWI	27
13.	Peta ADC pelvis	28
14.	MRI Tumor desmoid (fibromatosis)	30
15	MRI Schwannoma	32
16	MRI High Grade Sarcoma	32
17	MRI Hemangioma Intramuskular	34

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
MRI	Magnetic Resonansi Imaging
DWI	Diffusion Weighted Imaging
ADC	Apparent Diffusion Coefficient
USG	Ultrasonography
PET	Emisi Positron Tomography
CT	Computed Tomography
D-TSGCT	Diffuse Tenosynovial Giant Cell
TMJ	Temporomandibular Joint
T2WI	Sekuens T2 weighted image
T1WI	Sekuens T1 weighted image
Flair	Fluid Attenuated Inversion Recovery
STIR	Short Tau Inversion Recovery
RF Pulse	Refocussing pulse
ROI	Region of Interest
TR	Repetition Time
TE	Echo Time
FOV	File of View

DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran	Halaman
1	Rekomendasi Persetujuan Etik	59
2	Contoh pemeriksaan DWI/ADC MRI tumor jaringan lunak jinak dan ganas	60
3	Data sampel penelitian	61
4	Curriculum Vitae	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumor jaringan lunak adalah tumor yang pertumbuhan sel ditemukan pada tendon, otot, ligamen, tulang rawan, saraf, pembuluh darah dan lemak. Tumor jaringan lunak bisa bersifat ganas atau jinak. Tumor jinak diperkirakan terjadi 10 kali lebih sering daripada pertumbuhan kanker (disebut secara medis sebagai sarkoma). Sebenarnya Tumor jaringan lunak sering terjadi, namun kejadian sebenarnya tumor ini sulit didapatkan, mengingat bahwa sebagian besar tidak dikenali atau hanya dilakukan untuk evaluasi medis ketika individu tidak peduli dengan adanya massa asimtomatik. Kebanyakan tumor jaringan lunak adalah jinak. Di Amerika, tumor jinak lebih besar dari tumor ganas sekitar 150: 1. dengan perkiraan 20 tumor jaringan lunak ganas per 1 juta orang. Sarkoma jaringan lunak dapat terjadi pada usia kapan pun, meskipun mayoritas terlihat pada pasien berusia 40 tahun atau lebih. Sedangkan sarkoma pada anak-anak, lebih dari 50% adalah Rhabdomyosarcomas. Pada dewasa muda, sarkoma synovial dan sarkoma epiteloid adalah yang paling banyak didiagnosis. Sarkoma lebih sering terjadi di ekstremitas bawah daripada ekstremitas atas dengan rasio 2:1. Hampir sepertiga sarkoma terjadi di trunk dan pelvis serta 10% terjadi di kepala dan leher. Sedangkan Menurut National Cancer Institute, sekitar 43 % sarkoma terjadi di lengan dan kaki; 34 % terjadi di sekitar organ dalam; 10 % terjadi di daerah dada dan punggung; dan 13 persen terjadi di lokasi lain. (Orthopaedics and sports medicine 2022),(Dane J. Church et al, 2017)

Umumnya pertumbuhan massa jaringan lunak berbentuk bulat, tetapi bisa elips atau memanjang seperti sosis. Massa yang lebih besar dari 5 cm (2 inci) memiliki risiko tertinggi menjadi ganas dan memerlukan evaluasi medis. Massa jinak lebih cenderung menyakitkan saat disentuh, seperti abses. Tumor jinak juga cenderung tumbuh lebih lambat, dan berukuran lebih kecil dari 5 cm (2 inci). Sarkoma (pertumbuhan kanker) lebih sering tidak menimbulkan rasa sakit. Massa kanker lebih cenderung tumbuh dengan cepat, dan memiliki lesi satelit di sekitarnya. (Orthopaedics and sports medicine 2022)

Perbedaan antara tumor jaringan lunak jinak dan ganas adalah wajib untuk pilihan terapi yang tepat dan perencanaan . Pengobatan tumor jaringan lunak

mempunyai alat diagnostic yang dapat membedakan tumor ganas dari tumor jinak dengan cara non-invasif. Ultrasound (USG) adalah alat yang berguna untuk lokalisasi lesi tetapi tidak cukup dapat diandalkan untuk mengkarakterisasi massa. Computed tomography (CT) dikaitkan dengan paparan radiasi dan tidak dapat secara akurat membedakan antara tumor ganas dan tumor jinak. Emisi positron tomography (PET)-CT adalah modalitas pencitraan metabolic yang mungkin menunjukkan beberapa tumpang tindih antara keganasan, infeksi dan beberapa tumor jinak. MRI memiliki keunggulan dalam penilaian tumor jaringan lunak. Beberapa kriteria keganasan terlihat jelas pada pemeriksaan MRI , seperti invasi jaringan di dekatnya (misalnya sendi dan bundel neurovaskular) dan kerusakan tulang yang berdekatan. Sebaliknya, beberapa tumor yang sangat kuat mungkin menunjukkan perilaku jinak dan muncul sebagai massa berkapsul halus tanpa edema perifokal sekitarnya atau peningkatan kontras yang signifikan. MRI dengan kontras adalah komponen kunci dari penilaian pencitraan MR konvensional massa dalam hal membedakan tumor solid dari kista, menggambarkan batas massa, dan menentukan jumlah nekrosis tumor. Namun, administrasi bahan kontras membutuhkan akses intravena, relatif dikontraindikasikan pada pasien hamil, dan mungkin dihambat oleh alergi terhadap bahan kontras atau oleh fungsi ginjal yang buruk atau memburuk karena risiko fibrosis sistem nefrogenik. Biopsi sangat penting untuk mencapai diagnosis akhir tetapi adalah prosedur invasif yang membawa risiko kesalahan pengambilan sampel dan mungkin berhubungan dengan perdarahan. (A. Razek et al, 2012), (Ty K. Subhawong, MD et al, 2014), (Omar A. Hassanien et al, 2018)

Diffusion-Weighted Imaging (DWI) adalah teknik pencitraan MR fungsional tanpa kontras yang mencerminkan perbedaan brownian motion dari air yang disebabkan oleh variasi mikrostruktur jaringan. The Apparent Diffusion Coefficient (ADC) adalah ukuran kuantitatif Brownian motion. Nilai ADC yang rendah mencerminkan mikroseluler yang tinggi, lingkungan di mana difusi dibatasi oleh banyaknya membran sel, sedangkan nilai ADC tinggi diamati di daerah aseluler yang memungkinkan difusi bebas molekul air. Dengan demikian, DWI menawarkan fungsional kuantitatif penilaian seluleritas pada tingkat molekuler, dengan potensi untuk membantu membedakan antara lesi jinak dan ganas serta meningkatkan evaluasi MRI dari respons pengobatan. Manfaat

khusus dari DWI meliputi: waktu scan yang singkat dan kurangnya kebutuhan untuk bahan kontras intravena; oleh karena itu, dapat dimasukkan ke dalam rutinitas protokol pencitraan. Pencitraan DWI telah digunakan untuk diagnosis neoplasma tulang dan jaringan lunak primer, deteksi metastasis tulang, dan penilaian respon pengobatan untuk tumor tulang dan jaringan lunak. (Ty K. Subhawong, MD et al, 2014), (Omar A. Hassanien et al, 2018).

Sehubungan dengan hal tersebut, dalam upaya untuk menegaskan diagnosis keganaaan tumor jaringan lunak serta belum ada penelitian tentang akurasi nilai ADC MRI dalam menentukan keganasan tumor jaringan lunak di Makassar . Maka peneliti ingin melakukan penelitian untuk mengetahui akurasi diagnostik nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, dapat dirumuskan pertanyaan sebagai berikut : Bagaimana akurasi diagnostik nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi?

1.3 Tujuan penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui akurasi diagnostic nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Menentukan nilai ADC tumor jaringan lunak pada pemeriksaan MRI
- b. Membandingkan nilai ADC MRI dengan hasil histopatologi pada tumor jaringan lunak
- c. Menentukan sensitifitas nilai ADC MRI dalam mendeteksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas
- d. Menentukan spesifisitas nilai ADC MRI dalam mendeteksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas
- e. Menentukan nilai prediksi positif nilai ADC MRI dalam mendeteksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas
- f. Menentukan nilai prediksi negative nilai ADC MRI dalam mendeteksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas
- g. Menentukan akurasi nilai ADC MRI dalam mendeteksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas

1.4 Hipotesis penelitian

Nilai diagnostic ADC MRI akurat dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Memberikan informasi ilmiah tentang akurasi nilai ADC MRI dalam memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi

1.5.2 Manfaat metodologis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya

1.5.3 Manfaat Aplikatif

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi ahli radiologi dalam mengaplikasikan nilai ADC MRI pada tumor jaringan lunak sehingga dapat membantu memprediksi tumor jaringan lunak jinak dan ganas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi tumor jaringan lunak

Tumor jaringan lunak adalah tumor yang pertumbuhan selnya ditemukan pada tendon, otot, ligamen, tulang rawan, saraf, pembuluh darah dan lemak. Jaringan lunak muncul dari mesenkim, yang berdiferensiasi selama perkembangan menjadi lemak, otot, saraf tepi, pembuluh darah, dan jaringan fibrosa . Tumor jaringan lunak diklasifikasikan berdasarkan histologis dari komponen dasar lesi jaringan lunak, tapi ini tidak berarti bahwa tumor ini muncul dari jaringan tersebut. Misalnya, lipoma mengandung sel-sel yang menghasilkan lemak, namun, lipoma tidak selalu berasal dari sel lemak. (Orthopaedics and sports medicine 2022) (JimS.Wu,MD et al, RSNA 2009)

2.2 Epidemiologi tumor jaringan lunak

Kebanyakan tumor jaringan lunak adalah jinak. Di Amerika tumor jinak lebih besar dari tumor ganas sekitar 150: 1. dengan perkiraan 20 juta tumor ganas per 1 juta orang. Sarkoma jaringan lunak dapat terjadi pada usia kapan pun, meskipun mayoritas terlihat pada pasien berusia 40 tahun atau lebih. Sedangkan sarkoma pada anak-anak, lebih dari 50% adalah Rhabdomyosarcomas. Pada dewasa muda, sarkoma synovial dan sarkoma epiteloid adalah yang paling banyak didiagnosis. Sarkoma lebih sering terjadi di bagian bawah ekstremitas daripada di ekstremitas atas dengan rasio 2:1. Hampir sepertiga sarkoma terjadi di trunk dan pelvis serta 10% terjadi di kepala dan leher. Sedangkan Menurut National Cancer Institute, sekitar 43 % sarkoma terjadi di lengan dan kaki; 34 % terjadi di sekitar organ dalam; 10 % terjadi di daerah dada dan punggung; dan 13 persen terjadi di lokasi lain. (Orthopaedics and sports medicine 2022),(Dane J. Church et al, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammed S. Alorjani dan teman-teman dengan sampel penelitian sebanyak +/- 157 sampel soft tissue sarcoma didapatkan ada sedikit dominasi laki-laki dengan 89 laki-laki dan 68 perempuan (masing-masing 56,7% dan 43,3%), menunjukkan rasio pria:wanita 1,3:1. Usia

rata-rata adalah 39 tahun dan usia berkisar dari kurang dari satu tahun sampai 90 tahun. Perkiraan prevalensi penyakit di Eropa telah menunjukkan sarkoma yang paling sering diamati adalah leiomyosarcoma (19%), liposarcoma (16%) diikuti oleh sarkoma yang tidak ditentukan (14%) . Tingkat prevalensi berbeda di Amerika dimana soft tissue sarcoma yang paling umum pada orang dewasa di adalah sarcoma pleomorphic tidak berdiferensiasi diikuti oleh liposarcoma, dan kemudian leiomyosarcoma. (Mohammed S. Alorjani et al, 2022).

2.3 Klasifikasi tumor jaringan lunak

Edisi ke-5 dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), klasifikasi tumor jaringan lunak dan tulang dipublikasikan terlampir pada April 2020. Sejak penerbitan edisi ke-4 pada Februari 2013, 2 kemajuan besar telah dibuat dalam pemahaman kita tentang tumor jaringan lunak, yaitu bentuk perubahan molekuler dan genetik yang baru dikenali, penanda imunohistokimia, dan mekanisme biologis. Klasifikasi WHO 2020 yang baru mengikuti organisasi yang sama dengan edisi sebelumnya , menjelaskan kelompok garis keturunan yaitu: (1) tumor adiposa, (2) tumor fibroblastik dan myofibroblastik, (3) fibrohistiocytic (4) tumor vaskular, (5) perisitik (peri-vaskular) tumor, (6) tumor otot polos, (7) tumor otot tulang, (8) tumor stroma gastrointestinal (GISTs), (9) tumor chondro-osseous, (10) tumor peripheral nerve sheat dan (11) Tumors of uncertain differentiation. Terdapat pula juga tumor jaringan lunak yang tidak dimasukkan kedalam kalsifikasi WHO yaitu Ganglion, hematoma, seroma dan abscess. Klasifikasi WHO dari tumor jaringan lunak berfungsi sebagai: panduan untuk memperjelas diagnosis di antara tim multidisiplin terdiri dari ahli patologi, radiologi, dan klinisi. Klasifikasi tumor jaringan lunak diperlukan untuk diagnosis yang akurat, manajemen pasien yang benar, dan prognosis. (JimS.Wu,MD et al, RSNA 2009), (Joon Hyuk Choi et al, 2020), (Michael E. Kallen et al, 2020).

Tabel 2.1: Klasifikasi tumor jaringan lunak WHO 2020

Kategori tumor	Contoh tumor
Tumor adiposa	a. Lipoma, lipomatosis, lipomatosis of nerve, lipoblastoma, lipoblastomatosis, hibernoma (benign), b. Liposarcoma: dedifferentiated, myxoid, round cell, pleomorphic, mixed type, not

	otherwise specified (malignant)
Fibroblastic/myofibroblastic	<p>a. Nodular fasciitis, myositis ossificans, elastofibroma, fibromatosis coli, fibroma of tendon sheath, Gardner fibroma (benign),</p> <p>b. Superficial fibromatosis, desmoid-type fibromatoses, lipofibromatosis (malignant)</p>
Fibrohistiocytic	<p>a. GCT of tendon sheath, diffuse-type giant cell, deep benign fibrous histiocytoma (benign)</p> <p>b. Pleomorphic fibrous histiocytoma or undifferentiated pleomorphic sarcoma, giant cell fibrous histiocytoma or undifferentiated pleomorphic sarcoma with giant cells, inflammatory fibrous histiocytoma or undifferentiated pleomorphic sarcoma with prominent inflammation (malignant)</p>
Tumor vaskuler	<p>a. Hemangioma, epithelioid hemangioma, angiomas, lymphangioma (benign)</p> <p>b. Retiform hemangioendothelioma, Kaposi sarcoma (malignant)</p>
Perivaskuler	Glomus tumor, myopericytoma
Tumor otot polos	<p>a. Angioleiomyoma, leiomyoma of deep soft tissue (benign)</p> <p>b. Inflammatory leiomyosarcoma (malignant)</p>
Tumor otot rangka	<p>a. Rhabdomyoma (benign)</p> <p>b. Rhabdomyosarcoma: embryonal, alveolar, pleomorphic (malignant)</p>
Peripheral nerve sheat	Malignant melanotic nerve sheath tumor
Tumors of uncertain Differentiation	<p>a. Intramuscular myxoma, juxtaarticular myxoma, ectopic hamartomatous thymoma (benign)</p> <p>b. Synovial sarcoma, epithelioid sarcoma,</p>

	clear cell sarcoma of soft tissue, extraskeletal myxoid chondrosarcoma, extraskeletal Ewing tumor, intimal sarcoma (malignant)
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Terdapat juga tumor jaringan lunak yang tidak dimasukkan kedalam kalsifikasi WHO yaitu : (Joon Hyuk Choi et al, 2020), (Michael E. Kallen et al, 2020).

Tabel 2.2:Tumor jaringan lunak yang tidak termasuk dalam kalsifikasi WHO 2020

Tipe tumor	Tumor
Tumor Neurogenic benign	Morton neuroma; traumatic neuroma; PNST: schwannoma (neurilemoma), neurofibroma; perineurioma
Tumor Neurogenic maligna	PNST
Tumorlike	Ganglion; hematoma; seroma; abscess; epidermoid inclusion cyst; foreign body granuloma; anomalous muscle: soleus, palmaris longus, manus brevis

2.4 Penyebab tumor jaringan lunak

Penyebab sebagian besar tumor jaringan lunak tidak diketahui. Bukti menunjukkan bahwa beberapa kelainan genetik dan mutasi bisa menyebabkan tumor jaringan lunak jinak dan ganas. Paparan radiasi memiliki hubungan yang kuat dengan perkembangan sarkoma (pertumbuhan kanker). Ada asosiasi lemah tumor jaringan lunak dengan paparan karsinogen lingkungan. (Orthopaedics and Sports Medicine, 2022)

2.5 Diagnosis tumor jaringan lunak

Diagnosis tumor jaringan lunak ditetapkan melalui :

a. *Anamnesis*

Meskipun ciri klinis tumpang tindih antara tumor jaringan lunak jinak dan ganas, secara umum diagnosis banding yang akurat dapat diformulasikan setelah anamnesis dan pemeriksaan fisik telah dilakukan. Anamnesis harus mencakup pertanyaan yang ditujukan untuk menentukan berapa lama massa telah hadir serta sifat dan durasi gejala terkait. Setiap perubahan dalam ukuran atau laju pertumbuhan massa harus dicatat, serta riwayat kanker sebelumnya. Mendahului trauma harus dicatat sebagai riwayat trauma menunjukkan adanya hematoma atau mungkin myositis ossificans. Abses meningkatkan diferensial jika pasien mengeluh gejala konstitusional, penyembuhan luka lambat atau massa yang membesar dengan cepat, lesi berwarna kemerahan, hangat dan lembut. Artropati kristal atau inflamasi, termasuk asam urat atau rheumatoid arthritis, juga dapat menghasilkan area yang merah, hangat dan tofus atau nodul jaringan lunak. (Dane J. Church et al, 2017)



Gambar 1 :
Tumor jaringan lunak pada lengan

b. *Pemeriksaan fisik*

Fitur pembeda yang dapat membantu mempersempit diagnosis tumor jaringan lunak adalah ukuran, kedalaman, konsistensi, dan mobilitas massa. Biasanya, massa yang superfisial dan berukuran < 5 cm cenderung jinak, sedangkan, massa > 5 cm atau ditemukan dalam fascia memiliki kemungkinan yang lebih tinggi untuk menjadi ganas. Namun, 1/3 dari sarkoma akan muncul sebagai massa superfisial. Massa padat dan tetap menunjukkan sarkoma . Massa jinak sering lunak dan mobile, seperti yang khas dari sebuah lipoma.

Pada orang dewasa, sebagian besar tumor jaringan lunak adalah lipoma, sedangkan pada anak sebagian besar adalah hemangioma. Pasien dengan tumor jaringan lunak, apakah jinak atau ganas, biasanya hadir dengan tanpa rasa sakit, tumbuh menonjol. Tumor subkutan sering mudah dikenali, memungkinkan pasien untuk mengisolasi lokasi tumor yang tepat dan memberikan detail deskripsi sifat dan durasi dari gejala tumor. Sebaliknya, tumor jaringan lunak yang terletak di dalam otot atau di bawah fascia mungkin awalnya tidak dikenali dan seringkali tidak terlokalisasi sampai tumor telah tumbuh menjadi ukuran besar (>10 cm). (Dane J. Church et al, 2017)

c. Pemeriksaan penunjang

1. Pemeriksaan Laboratorium

Saat ini, tidak ada penelitian laboratorium khusus yang signifikan dalam evaluasi tumor jaringan lunak. Studi rutin seperti white blood count, sedimentasi eritrosit, dan protein c-reaktif mungkin meningkat dalam berbagai kondisi. Kadar kalsium dan fosfor mungkin abnormal dalam pengaturan kalsinosis tumoral. Sebuah peningkatan kadar laktat dehidrogenase terlihat pada pasien dengan limfoma. Kadar asam urat dapat meningkat pada penyakit asam urat. Tes ini tidak spesifik dan umumnya penggunaan terbatas. (Dane J. Church et al, 2017)

2. Pemeriksaan Radiologi

Evaluasi dan manajemen tumor jaringan lunak sering sangat bergantung pada informasi yang dikumpulkan melalui pencitraan dan mungkin melibatkan plain radiografi, computed tomography (CT), ultrasound (USG), dan pencitraan resonansi magnetic (MRI).

1) Plain Radiografi

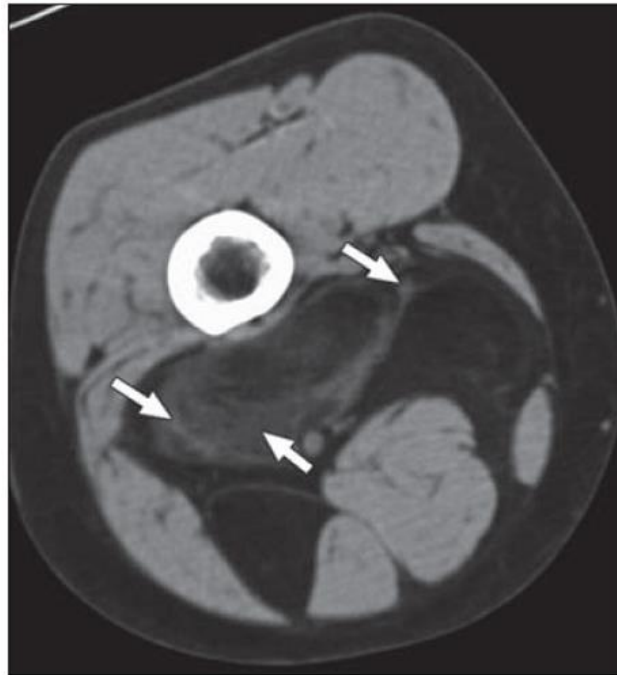
Meskipun memiliki peran terbatas dalam mendiagnosis definitive, tetapi pementasan tumor jaringan lunak, harus diperoleh terlebih dahulu untuk menentukan ada atau tidaknya keterlibatan tulang. Plain radiografi hanya dapat mengungkapkan non-spesifik perubahan shadowing jaringan lunak normal. Meski jarang, keterlibatan tulang dapat dinilai pada plain radiografi dan mungkin terlihat dalam bentuk erosi kortikal, hiperostosis kortikal atau reaksi periosteal. (Dane J. Church et al, 2017)

2) Ultrasonography (USG)

Ultrasonography adalah modalitas pencitraan lain yang hemat biaya dengan nilai prediksi negatif yang tinggi untuk massa jaringan lunak. USG dapat membantu untuk menentukan konsistensi (padat atau kistik), hubungan dengan struktur yang berdekatan, vaskularisasi, ukuran, dan bentuk dari tumor. Penggunaan USG dapat meniadakan kebutuhan akan lebih banyak pencitraan mahal seperti MRI, hindari biopsi yang tidak perlu, dan memandu rencana perawatan yang tepat. Namun, ketika diagnosis tetap tidak pasti atau mengenai fitur dari tumor diidentifikasi tidak jelas, maka pencitraan lebih lanjut harus dilakukan. Yang penting, USG dapat digunakan intraoperatif untuk biopsi atau eksisi dan sangat berharga jika benjolan tidak teraba. (Dane J. Church et al, 2017)

3) CT Scan

CT scan sangat baik dalam mengungkapkan hubungan antara tumor jaringan lunak dan tulang yang berdekatan, terutama di daerah anatomi yang kompleks seperti tulang belakang dan pelvis. Penggunaan pencitraan 3D sangat berharga untuk menggambarkan sifat keterlibatan tulang dan luasnya untuk perencanaan pra operasi. Massa jaringan lunak jinak cenderung tumbuh lambat dalam jangka waktu yang lama dan, oleh karena itu, sering menunjukkan erosi tekanan halus atau scalloping tulang yang berdekatan. Massa jaringan lunak intraartikular, seperti pada kondromatosis sinovial, secara klasik mengakibatkan scalloping dari bagian intraartikular dari tulang yang berdekatan. Massa ganas sering menunjukkan perilaku agresif, sebagaimana dibuktikan oleh infiltrasi dan destruksi osseus. Histiocytoma fibrosa ganas, misalnya, biasanya menunjukkan destruksi korteks yang berdekatan. (Ty K. Subhawong, MD et al, 2010)



Gambar 2: Wanita 49 tahun datang dengan keluhan bengkak pada paha belakang kanan. CT aksial menunjukkan sebagian besar fatty mass dengan soft tissue internal stranding dan beberapa nodularitas (panah). Pembedahan mengungkapkan liposarcoma berdiferensiasi baik atau tumor lipomatous atipikal. Ini adalah tumor tingkat rendah yang tidak cenderung bermetastasis tetapi dapat kambuh secara lokal setelah eksisi. (Ty K. Subhawong, MD et al, 2010)

Peran utama CT dalam evaluasi massa jaringan lunak adalah tambahan dari MRI untuk karakterisasi massa. Dengan CT, Mineralisasi dalam massa jaringan lunak dapat dihasilkan dari osifikasi atau kalsifikasi atau keduanya dan menghasilkan tampilan material berdensitas tinggi pada radiografi atau CT scan. Pola dan karakteristik morfologi mineralisasi dapat menjadi petunjuk untuk penyebab massa jaringan lunak dan menyarankan diagnosis histologis. Dengan MRI, identifikasi mineralisasi dalam massa jaringan lunak seringkali terbatas karena intensitas sinyal kalsium yang bervariasi. Kepadatan lesi dapat menunjukkan gambaran diagnosis histologis, dan evaluasi hati-hati dari tulang yang berdekatan sering mengungkapkan perilaku agresif. Berkenaan dengan kondisi neoplastik, tumor jaringan lunak jinak umumnya menunjukkan gambaran yang jelas dengan peningkatan kontras homogen, sedangkan tumor ganas biasanya tidak teratur dan menunjukkan peningkatan kontras heterogen. Teknik

CT angiografi dan pasca-pemrosesan 3D adalah: sangat berguna dalam evaluasi massa jaringan lunak dan hubungannya dengan jaringan struktur tulang sekitarnya dan neurovaskular serta sering memberikan informasi anatomi penting untuk merujuk dokter dalam merancang pendekatan bedah yang optimal. Jadi, CT sering melengkapi teknik pencitraan lain dalam evaluasi radiologis pasien yang datang dengan massa jaringan lunak. (Ty K. Subhawong, MD et al, 2010)

4) MRI

MRI adalah modalitas pencitraan yang paling sensitif dan spesifik dalam evaluasi massa jaringan lunak. MRI adalah studi pilihan untuk lokalisasi dan staging tumor jaringan lunak yang menawarkan penggambaran terbaik dari struktur jaringan lunak dan hubungan massa terhadap struktur neurovaskular. MRI T1WI adalah yang terbaik untuk menentukan hubungan anatomis, sedangkan MRI T2WI mengidentifikasi cairan bebas ekstraseluler dan edema jaringan. Teknik fat suppression mengurangi sinyal yang dihasilkan oleh jaringan adiposa dan dapat lebih menonjolkan koleksi cairan abnormal dan area transisi tumor. MRI enhance- gadolinium telah menjadi bagian penting dari pemeriksaan untuk massa jaringan lunak karena memungkinkan dokter untuk membedakan lesi kistik dan solid. Lesi kistik akan memiliki peningkatan rim enhancement, yang tidak ada dalam lesi solid. Ini sangat penting untuk membedakan antara myxoma, myxoid liposarcomas, dan cairan yang diisi kista. (Dane J. Church et al, 2017).

Diffusion-Weighted Imaging (DWI) adalah teknik pencitraan MR fungsional tanpa kontras yang mencerminkan perbedaan dalam gerak Brown dari air yang disebabkan oleh variasi mikrostruktur jaringan. The Apparent Diffusion Coefficient (ADC) adalah ukuran kuantitatif gerak Brown. Nilai ADC yang rendah mencerminkan mikroseluler yang tinggi, lingkungan di mana difusi dibatasi oleh banyaknya membran sel, sedangkan nilai ADC tinggi diamati di daerah aseluler yang memungkinkan difusi bebas molekul air. Dengan demikian, pencitraan DW menawarkan fungsional kuantitatif penilaian seluleritas pada tingkat molekuler, dengan potensi untuk membantu membedakan antara lesi jinak dan ganas serta meningkatkan evaluasi pencitraan MR dari respons pengobatan. (Ty K. Subhawong, MD et al, 2014)

3. Pemeriksaan Histopatologi

Diagnosis histopatologi adalah diagnosis yang melibatkan pemeriksaan jaringan atau sel dibawah mikroskop. Prosedur untuk menghilangkan sepotong jaringan atau sampel dari tubuh ini disebut sebagai biopsi. (Royal college of pathologist, 2022)

Biopsi adalah komponen penting dari pemeriksaan diagnostik dan harus dilakukan di setiap kasus di mana keganasan dicurigai. Apalagi ini satu-satunya cara untuk menentukan apakah tumor jaringan lunak dan ganas, serta konfirmasi ini merupakan prasyarat untuk setiap terapi neoadjuvant. (Kathrin Katenkamp, 2009) (Mayoclinic 2014)

Biopsi sangat penting untuk mencapai diagnosis akhir tetapi ini adalah prosedur invasif yang membawa risiko kesalahan pengambilan sampel dan mungkin berhubungan dengan perdarahan. Meskipun ini adalah prosedur yang tampaknya sederhana, biopsi massa jaringan lunak secara teknis menantang dan berpotensi penuh dengan komplikasi. Diperlukan perencanaan yang matang untuk menentukan lokasi yang tepat dan pendekatan massa. Bila memungkinkan, ahli bedah harus berkonsultasi dengan kedua ahli radiologi dan ahli patologi sebelum melanjutkan ke biopsi. (A. Razek et al, 2012)(Dane . J. Church et al, 2017)

2.6 Gambaran MRI pada beberapa tumor jaringan lunak

Tumor jaringan lunak ganas

Sarcoma

Penyebab tumor jaringan lunak jarang, tetapi mungkin yang paling ditakuti adalah sarkoma jaringan lunak. Mereka adalah tumor asal mesenchymal yang secara histologis mirip. Lebih dari 50 mempunyai subtipe histologis yang berbeda. Kategori utama dirangkum dalam table 3 dibawah ini: (Paul L Mallinson et al, 2014)

Tabel 2.3 Nomenclature kategori utama dari soft tissue sarcoma	
Tumor menyerupai	Nama Tumor
Fat	Liposarkoma
Otot skeletal	Rhabdomyosarcoma
Peripheral Nerves	Malignant Peripheral nerve sheath tumor (PNST)
Vaskuler	Angiosarcoma
Jaringan fibrous	Fibrosarcoma
Bone	Osteosarcoma
Cartilago	Chondrosarcoma

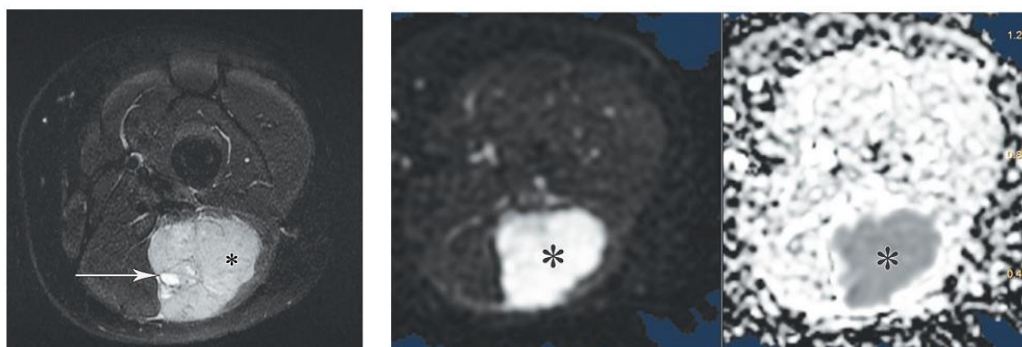
Sarkoma menyumbang kurang dari 1% dari tumor dewasa solid. Mereka diperkirakan telah menyebabkan 3490 kematian di Amerika Serikat pada tahun 2005, dengan insiden internasional 1,8-5,0 per 100.000 orang per tahun. Sebagian besar adalah tumor jaringan lunak, dengan > 10% terjadi di tulang. Dua pertiga dari sarkoma jaringan lunak terjadi pada ekstremitas. Faktor risiko tidak dipahami dengan baik dan tergantung pada subtipe. Mereka sering sporadis tetapi terkait dengan riwayat kanker keluarga dan paparan radiasi sebelumnya. Sarkoma secara tradisional dikaitkan dengan prognosis buruk karena gejala awal tidak spesifik, menyebabkan presentasi dan diagnosis tertunda, serta metastasis. Sarcoma lebih sering pada remaja dan dewasa muda daripada kanker lainnya, yang menyebabkan hilangnya substansial tahun hidup dan morbiditas dari kehilangan anggota badan. (Paul L Mallinson et al, 2014)

Protokol MRI didasarkan pada kombinasi dari sequens anatomis dan multiparametrik untuk mengevaluasi sarkoma jaringan lunak secara memadai. Setiap sequens memberikan informasi pelengkap untuk evaluasi tumor, termasuk karakterisasi, ekstensi, dan penilaian respon setelah pengobatan. Sarkoma jaringan lunak tidak memiliki pola MRI spesifik, menunjukkan intensitas sinyal variabel pada Gambar T1 dan T2 . Penampilan dengan sequens ini bervariasi tergantung pada adanya perdarahan, nekrosis, atau perubahan mikroid. Sequens T1WI konvensional dan fluid-sensitive MRI sequences (fat-suppressed T2-weighted or short τ inversion-recovery (STIR) penting untuk mengidentifikasi

dan menggambarkan luasnya tumor. Sarkoma jaringan lunak biasanya isointens T1WI terhadap otot, dengan derajat hiperintensitas yang bervariasi pada fluid-sensitive image . (Emilio J. Inarejos Clemente, MD et al, Radiographics 2020).

Diffusion-weighted Imaging (DWI) menyediakan informasi fungsional kuantitatif pada seluleritas tumor, membantu dalam diferensiasi antara tumor jinak dan ganas serta meningkatkan evaluasi respon pengobatan pada MRI. DWI dianggap berguna dalam menilai respon pengobatan lebih cepat dari pencitraan konvensional . Nilai koefisien difusi rata-rata (ADC) rata-rata dapat membantu membedakan lesi jinak dan ganas , sedangkan perubahan heterogenitas tumor ADC dievaluasi secara longitudinal selama pengobatan dapat memberikan metode lain untuk mengkarakterisasi kelangsungan hidup tumor.(Emilio J. Inarejos Clemente, MD et al, Radiographics 2020).

Rhabdomyosarcoma adalah tumor agresif yang dapat muncul di hampir semua bagian tubuh, kecuali tulang, diperkirakan berkembang dari sel mesenkim primitif, kemungkinan besar terkait dengan embriogenesis otot rangka. Fitur pencitraan beragam karena sub tipe histologis yang berbeda, situs primer, dan usia saat presentasi .Rhabdomyosarcoma adalah sarkoma jaringan lunak umum pada anak-anak dan 4,5% dari semua keganasan pediatrik . Insiden tahunan di Amerika Serikat adalah 4-5 kasus per juta pada anak-anak dan dewasa muda kurang dari 20 tahun . Secara keseluruhan, ini adalah tumor padat yang keempat terbanyak yang sering terjadi pada masa kanak-kanak dan yang ketiga tumor padat ekstrakranial pediatrik yang paling umum setelah neuroblastoma dan tumor Wilms. (Emilio J. Inarejos Clemente, MD et al, Radiographics 2020).



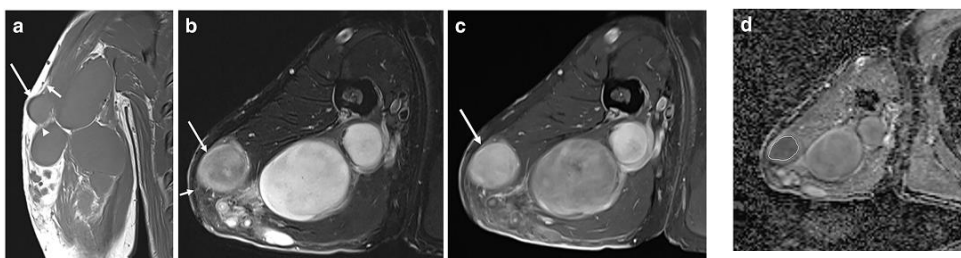
A

Gambar 3. Rhabdomyosarcoma alveolus pada anak laki-laki berusia 11 tahun dengan massa paha kiri. (a) Axial fat-suppressed T2-weighted image menunjukkan lesi hiperintens heterogen berlobus (*) dengan perifer komponen kistik atau nekrotik (panah) yang melibatkan otot bisep femori.(b) Axial diffusion-weighted image and ADC image menunjukkan restricted dalam massa (*) (Emilio J. Inarejos Clemente, MD et al, Radiographics 2020)

Malignant peripheral nerve sheath tumor (MPNST) diyakini berasal dari saraf perifer atau menunjukkan diferensiasi saraf perifer. Lebih khusus, mereka didefinisikan sebagai tumor nerve sheath yang timbul dari saraf perifer, dari tumor nerve sheath perifer yang sudah ada sebelumnya, atau dalam pengaturan sindrom neurofibromatosis tipe 1 (NF1). (Moh.Farid, 2014)

MPNST terdiri dari 2% dari semua sarkoma, sebagian kecil dari kelompok kanker yang mempengaruhi 5 orang per juta per tahun. Sedangkan MPNST dapat muncul pada usia berapa pun tanpa predileksi jenis kelamin, ia cenderung muncul lebih awal dalam kehidupan daripada kebanyakan sarkoma kompleks genom lainnya, yang umumnya lebih umum di luar dekade keenam. Usia rata-rata untuk MPNST sporadis adalah antara 30 dan 60 tahun, dan untuk MPNST terkait neurofibromatosis tipe 1 (NF1) adalah antara 20 dan 40 tahun. (Moh.Farid, 2014)

MPNST biasanya pada MRI memiliki intensitas sinyal variabel pada T1WI dan T2WI. Selubung saraf tumor memiliki intensitas sinyal yang sedikit lebih tinggi daripada otot pada T1WI dan secara nyata meningkatkan intensitas sinyal daripada lemak T2WI atau kontras enhanced image. Tanda patognomonik tumor neurogenik terlihat sebagai bentuk fusiform dengan nerve entering dan exiting mass. Pada T2WI, central Hipotensi sentral dikelilingi oleh perifer hiperintensitas disebut tanda target dan sebagian besar jinak. Penampilan target disebabkan oleh lebih banyak jaringan fibrosa vaskular terlihat di tengah dan lebih sedikit jaringan myxoid seluler dan vaskular perifer. (Aziza G Ichsan, 2009)



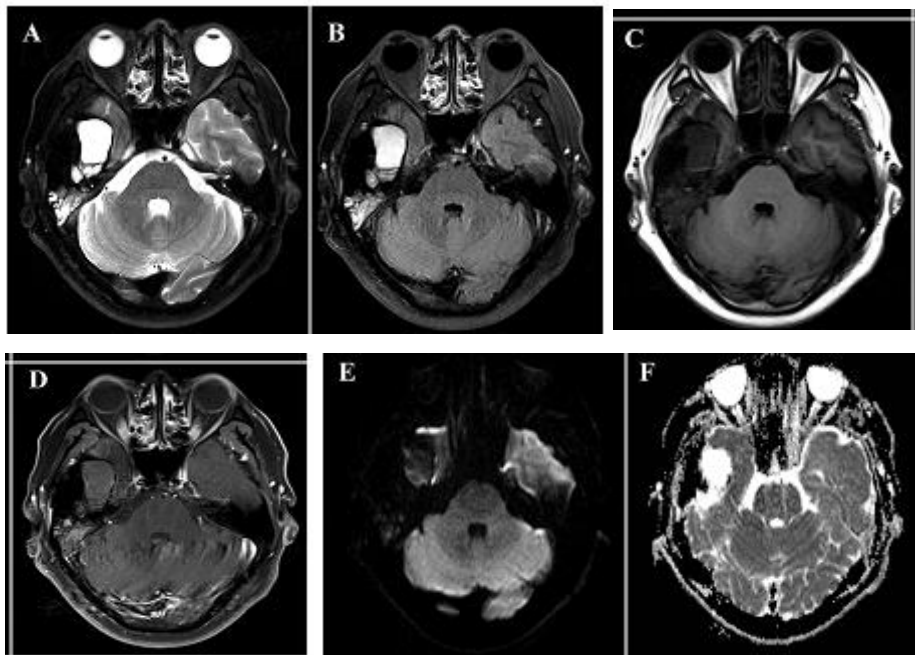
Gambar 4 Seorang wanita 31 tahun dengan neurofibromatosis tipe 1. A. Coronal T1WI menunjukkan sejumlah tumor selubung saraf perifer di lengan kanan atas. Massa jaringan lunak yang terletak paling lateral aspek lengan atas (panah panjang) tidak menunjukkan fat split sign yang pasti distal tumor (kepala panah), tetapi sinyal lemak sedikit dilenyapkan di daerah proksimal tumor (panah pendek). B. Axial fat-suppressed T2-weighted imaging mengungkapkan lebih dari tiga tumor di lengan kanan kanan atas. Tumor yang terletak di aspek lateral (panah panjang) memiliki peningkatan sinyal samar-samar peritumoral (panah pendek) pada aspek posterior. C. Massa ini (panah) ditingkatkan secara homogen pada CEFST1WI. D. Pada ADC, ROI menunjukkan pembatasan difusi dengan nilai ADC $1,093 \times 10^{-3} \text{mm}^2 / \text{s}$. Tumor ini diangkat melalui pembedahan dan dikonfirmasi secara patologis sebagai malignant peripheral nerve sheath tumor. (Jae sung yan et al, 2020)

Tumor jaringan lunak jinak

a. Diffuse-type giant cell (pigmented villonodular synovitis (PVNS)

Ini adalah tumor yang jarang dan biasanya jinak yang berkembang di sinovium, dengan insiden dua per 1 000 000 per tahun di pasien 40 tahun, dengan jenis kelamin distribusi sama. Lutut adalah tempat yang paling umum ; elbow, ankle dan hip kurang umum, serta jarang pada kaki dan sendi temporomandibular mungkin terlibat. Tulang belakang mungkin terpengaruh, terutama sendi sakroiliaka dan elemen vertebra posterior. (L. van der Heijden et al, 2012)

MRI biasanya menunjukkan proliferasi sinovial seperti massa dengan margin berlobus. Ini mungkin difus atau terbatas pada nodul tunggal yang terdefinisi dengan baik dalam bentuk lokal dengan intensitas sinyal rendah karena deposisi hemosiderin. Karakteristik sinyal meliputi hipointens hingga intermediate T1, peningkatan variable dengan kontras, pada T2WI sinyal hipointens hingga intermediate, beberapa area dengan sinyal tinggi kemungkinan karena cairan sendi atau sinovium yang meradang, STIR sinyal dominan tinggi dan gradient echo hipointens dan menunjukkan blooming. (Radiopedia 2021)



Gambar 5. Magnetic resonance imaging (MRI) seorang pria 48 tahun dengan diffuse tenosynovial giant cell (D-TSGCT) pada sendi temporomandibular kanan (TMJ). MRI mengungkapkan lesi yang didominasi hipointens dengan perubahan kistik fokal pada pencitraan T2WI (A), (FLAIR) (B) dan T1-weighted imaging (C), yang menginfiltrasi fossa kranial medial. Peningkatan ringan pada dinding bagian kistik dan tidak ada peningkatan pada bagian padat diamati setelah pemberian agen kontras (D). Lesi tersebut hipointens pada difusi-weighted imaging (DWI) (E) dan menunjukkan intensitas yang heterogen pada peta koefisien difusi semu (ADC) (F). (Xibiayo Yang et al 2020)

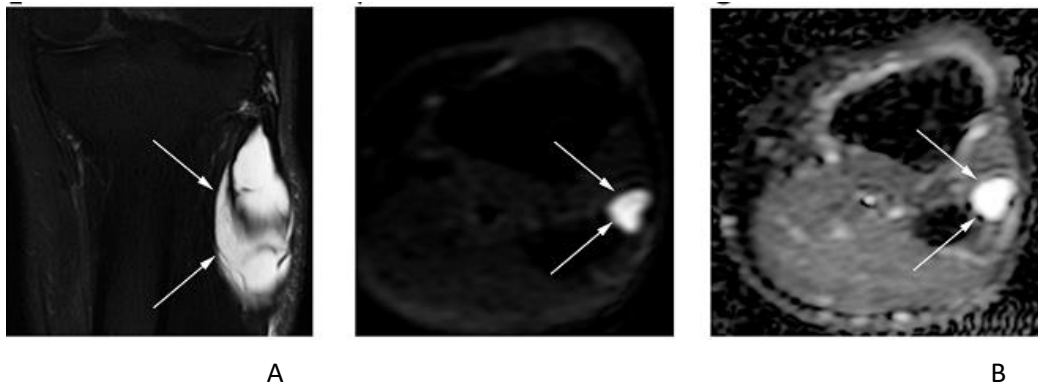
b. Kista Ganglion

Kista ganglion adalah massa kistik non malignant yang terjadi dalam hubungan dengan struktur muskuloskeletal. Mereka adalah massa jaringan lunak yang paling umum di tangan dan pergelangan tangan. Kista ganglion lebih sering terjadi pada wanita. (Radiopedia 2021)

Kista ganglion mungkin mewakili herniasi sinovial, atau akibat dari perubahan degeneratif kistik pada tendon sheath atau kapsul sendi. Karakteristik pencitraan yang khas adalah sebagai berikut :

- MRI: T1 hipointens, T2/STIR hiperintens, lesi kistik dengan septasi tipis dan rim enhancement pasca-gadolinium.
- Ultrasound: Lesi anechoic dengan peningkatan akustik posterior, unilokular atau multilokular, yang dapat berseptasi dan tidak dapat dikompresi.

- Biasanya di dekat sendi atau tendon sheath
- Mereka juga bisa menunjukkan edema pericyclic, hiperintens T1, jika cairan di dalamnya sangat berprotein dan jauh dari sendi. (Paul I mallinson 2014, Radiopedia 2021)

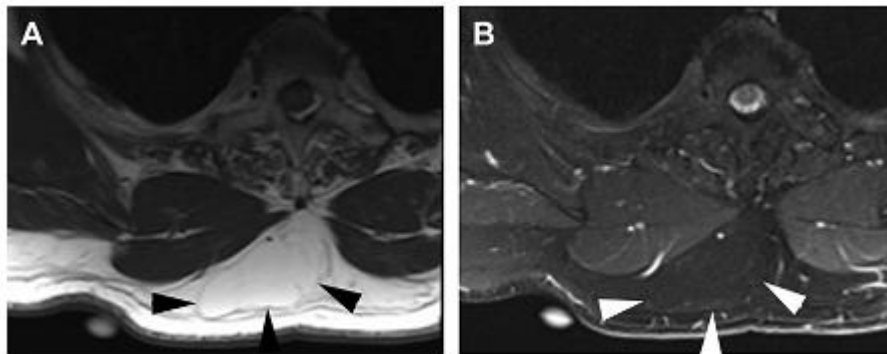


Gambar. 6. Kista ganglion perineural pada kaki. Kista ganglion (panah) menampilkan intensitas sinyal yang tinggi pada koronal fat-suppressed T2WI(A), aksial b = 800 DWI (B), dan peta ADC aksial (C). DWI nilai menunjukkan sinyal tinggi; peta ADC menegaskan tidak adanya difusi retriksi dan sifat kistik dari lesi (ADC: $2,603 \times 10^{-3}$ mm²/s). (Carmelo messina et al. 2020)

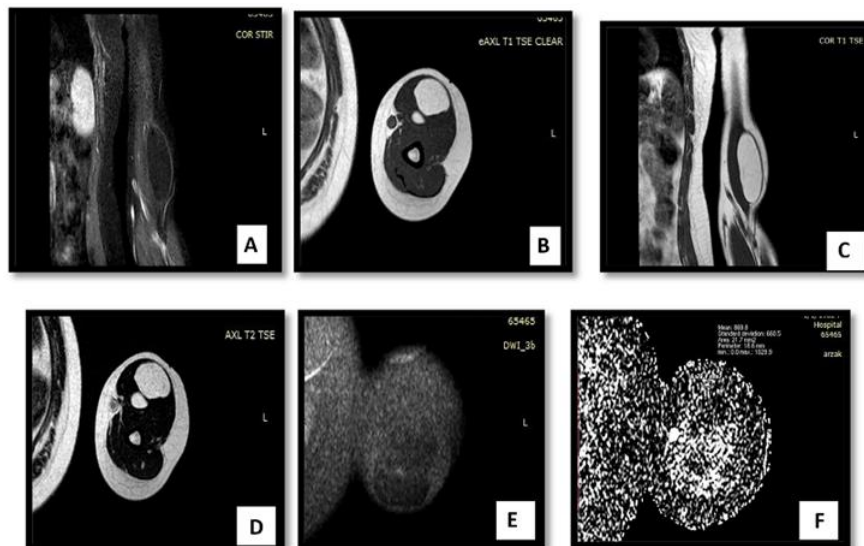
c. Lipoma

Lipoma adalah tumor jaringan lunak yang paling umum dan mengandung jaringan yang secara histologis identik dengan lemak adiposa . Insiden hingga 2,1 per 100 individu. Lipoma radiolusen pada radiografi dan computed tomografi (CT) dan isointense relatif terhadap subkutan lemak pada gambar MR diperoleh dengan semua sequens. (JimS.Wu,MD et al, RSNA 2009)

Lipoma itu encapsulated, hanya berisi lemak, tidak ada nodularitas atau penebalan septa, isointens terhadap lemak pada semua sequens MRI dengan complet fat saturation. Namun, mereka mungkin mengandung nekrosis lemak dan kalsifikasi terkait, perubahan, inflamasi, fibrosis, dan perdarahan. Lipoma dan liposarcoma yang berdiferensiasi baik dapat memiliki gambaran Fitur yang mencurigakan dari liposarcoma termasuk ukuran lebih besar dari 5 cm, komposisi lesi kurang dari 75% lemak, penebalan septa (>2 mm), nodul tanpa lemak dan lokasi intramuskular dalam. (Paul L Mallinson et al, 2014)



Gambar 7. Gambar aksial T1 (A) dan T2 FS (B) menunjukkan lesi enkapsulasi sederhana (kepala panah) tanpa nodul internal atau sekat tebal yang mengikuti lemak pada semua urutan. Penampilannya khas lipoma.

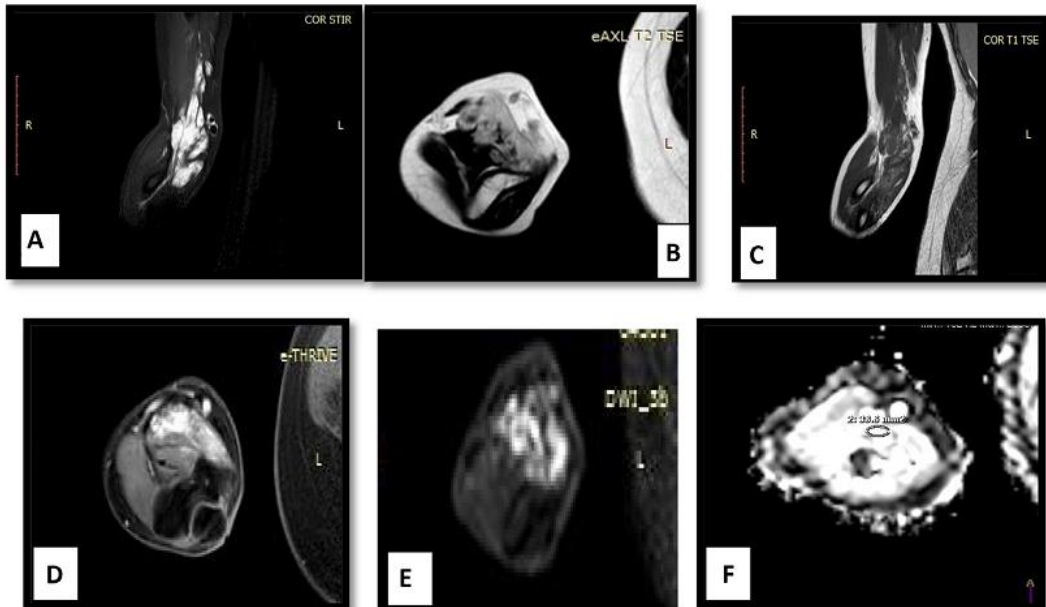


Gambar 8. Gambar 8. Pasien wanita 33 tahun, datang dengan keluhan massa yang tidak nyeri pada lengan kiri. Temuan MRI: Lengan kiri menunjukkan lesi yang agak berbatas tegas, berlobus, lesi massa jaringan lunak intramuskular terlihat di dalam otot biseps. Lesi yang ditekan oleh STIR (A), menimbulkan SI tinggi di T1WI (B & C), kurang cerah di T2WI (D). memunculkan sinyal rendah di DWI (E), dengan difusi terbatas pada peta ADC, nilai $ADC=0,86 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ (F). Hasil patologis: Lipoma (Marwah romeih et al, 2018)

c. Hemangioma

Istilah-istilah ini mencakup berbagai lesi yang secara luas dapat diklasifikasikan menjadi lesi neoplastik dengan proliferasi endotel vaskular (hemangioma) dan kelainan bentuk pembuluh darah (malformasi vaskular). Pada MRI, penampilan khas adalah massa bersepta lobulated dengan T1 intermedate hingga rendah dan hiperintens T2 atau STIR menanggapi darah yang stagnan di vena. Hemangioma mungkin menunjukkan T1 hiperintensitas di area lemak dan

perdarahan dan GRE blooming di area hemosiderin. (Paul L Mallinson et al, 2014)



Gambar 9. Pasien wanita usia 15 tahun, datang dengan keluhan massa tidak nyeri pada siku kanan. MRI menunjukkan lesi berlobus intermuscular di sepanjang aspek medial elbow kanan, sinyal hiperintens di STIR (A) dan T2 (B), intermediate T1WI (C), dan enhancement heterogen post kontras (D). Pada DWI lesi menimbulkan sinyal heterogen, dengan peta ADC (E), nilai ADC = $2,1 \times 10^{-3}$ mm²/detik (F). Hasil patologis: Hemangioma. (Marwah romeih et al, 2018)

2.7 Karakteristik tumor jaringan lunak berdasarkan MRI Diffusion-Weighted Imaging (DWI)

Pencitraan Resonansi Magnetik (MRI) memainkan peran penting dalam karakterisasi lesi muskuloskeletal, terutama dalam menentukan komposisi lesi, perluasan, keterlibatan kompartemen, dan hubungan ke visera dan neurovaskular yang berdekatan. Pencitraan MR konvensional bergantung terutama pada interpretasi kualitatif variasi dalam sifat relaksasi T1 dan T2 normal dan patologis jaringan. Namun, ada banyak tumpang tindih dalam karakteristik sinyal neoplasma (baik jinak dan ganas) dan lesi reaktif atau inflamasi nonneoplastik. Selain itu, seringkali sulit untuk membedakan tumor hiperintens dari edema peritumoral reaktif dengan fluid-sensitive sequens. Akibatnya, karakteristik peningkatan bahan kontras adalah komponen kunci dari penilaian pencitraan MR konvensional massa dalam hal membedakan tumor padat dari kista, menggambarkan batas massa, dan menentukan jumlah nekrosis tumor. Namun, penambahan bahan kontras memerlukan akses intravena, relatif dikontraindikasikan pada pasien hamil, dan mungkin dilarang oleh alergi terhadap bahan kontras atau fungsi ginjal yang buruk atau memburuk karena risiko fibrosis sistem nefrogenik. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)

Definisi DWI ADC

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, sebuah fenomena yang dikenal sebagai Brownian motion atau difusi bebas. DWI adalah metode evaluasi fungsi molekuler dan mikroarsitektur tubuh manusia. Dalam jaringan biologis, pergerakan air tidak sepenuhnya acak, melainkan terhambat oleh interaksi dengan kompartemen jaringan, membran sel, dan organel intraseluler. Untuk tujuan penyederhanaan, pergerakan air dalam jaringan dapat dikategorikan sebagai intravaskular, intraseluler, atau ekstraseluler. Tingkat seluleritas jaringan dan keberadaan jaringan utuh membran sel membantu menentukan impedansi difusi molekul air. Jaringan dengan seluleritas rendah atau terdiri dari sel-sel dengan membran yang rusak memungkinkan lebih banyak pergerakan molekul air. (Doaa Mokhtar Mohamed Emara et al, 2014), (Vinit Baliyan et al, WJR 2016)

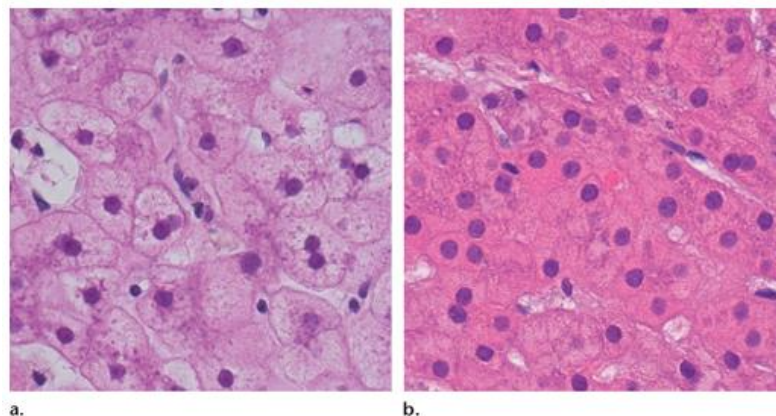
Apparent diffusion coefficient (ADC) adalah ukuran kuantitatif gerak Brownian motion : Nilai ADC yang rendah mencerminkan lingkungan mikro seluler yang tinggi (restricted difusi) oleh karena banyaknya membran sel, sedangkan Nilai ADC tinggi diamati di daerah aseluler yang memungkinkan difusi bebas molekul air atau peningkatan nilai apparent diffusion coefficient (ADC) menunjukkan peningkatan air ekstraseluler atau hilangnya integritas membrane sel sedangkan penurunan nilai ADC mencerminkan penurunan kadar air ekstraseluler atau peningkatan dalam jumlah atau ukuran sel. Dengan demikian, pencitraan DWI menawarkan fungsional penilaian kuantitatif seluleritas pada tingkat molekuler, dengan potensi untuk membantu membedakan antara lesi jinak dan ganas serta meningkatkan evaluasi pencitraan MR dari respons pengobatan. Manfaat khusus dari pencitraan DW meliputi: waktu pemindaian yang singkat dan kurangnya kebutuhan untuk bahan kontras intravena; oleh karena itu, kemudahan yang dapat dimasukkan ke dalam rutinitas protokol pencitraan. Pencitraan DW telah digunakan untuk diagnosis neoplasma tulang dan jaringan lunak primer, deteksi metastasis tulang, dan penilaian respons pengobatan untuk tumor tulang dan jaringan lunak. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014) (Yeliz Pekcevik et al, 2015) (Catherina S.P. van Rijswijk et al, 2002).

Prinsip DWI

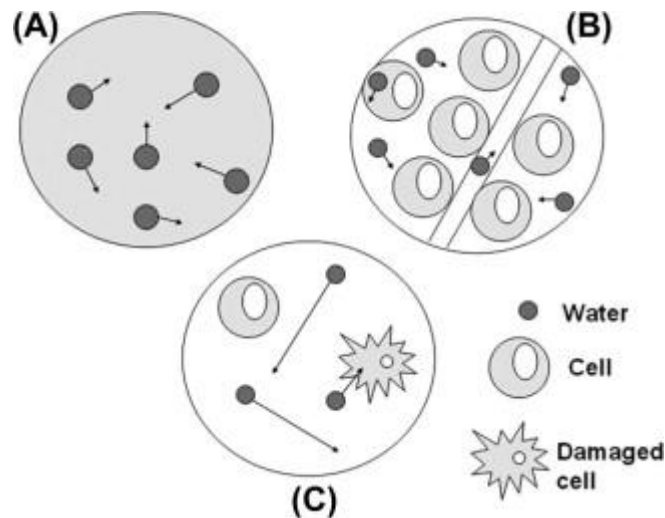
Untuk memahami konsep DWI seseorang harus memahami prinsip-prinsip difusi bebas versus difusi terbatas dalam sel lingkungan mikro. Sekitar 60%-70% tubuh manusia terdiri dari air. Difusi adalah gerakan Brown acak dari molekul yang didorong oleh energi panas. Dalam medium yang homogen sempurna, difusi terjadi secara acak dan isotropik; *yaitu.*, probabilitas yang sama di semua arah. Tetapi dalam lingkungan tubuh manusia yang kompleks, air dibagi antara sel dan kompartemen ekstraseluler. Molekul air di lingkungan ekstraseluler mengalami difusi yang relatif bebas sedangkan molekul intraseluler menunjukkan difusi yang relatif "terbatas". Jaringan tubuh manusia yang berbeda memiliki arsitektur seluler yang khas dan proporsi kompartemen intra dan ekstraseluler; dan karenanya memiliki sifat difusi yang khas. Proporsi relatif dari distribusi air antara kompartemen ini dipengaruhi oleh proses patologis. Misalnya pada keganasan derajat tinggi dan jaringan yang mengalami infark akut, proporsi intraseluler meningkat, sehingga difusi menjadi relatif lebih terbatas. (Vinit

Baliyan et al, WJR 2016) (Govind B. Chavhan et al, 2014) (Ashkan A. Malayeri, MD, 2011)

Derajat dan luasnya difusi molekul air dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: termasuk kompartemen di mana molekul air berada (intravaskular, ekstraselular, atau ruang intraseluler), selularitas, integritas membrane sel, dan hambatan dalam cairan seperti molekul besar. Molekul air dalam ruang intravaskular memiliki jarak difusi yang lebih besar karena aliran darah daripada yang ada di ruang intra atau ekstraseluler. Jaringan dengan kepadatan sel yang lebih tinggi, membran sel utuh, dan cairan yang lebih kompleks akan memiliki mobilitas molekul air yang terbatas. Dengan demikian, perbedaan- menawarkan intensitas sinyal pada DWI menyediakan informasi tidak langsung tentang lingkungan mikro jaringan. Tumor yang sangat seluler, sitotoksik edema, abses, dan fibrosis telah terbukti memiliki difusi terbatas. (Govind B. Chavhan et al, 2014) (Ashkan A. Malayeri, MD, 2011)



Gambar 10. Hubungan antara derajat selularitas dan restricted difusi. (a) Fotomikrograph berdaya tinggi (perbesaran asli, $\times 400$; pewarnaan hematoxylineosin) dari parenkim hati normal menunjukkan banyak ruang untuk pergerakan molekul air. (b) Fotomikrograf berdaya tinggi (perbesaran asli, $\times 400$; pewarnaan hematoxylin-eosin) dari karsinoma hepatoseluler menunjukkan lebih banyak elemen seluler, menghasilkan lebih sedikit ruang untuk pergerakan molekul air. (Courtesy of Hui Guan, MD, Lembaga Medis Johns Hopkins, Baltimore, Md.) (Ashkan A. Malayeri, MD, 2011)



Gambar 11. Skema yang menggambarkan pergerakan molekul air. (A) molekul air dalam wadah sendiri bergerak secara acak (gerakan Brown). Dalam (B) jaringan yang sangat seluler menghambat pergerakan molekul air. Gerakan mereka dapat dikategorikan sebagai intravaskular, intraseluler, atau ekstraseluler. Dalam (C) jaringan rendah seluler atau dengan sel yang rusak memungkinkan gerakan molekul air yang lebih besar. (Doaa Mokhtar Mohamed Emara et al, 2014)

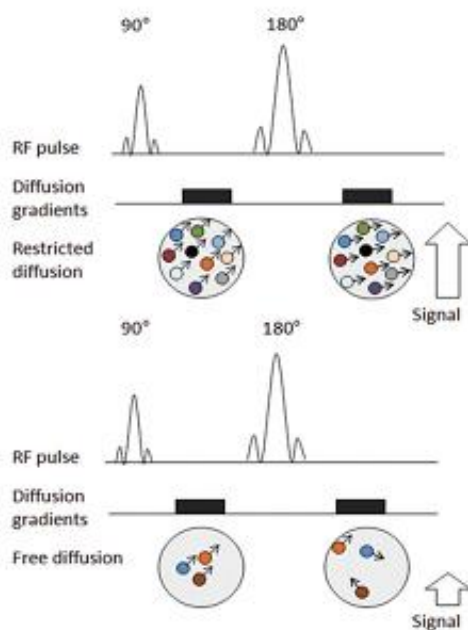
Teknik DWI

Metode yang paling umum digunakan untuk DWI adalah menggabungkan dua simetric motion-gradient pulses kedalam sequens single shot spin-echo (SE) T2WI, satu pada kedua sisi refocusing pulse 180° (Urutan Stejskal-Tanner) (Gbr 2). Ini bisa dijelaskan pada tingkat molekuler bahwa gradien difusi menyebabkan phase shift hingga variasi posisi, dengan semua putaran yang tersisa pada lokasi yang sama (yaitu, lingkungan mikro difusi terbatas) di sepanjang axis gradien selama dua pulse kembali ke keadaan awal. Namun, putaran yang telah bergerak (yaitu, molekul air bebas) akan dikenakan kekuatan medan yang berbeda selama pulse kedua dan karena itu tidak akan kembali ke keadaan awal mereka, tetapi sebaliknya akan mengalami phase shift total, menghasilkan penurunan intensitas dari sinyal MR yang diukur. Derajat dari atenuasi sinyal tergantung pada beberapa faktor seperti ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$SI = SI_0 \times \exp(-b \times D),$$

dimana SI_0 adalah intensitas sinyal dari T2WI tanpa gradien difusi, b adalah tingkat pembobotan difusi (nilai b) dan D adalah koefisien difusi. sensitivitas DWI terhadap difusi dapat ditingkatkan secara bertahap dengan meningkatkan

amplitudo, durasi, dan spasi temporal dari two motion gradient. Properti gradien ini menentukan nilai b (dinyatakan dalam detik per milimeter persegi), sebuah indeks dari derajat DWI (Gambar 2). Secara praktek klinis, beberapa nilai b digunakan untuk mengurangi kesalahan dalam perhitungan ADC untuk karakterisasi jaringan yang lebih baik. (Ashkan A. Malayeri, MD, 2011)



Gambar 12. Diagram pulse sequens mengilustrasikan bagaimana sequens DWI menggabungkan two symmetric motion-probing gradient pulses ke dalam single-shot SE T2-weighted sequence, satu pada kedua sisi refocusing pulse 180°. Restricted diffusion (atas) bermanifestasi sebagai sinyal yang dipertahankan, sedangkan free diffusion (bawah) diterjemahkan menjadi kehilangan sinyal. Sensitivitas DWI untuk difusi dapat secara bertahap meningkat dengan meningkatkan amplitudo, durasi, dan jarak temporal dari dua gradieent. RF = frekuensi radio. (Ashkan A. Malayeri, MD, 2011)

Penilaian DWI

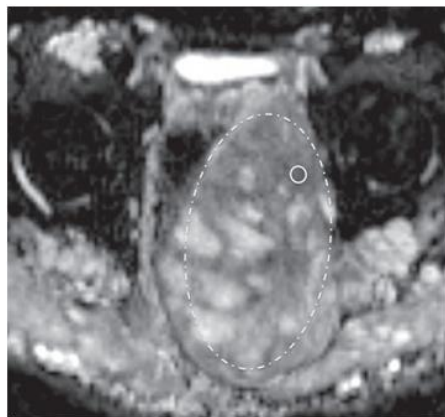
DWI dapat dinilai secara kuantitatif atau kualitatif dengan mengukur ADC.

a. Penilaian Kuantitatif.

ADC maps diturunkan dari beberapa gambar nilai- b . Paling sedikit dua nilai b diperlukan untuk menghitung ADC maps, tetapi semakin besar jumlah nilai b , lebih akurat dihitung ADC. ADC dinyatakan dalam milimeter persegi per detik, dan nilai ADC dalam jaringan apa pun dapat diturunkan dengan: menggambar wilayah yang diinginkan pada ADC maps. Jaringan restricted diffusion akan memiliki ADC yang lebih rendah sedangkan jaringan yang nonrestricted diffusion akan memiliki nilai ADC yang lebih tinggi. Nilai ADC dipengaruhi oleh banyak

faktor, termasuk vendor, hardware, sequens, dan teknik; karenanya, reproduktifitas adalah variabel. (Govind B. Chavhan et al, 2014)

Tidak ada metode standar untuk konstruksi ROI pada peta ADC. Nilai rata-rata ADC secara konseptual mudah; jika diukur dalam tumor yang sebagian besar nekrotik, bagaimanapun, itu dapat meremehkan seluleritas tumor dalam jaringan sisa . Oleh karena itu, beberapa penulis menyarankan untuk menggunakan nilai ADC minimum karena itu secara teoritis mencerminkan area tumor tertinggi selularitas. ADC maksimum tidak dipertimbangkan dalam analisis karena umumnya mewakili area jaringan miksoid, kistik, atau nekrotik dan berkorelasi buruk dengan perilaku tumor Metodologi juga bervariasi dalam hal apakah ROI harus mencakup seluruh tumor atau hanya area dengan nilai terendah. Dalam pertimbangan ini, kami memposisikan ROI circular atau elips untuk mencakup mungkin area tumor terbesar (tidak termasuk tulang atau jaringan lunak yang berdekatan). Ini biasanya dilakukan pada gambar di mana tumor tampaknya memiliki ADC terendah (dan mungkin jaringan paling seluler). Keduanya diukur nilai minimal dan nilai rata-rata ADC. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014), (Tingting Wang et al, 2014), (Chloé Bonarelli et al, 2015)



Gambar 13. Peta ADC 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 nerve sheath tumor ganas, 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 rata-rata $0,93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$. Atau, ROI (oval) yang lebih besar mencakup sebagian besar dari nerve sheath tumor ganas yang dihasilkan ADC minimum $0,41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan rata-rata ADC $1,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$. Nilai ADC Minimum yang lebih rendah tetapi ADC rata-rata yang lebih tinggi untuk ROI yang lebih besar menyoroti potensi faktor teknis untuk mengubah hasil dan memperumit interpretasi hasil yang dicapai dengan berbagai metodologi. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)

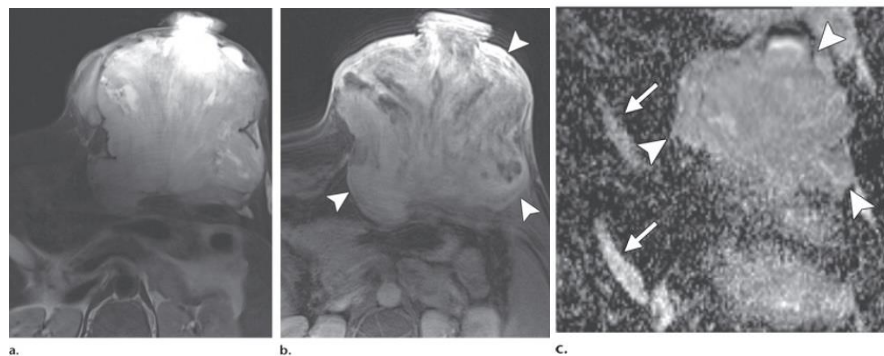
b. Penilaian Kualitatif

Penafsiran kualitatif DWI umumnya digunakan dari sequens yang diperoleh pada $b = 0$ detik/mm², sequens itu diperoleh pada nilai b maksimum, dan peta ADC yang dihitung. Beberapa vendor juga menyediakan peta ADC eksponensial, yang diturunkan dengan membagi gambar nilai b tinggi oleh gambar dalam seri yang sama, diperoleh di $b = 0$ detik/mm² pada tingkat piksel. Jaringan yang benar-benar restricted difusi tetap cerah secara eksponensial peta ADC. Jaringan atau struktur dengan restricted difusi akan tampak cerah pada DWI dan gelap pada peta ADC, sedangkan jaringan dengan peningkatan difusi molekul air akan muncul gelap pada DWI dan terang pada peta ADC. Jaringan atau lesi dengan relaksasi T2 yang sangat tinggi tetapi tanpa restricted difusi yang sebenarnya akan tampak cerah pada gambar DWI dan peta ADC, sebuah fenomena yang dikenal sebagai T2 shine through. (Govind B. Chavhan et al, 2014)

Pada tumor jaringan lunak, karena air bebas menunjukkan nilai ADC yang tinggi, tumor jaringan lunak terutama terdiri dari cairan (misalnya, kista ganglia) menunjukkan nilai ADC yang tinggi , dan tumor ini didiagnosis berdasarkan ketidakhadiran peningkatan kontras dan/atau keberadaannya karakteristik lokasi (misalnya, kista Baker). Namun, karakteristik jaringan lunak muskuloskeletal neoplasma jinak atau ganas atas dasar fitur pencitraan saja sudah menantang, sejak sarkoma jaringan lunak mungkin ganas , seperti neoplasma jinak, tumor berbatas circumscribed dan enhancement homogen. Hipotesis bahwa tumor ganas harus menunjukkan nilai ADC yang lebih rendah telah dieksplorasi dalam beberapa penelitian, dengan hasil campuran. Maeda et al tidak menemukan perbedaan yang signifikan antara nilai ADC tumor jaringan lunak ganas dan jinak. Einarsdóttir et al menunjukkan tumpang tindih substansial dalam Nilai ADC dari 16 lesi jaringan lunak jinak dan 13 sarkoma jaringan lunak (masing-masing rata-rata ADC = $1,8 \times 10^{-3}$ mm²/dtk dan $1,7 \times 10^{-3}$ mm²/dtk). Mereka mencatat bahwa salah satu nilai ADC tertinggi untuk sarkoma terlihat pada liposarkoma miksoid. Fakta ini mencerminkan kebutuhan untuk mempertimbangkan tumor myxoid dan tumor nonmyxoid secara terpisah, karena matriks myxoid akan menghasilkan peningkatan nilai ADC. Nagata et al (15) menemukan bahwa, meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan antara mean ADC jinak ($2,1 \times 10^{-3}$ mm² /detik) dan ganas ($2,05 \times 10^{-3}$ mm²/ detik) tumor miksoid, tumor

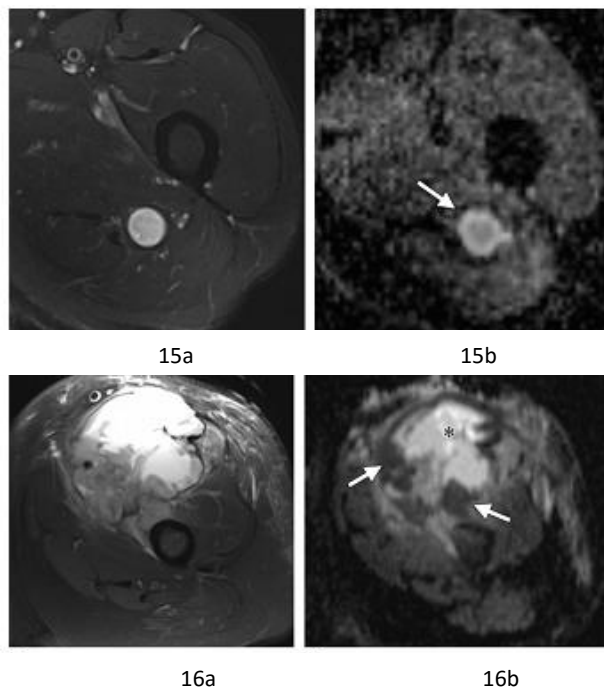
ganas non myxoid memang menunjukkan tingkat yang lebih rendah rata-rata ADC ($0,94 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$) daripada tumor jinak non-miksoid ($1,31 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$). (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)

Studi lain telah menunjukkan perbedaan antara nilai ADC lesi jinak dan ganas. Dalam sebuah penelitian baru-baru ini yang melibatkan fibromatosa agresif dan tumor desmoid, nilai ADC rata-rata dari tumor desmoid ($n = 8$) (Gambar 9) lebih tinggi ($1,36 \pm 0,48 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$) dibandingkan dengan yang ganas tumor jaringan lunak ($0,88 \pm 0,20 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$). Dalam sebuah penelitian yang melibatkan berbagai penyakit yang lebih luas, Razek et al melaporkan bahwa tumor ganas cenderung menunjukkan nilai ADC rata-rata yang lebih rendah daripada tumor jaringan lunak jinak dan diusulkan menggunakan nilai ADC rata-rata ambang batas $1,34 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ untuk membantu membedakan jinak dari keganasan. Penggunaan nilai ambang ini menghasilkan sensitivitas 94%, spesifisitas 88%, dan akurasi keseluruhan sebesar 91%. Selanjutnya, sarkoma high grade menunjukkan nilai rata-rata ADC yang lebih rendah daripada sarkoma berdiferensiasi baik. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)



Gambar 14. Tumor desmoid (awalnya dianggap sebagai sarkoma) pada pria berusia 25 tahun. (a, b) Gambar MR T2WI aksial (TR/TE = 3600/73) (a) dan) and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted volume-interpolated breath-hold examination image (TR/TE = 3,54/1,24) (b) menunjukkan massa yang besar, agak heterogen, dan sangat enhance di dinding anterior abdomen (kepala panah di b). (c) Peta ADC aksial menunjukkan intensitas sinyal menengah dalam massa (kepala panah), dengan nilai minimum dan rata-rata ADC $1,1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan $1,8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$, masing-masing, lebih tinggi dari yang diharapkan untuk sarkoma nonmiksoid. Biopsi dan reseksi bedah mengungkapkan massa menjadi fibromatosis (tumor desmoid). Artefak Ghosting (panah) dapat dilihat selama pencitraan DW, meskipun di sini, penilaian sebagian besar massa tidak terpengaruh. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)

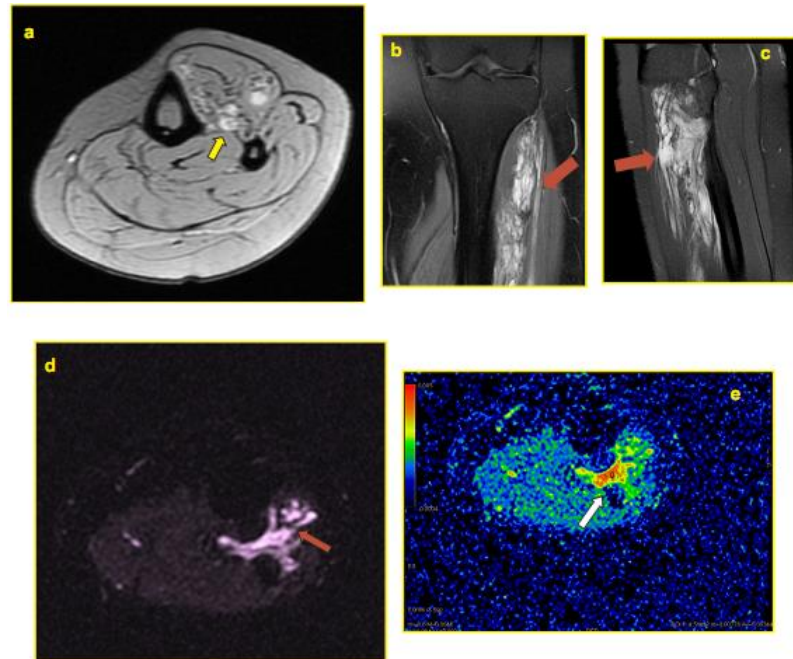
Perbedaan dalam literatur kemungkinan berasal dari fakta bahwa banyak faktor selain sel lesi selularitas mempengaruhi nilai-nilai ADC, seperti komposisi lokasi matriks tumor, adanya nekrosis spontan, dan protokol pencitraan yang berbeda untuk pencitraan DWI-pemetaan ADC. Penelitian terkini telah menguatkan bahwa nilai ADC yang lebih rendah dikaitkan dengan keganasan dan menunjukkan bahwa nilai ADC sangat berguna dalam membedakan antara kista dan lesi padat saat intravena bahan kontras tidak dapat diberikan. Menggunakan sebuah Protokol pencitraan DWI dengan tiga nilai b, Subhawong et al menemukan bahwa ambang batas berarti nilai ADC $2,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ menghasilkan sensitivitas 80% dan spesifisitas 100% untuk mengklasifikasikan massa jaringan lunak sebagai kista, menunjukkan bahwa tidak ada tumor jaringan lunak terlewatkan dengan pencitraan DW-pemetaan ADC. Namun demikian, penelitian lain telah mengungkapkan nilai ADC lebih dari $2,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ pada mikroma jaringan lunak saat pencitraan DW-ADC pemetaan dilakukan dengan protokol yang berbeda . Karena frekuensi lesi kistik jaringan lunak yang ditemui, potensial utilitas dari pencitraan DW sebagai nonenhanced teknik alternatif atau tambahan dalam menentukan apakah massa jaringan lunak adalah kista sejati? investigasi lebih lanjut. (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)



Gambar 15,16. (15) Sciatic Nerve Schwannoma pada wanita berusia 79 tahun. (a) Axial fat suppressed fast spin-echo T2-weighted MR image (TR/TE = 4060/71) menunjukkan asosiasi massa yang bulat dan hiperintens dengan saraf siatik dan memiliki penampilan "target sign". (b) Peta ADC yang sesuai menunjukkan tampilan target sign massa (panah), yang dibuat oleh area pusat dengan selularitas yang lebih besar (nilai ADC lebih rendah dan intensitas sinyal karenanya lebih rendah) dari pinggiran lesi. Tumor memiliki ADC rata-rata $1,8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan ADC minimum $1,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$. (16) High grade sarcoma pada wanita 56 tahun. (a) Axial fat-suppressed fast spin-echo T2-weighted MR image (TR/TE = 3300/71) menunjukkan massa kistik sebagian besar di paha kiri. (b) ADC aksial menunjukkan intensitas sinyal tinggi di daerah nekrosis dan intensitas sinyal rendah di medial peripheral bagian seluler dari massa (nilai ADC minimum dan rata-rata keseluruhan $0,3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$ dan $1,9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{detik}$, masing-masing). (Ty K. Subhawong et al, RSNA 2014)

Pada penelitian Omar A. Hassanien et al, mengungkapkan bahwa nilai rata-rata untuk ADC di neoplasma jaringan lunak jinak secara signifikan lebih tinggi daripada neoplasma ganas di mana nilai rata-rata dari semua tumor jinak adalah $1,53 \pm 0,81 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ sedangkan nilai rata-rata semua tumor ganas adalah $0,84 \pm 0,33 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (rata-rata \pm SD), menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam nilai rata-rata ADC dari keduanya ($P < 0,05$). Meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan dalam nilai ADC antara tumor myxoid jinak dan ganas, perbedaan antara tumor non-myxoid nilai ADC rata-rata untuk

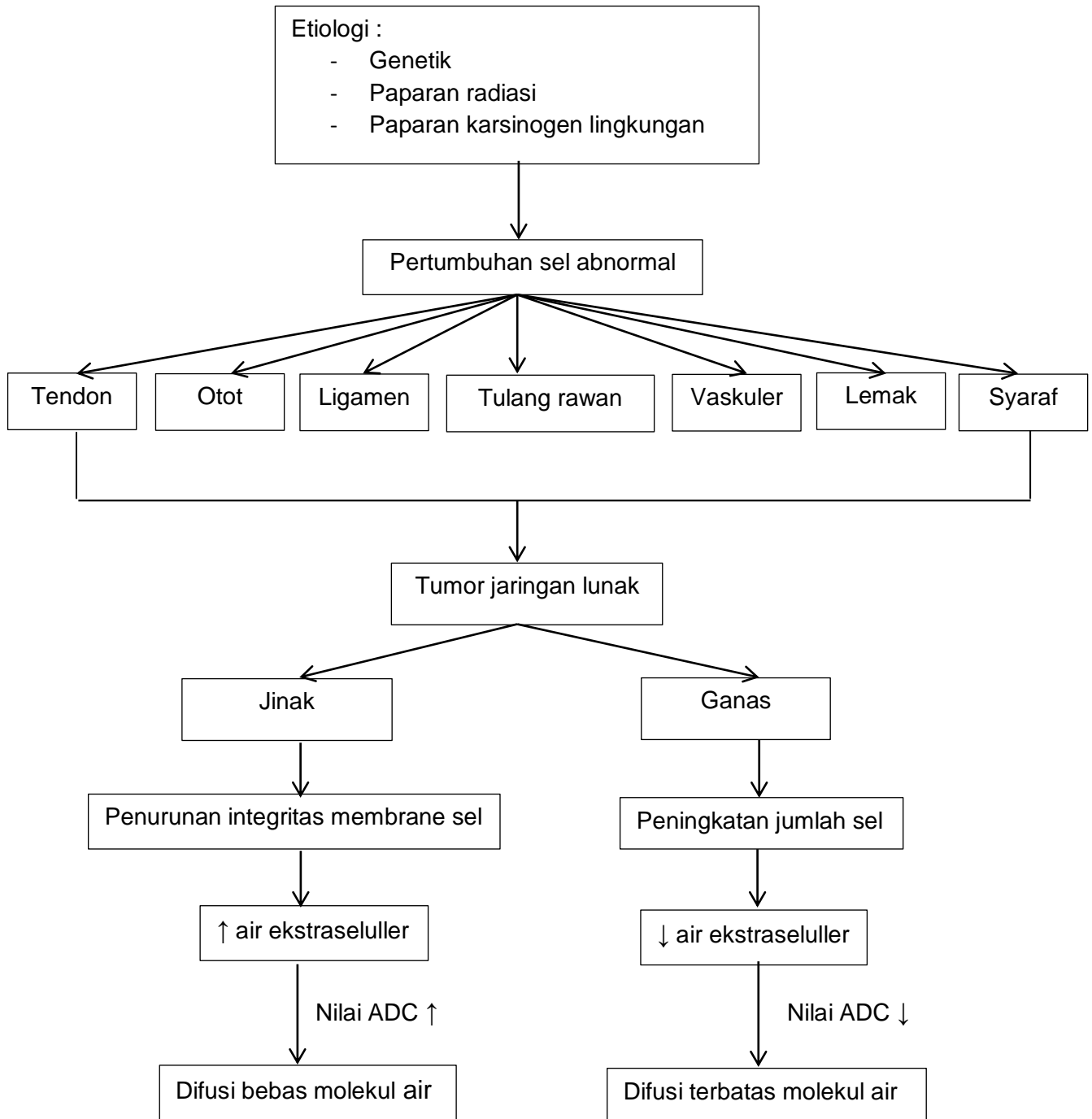
neoplasma ganas adalah secara signifikan lebih rendah dari nilai tumor jinak, semua nilai ADC untuk non-tumor ganas myxoid kurang dari $1,235 \times 10^{-3}$ mm²/S. Hasil ini berarti bahwa jika nilai ADC melebihi $1,235 \times 10^{-3}$ mm²/s di non tumor myxoid kemungkinan keganasan cenderung rendah. Pada studi kami memperoleh nilai ambang $1,235 \times 10^{-3}$ mm²/s dengan 73% sensitivitas dan spesifisitas 91,7% di mana ada perbedaan signifikan yang tinggi antara neoplasma jaringan lunak ganas dan jinak. Dalam penelitian saat ini kami menemukan lima pasien dengan massa jinak, menunjukkan intensitas sinyal rendah dalam DWI dan nilai ADC sangat rendah mirip dengan yang ada dimassa jaringan lunak ganas, namun terbukti lipoma dengan nilai ADC rata-rata $0,31 \pm 0,91 \times 10^{-3}$ mm²/sec dan mereka dianggap false positif, dan hasil ini konsisten dengan Dietrich et al dan Einarsdóttir dkk yang menyatakan bahwa ada beberapa tumpang tindih yang hadir antara neoplasma jaringan lunak jinak dan ganas seperti di lipoma, di mana difusi terbatas hadir. Jebakan lain mungkin menunjukkan bahwa perubahan ganas dapat terjadi di beberapa bagian pada awalnya neoplasma jaringan lunak jinak dan mungkin tidak terdeteksi dengan DWI pada stadium awal penyakit. Dalam penelitian ini kami menemukan satu sarcoma small cell round yang tidak berdiferensiasi pada pasien dengan trauma pada paha dan perluasan kronis hematoma (CEH) seharusnya namun memunculkan sinyal tinggi di DWI dengan nilai ADC rendah = $0,53 \pm 0,36 \times 10^{-3}$ mm²/detik menyarankan jaringan lunak keganasan. Keganasan dibuktikan berdasarkan histopatologi. Kami akhirnya dapat menyimpulkan bahwa DWI itu sangat membantu dalam pemilihan pengobatan yang tepat sehingga kami bisa menyingkirkan prosedur invasif yang tidak perlu. (Omar A. Hassanien et al, 2018)



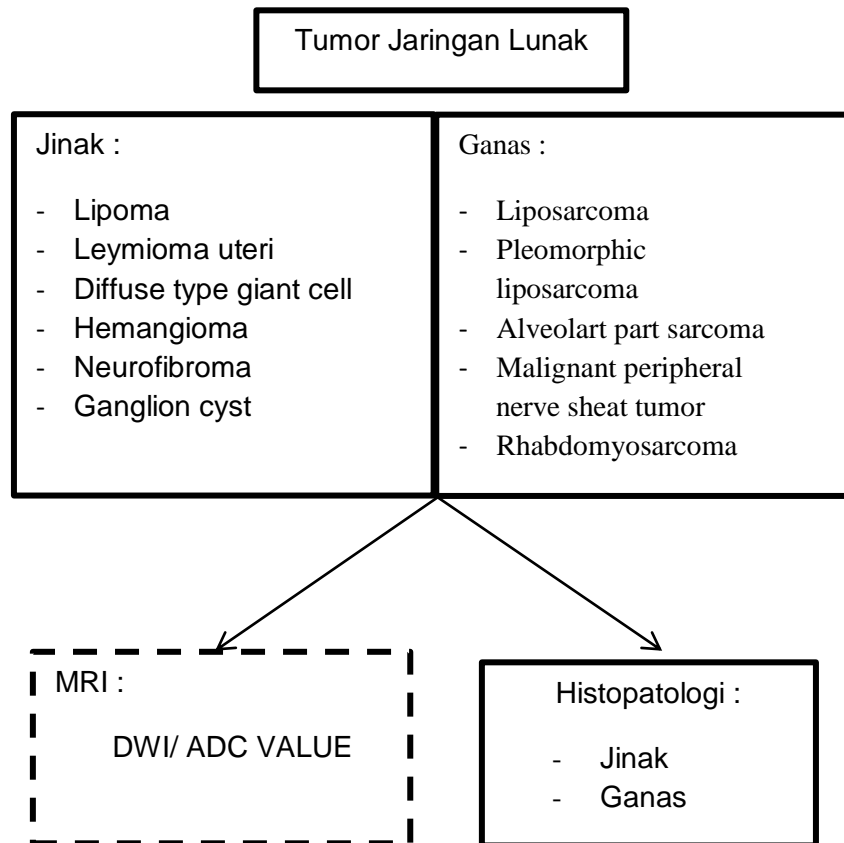
Gambar 17. (A, B, C, D & E): Seorang wanita 25 tahun datang dengan massa yang tidak nyeri di belakang tibia kiri. Kaki terbukti hemangioma intra muskular. (a): Axial spoiled T2* gradient echo (MERGE): Menunjukkan lesi massa jaringan lunak, berbatas tidak tegas, heterogen yang melibatkan aspek antero-lateral anterolateral tibia kiri (panah kuning) dengan multiple intr各lesional signal void dengan chanel vaskuler. (b & c): PDFS koronal & sagital menunjukkan intensitas sinyal tinggi yang menyebar dari lesi (panah merah). (d): DWI aksial dengan nilai b 800 s/mm² menunjukkan bercak kecil difusi terang (panah merah). (e): ADC aksial (Peta berwarna) menunjukkan nilai ADC = $2,7 \times 10^{-3}$ mm²/s (panah putih). (Omar A. Hassanien et al, 2018)

BAB III KERANGKA PENELITIAN

3.1 Kerangka Teori



3.2 Kerangka konsep



Keterangan :

Variabel tergantung

Variabel bebas