

INFORMASI CITRA MRI KNEE JOINT KASUS RUPTURE ACL SEKUEN PD FATSAT DAN DIXON

Gresaldy Mayori Permata Masus^{1*}, Ni Putu Rita Jenianthi², I Putu Sugiarta³

AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author : gresaldy23@gmail.com

ABSTRAK

Rupture Anterior Cruciate Ligament adalah kondisi dimana ligament pada sendi lutut mengalami robek, yang dapat disebabkan oleh trauma. Untuk mengoptimalkan anatomi dan patologi maka diperlukan teknik *fat saturation* untuk mensupresi lemak dan cairan. Penggunaan Dixon relatif lebih lama tetapi dapat menghasilkan empat citra sekaligus. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan informasi citra pada pemeriksaan MRI Knee Joint potongan sagital pada kasus *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan sekuen *Proton Density FatSat* dan *Proton Density Dixon* sekaligus mengetahui manakah yang lebih baik diantara kedua teknik tersebut. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental yang menggunakan data prospektif yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan informasi citra *Proton Density FatSat* dan *Proton Density Dixon* pemeriksaan MRI Knee Joint potongan sagital. Penelitian ini menerapkan total sampling, dengan menggunakan sampel penelitian sebanyak 10 pasien. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan informasi citra antara sekuen *Proton Density FatSat* dan *Proton Density Dixon* pada pemeriksaan Knee Joint potongan sagital dengan nilai p-value $\alpha(<0,05)$ dengan nilai mean rank pada sekuen *Proton Density FatSat* (70,50) dengan nilai p-value ($<0,001$) dan nilai mean rank pada sekuen *Proton Density Dixon* (0) dengan nilai p-value (000). Pada anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dan anatomi *Posterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002). Sekuen *Proton Density FatSat* lebih bagus dalam menunjukkan informasi anatomi pada pemeriksaan MRI Knee Joint Potongan Sagital dibandingkan dengan sekuen *Proton Density Dixon*, karena penekanan lemak yang lebih homogen pada anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament*.

Kata kunci : *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL), FatSat, Dixon

ABSTRACT

Rupture of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) is a condition where the ligament in the knee joint tears, typically due to trauma. To optimize the depiction of anatomy and pathology, fat saturation techniques are required to suppress fat and fluids. This study aims to determine the differences in image information between Proton Density FatSat and Proton Density Dixon sequences in MRI sagittal sections of the knee joint in cases of ACL rupture, and to identify which technique is superior. This research is a quantitative study with an experimental approach using prospective data to assess the differences between Proton Density FatSat and Proton Density Dixon sequences. A total sampling method was applied with a sample size of 10 patients. The results indicate significant differences in image information between the Proton Density FatSat and Proton Density Dixon sequences, with a p-value of $\alpha(<0,05)$. The mean rank for the Proton Density FatSat sequence was 70.50 with a p-value ($<0,001$), while the mean rank for the Proton Density Dixon sequence was 0 with a p-value (000). For the Anterior Cruciate Ligament and Posterior Cruciate Ligament anatomies, the p-values were 0,002. The Proton Density FatSat sequence provides better anatomical information in MRI sagittal sections of the knee joint compared to the Proton Density Dixon sequence, due to its more homogeneous fat suppression in the ACL and PCL anatomies.

Keywords : *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL), FatSat, Dixon

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah metode diagnostik radiologi dalam bidang kedokteran yang menghasilkan gambar penampang tubuh manusia dengan menggunakan

medan magnet (Risa et al., 2022). Keunggulan pemeriksaan MRI meliputi citra dengan resolusi spasial yang tinggi, kontras yang baik antar jaringan, tanpa paparan radiasi pengion, serta kemampuan menghasilkan gambar dalam berbagai potongan (*multiplanar*), termasuk potongan *aksial*, *coronal*, dan *sagittal* tanpa memerlukan rekonstruksi gambar tambahan (Nizar et al., 2019). Modalitas pencitraan yang mampu memvisualisasikan patologi *Rupture ACL* yaitu *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Ini adalah teknologi pencitraan medis yang mengidentifikasi kelainan pada sistem saraf, gangguan otot, masalah jaringan lunak, organ, dan tulang (Siagian et al., 2023). *Rupture anterior cruciate ligament* adalah kondisi di mana ligamen pada sendi lutut mengalami robek, yang dapat disebabkan oleh trauma, baik trauma langsung seperti benturan langsung pada lutut, maupun trauma tidak langsung, misalnya mendarat dengan posisi yang salah saat berolahraga, karena gerakan yang berlebihan ke arah *ekstensi* (Triyani et al., 2024).

Prevalensi *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL) adalah umum terjadi pada populasi dewasa muda, dengan insiden melebihi 200.000 kasus dan sekitar 100.000 lutut direkonstruksi setiap tahunnya. Referensi menunjukkan bahwa kelompok olahraga amatir cenderung memiliki insiden ACL yang lebih tinggi daripada atlet profesional (Mutiarasari et al., 2023). Prevalensi cedera ACL Indonesia menempati peringkat kedua tertinggi setelah nyeri punggung, dengan jumlah kasus mencapai 48 per 1000 pasien dengan presentase 9% dari total kasus tersebut merupakan cedera ACL (Ramadan et al., 2023). Sekuen *Proton Density fat saturation* dapat mempersingkat waktu pemeriksaan tanpa mengurangi informasi anatomi yang ditampilkan. *Proton Density* memiliki kontras yang lebih dominan dalam menunjukkan perbedaan densitas dalam jaringan lunak, sehingga pemilihan sekuen ini dapat membantu dalam memperlihatkan anatomi dan patologi pada sendi lutut (Gusma, 2022).

Teknik Dixon didasarkan pada perbedaan frekuensi resonansi antara lemak dan udara, serta perbedaan tingkat presesi mereka dalam bidang melintang (memiliki frekuensi Larmor yang berbeda). *Proton Density* Dixon lebih unggul dalam melihat lemak yang lebih baik dengan waktu akuisisi yang lama, bermanfaat untuk mengidentifikasi kondisi patologis khusus di dalam atau di sekitar jaringan lemak. Keunggulan dari teknik Dixon adalah kemampuannya untuk digunakan pada berbagai kekuatan medan magnet dan mampu menghasilkan empat citra sekaligus dalam satu akuisisi, yaitu *in phase*, *out of phase*, *fat image* dari *water image* dan *fat image* karena seringkali terjadi penyimpangan Bo *inhomogeneity* akibat efek eddy (Bellisari et al., 2021).

Pada pemeriksaan MRI *Knee Joint* di Instalasi Radiologi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah tidak menggunakan teknik sekuen *Proton Density* Dixon, tetapi menggunakan *Proton Density FatSat. Fat Saturation* atau penekan lemak penting dalam pencitraan, terutama untuk objek yang mengandung lemak. *Proton Density* Dixon unggul dalam mendeteksi lemak dan bermanfaat untuk mengidentifikasi kondisi patologis di jaringan lemak. Penelitian Reomer menunjukkan bahwa *Proton Density* fat saturation dapat mempercepat waktu pemeriksaan tanpa mengurangi informasi anatomi, sementara sekuen Dixon dapat membedakan lemak dari udara dengan kontras tinggi. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan peneliti di Instalasi Radiologi RSUP Prof. dr. I G. N. G. Ngoerah. Sekuen yang digunakan pada pemeriksaan MRI *Knee Joint* yaitu Plane Localizer, sekuen *Proton Density Turbo Spin Echo Fat Sat Coronal*, sekuen T1 *Turbo Spin Echo Coronal*, sekuen *Proton Density Turbo Spin Echo Fat Sat Sagital*, sekuen T1 *Turbo Spin Echo Sagital*, sekuen T1 *Turbo Spin Echo Axial*, sekuen *Proton Density Turbo Spin Echo Fat Sat Axial*, sekuen T2 *Double Echo 3D Water Excitation Sagital ISO*, dan sekuen *Proton Density Turbo Spin Echo Sagital ACL*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui Perbedaan informasi citra pada pemeriksaan MRI *Knee Joint* Potongan Sagital pada kasus *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan sekuen *Proton Density Fat Sat* dan *Proton Density Dixon*, serta

bertujuan untuk mengetahui informasi citra anatomi yang lebih baik antara sekuen *Proton Density* Fat Sat dan *Proton Density* Dixon pada potongan Sagital dengan Kasus *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL).

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif eksperimen untuk membandingkan informasi citra anatomi antara *Proton Density* FatSat dan *Proton Density* Dixon potongan sagital untuk mengetahui informasi anatomi yang terbaik antara pemeriksaan MRI *Knee Joint* potongan Sagital pada klinis *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Sampel pada penelitian ini adalah hasil pemeriksaan MRI *Knee joint* dengan menggunakan sekuen *Proton Density* FatSat dan *Proton Density* Dixon potongan sagital pada MRI *Knee Joint* dengan klinis *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL) sebanyak 10 sampel. Pada penelitian ini menggunakan instrumen yaitu pesawat MRI merk : Siemens 3 Tesla, *Knee Coil*, *Headset*, Komputer / Laptop, Kamera / *Handphone*, Alat Tulis dan Kuisisioner berfungsi untuk mencatat hasil penilaian responden terhadap informasi citra yang ditampilkan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, eksperimentasi dan dokumentasi tentang pemeriksaan MRI *Knee Joint* dengan kasus *Rupture ACL*, setelah didapatkan hasil citra MRI *Knee Joint* yang diinginkan kemudian hasil citra MRI *Knee Joint* yang telah didapatkan dikirim melalui PACS kepada dokter radiolog selanjutnya dilakukan pembacaan hasil citra MRI dengan pemberian nilai 1-5 pada kusioner yang telah disiapkan. Data hasil penelitian di analisis menggunakan SPSS versi 25 dengan uji *Cohen's Kappa* dan *Wilcoxon*.

Data yang diperoleh ditabulasi dalam Microsoft Excel lalu diolah dan diuji menggunakan program SPSS versi 25. Data yang didapatkan berupa data ordinal berpasangan dan menggunakan dua kelompok variabel maka uji yang digunakan adalah *Wilcoxon* untuk menilai ada tidaknya perbedaan antara dua variabel tersebut dengan tingkat kemaknaan 95%. Untuk mengetahui sekuens mana yang lebih baik dalam menampakkan informasi anatomi dengan melihat nilai *mean rank* tertinggi yang merupakan suatu tanda sekuens tersebut optimal.

HASIL

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada bulan Juni-Juli 2024 terdapat 10 kasus *Rupture ACL* dengan pemeriksaan MRI *Knee Joint* yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun kriteria inklusi pada penelitian ini adalah pasien menderita kelainan pada *Knee Joint* dengan klinis *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL), pasien yang bersedia menjalani pemeriksaan MRI *Knee Joint* dan bersedia menjadi subjek penelitian.

Tabel 1. Karakteristik Sampel

No	Kriteria	Jumlah (n)	Presentase
1.	Jenis kelamin		
	Laki-laki	1	10%
	Perempuan	9	90%
	Total	10	100%
2.	Umur		
	Minimum	17 Thn	
	Maximum	66 Thn	
	Total	10	100%
3.	Berat Badan		
	Minimum	39 kg	
	Maximum	70 kg	
	Total	10	100%

Dari data tabel 1 menunjukkan bahwa karakteristik sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasien berjenis kelamin laki-laki dengan persentase 10% dan pasien perempuan dengan persentase 90% sehingga total keseluruhan pasien adalah 100%. Karakteristik sampel berdasarkan umur dimana umur minimum sampel adalah 17 tahun dan maximum sampel adalah 66 tahun. Dengan kriteria berat badan sampel minimum adalah 39 kg dan berat badan maximum 70 kg. Sampel dari penelitian ini di ambil dari 10 pasien pemeriksaan MRI *Knee Joint* dengan kasus *Rupture ACL* di Instalasi Radiologi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Informasi citra anatomi MRI *Knee Joint* dengan sekuen PD FatSat dan PD Dixon dengan tingkat penilaian respon. Dari keseluruhan hasil yang didapatkan antara PD FatSat dan PD Dixon untuk masing-masing kategori penilaian memiliki persentase jumlah nilai sebesar 100%. Adapun penjelasan mengenai obyektifitas respon bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Uji Kappa

Nilai Responden	Nilai
0,333	Adil

Pada tabel 2 menunjukkan Hasil uji *Cohen's Kappa* yang dilakukan terhadap respon dengan p-value 0,333 menunjukkan tingkat kesepakatan Adil. Artinya terdapat kesesuaian atau kesepakatan antar responden dalam penilaian Informasi Citra Anatomi Pemeriksaan MRI *Knee Joint* pada klinis *Rupture ACL* potongan sagital. Selanjutnya dilakukan uji *Wilcoxon* untuk mengetahui perbedaan informasi citra antara PD FatSat dan PD Dixon dengan melihat nilai kemaknaan (p-value) bisa dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Uji Wilcoxon

Anatomi	P-value	Makna
Quadriceps Tendon	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Patella	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Patella Tendon	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Tibia	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Anterior Cruciate Ligament	0,002	Ada Perbedaan
Posterior Cruciate Ligament	0,002	Ada Perbedaan

Tabel 4. Nilai Mean Rank

Sekuen	N	Mean Rank	p-value
PD FatSat	140	70,50	<0,001
PD Dixon	0	0	000

Berdasarkan hasil tabel 3 hasil uji *wilcoxon* pada anatomi MRI *Knee Joint* Potongan Sagital didapatkan nilai p-value lebih kecil daripada $\alpha(<0,05)$ yaitu anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dan anatomi *Posterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dimana berarti Ho ditolak Ha diterima artinya hal ini menunjukkan adanya perbedaan informasi anatomi MRI *Knee Joint* potongan Sagital sekuen PD FatSat dan PD Dixon. Sedangkan pada anatomi *Quadriceps Tendon* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Patella* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Patella Tendon* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Tibia* dengan nilai p-value (1,000) yang berarti Ho diterima Ha ditolak artinya hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan informasi citra anatomi MRI *Knee Joint* potongan Sagital sekuen PD FatSat dan PD Dixon. Pada tabel 4 sekuen PD FatSat adalah 70,50 dan nilai p-value (<0,001), sekuen PD Dixon adalah 0 dan nilai p-value (000) sehingga Ha diterima dan Ho ditolak sehingga disimpulkan bahwa secara keseluruhan ada beda signifikan pada informasi anatomi pemeriksaan MRI *Knee Joint* pada sekuen PD FatSat dan PD Dixon. Tetapi pada tabel diatas juga didapatkan bahwa hasil 140 data menyebutkan sekuen PD FatSat

lebih unggul dalam menampakkan informasi citra anatomi dibandingkan dengan sekuen PD Dixon yang menunjukkan 0 data.Untuk nilai mean rank setiap anatomi bisa dilihat pada lampiran dengan tabel 4.

Tabel 5. Mean Rank

Anatomi	PD FatSat	PD Dixon
Quadriceps Tendon	210,00	0
Patella	210,00	0
Patella Tendon	210,00	0
Anterior Cruciate Ligament	465,00	0
Posterior Cruciate Ligament	465,00	0
Tibia	210,00	0

Pada tabel 5 nilai mean rank pada anatomi *Quadriceps Tendon*, *Patella*, *Patella Tendon* dan *Tibia* dengan sekuen PD FatSat memiliki nilai mean rank (210,00), sedangkan pada sekuen PD Dixon dengan nilai mean rank (0). Nilai mean rank pada anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament* dengan sekuen PD FatSat memiliki nilai mean rank (465,00), sedangkan pada PD Dixon dengan nilai mean rank (0). Pada berbagai anatomi (*Quadriceps Tendon*, *Patella*, *Patella Tendon*, *Tibia*, *Anterior Cruciate Ligament*, dan *Posterior Cruciate Ligament*), sekuen PD FatSat memiliki nilai mean rank yang lebih tinggi dibandingkan dengan sekuen PD Dixon, yang bernilai (0).

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada bulan Juni-Juli 2024 di Instalasi Radiologi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah, MRI *Knee Joint* merupakan jenis pemeriksaan MRI yang sering dilakukan. Analisis telah dilakukan terhadap perbedaan informasi citra anatomi PD FatSat dan PD Dixon dalam pemeriksaan MRI *Knee Joint* Sagital pada kasus *Rupture Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Perbedaan hasil yang terlihat pada kedua teknik ini disebabkan oleh karakteristik imaging yang unik pada masing-masing sekuen. (Kusumaningrum et al., 2019). Berdasarkan hasil tabel hasil uji *Wilcoxon* pada anatomi MRI *Knee Joint* irisan Sagital didapatkan nilai p-value lebih kecil daripada $\alpha(<0,005)$ yaitu p-value ($<0,001$) untuk perbedaan antara sekuen PD FatSat dan PD Dixon secara keseluruhan sehingga Ha diterima dan Ho ditolak sehingga disimpulkan bahwa secara keseluruhan ada beda signifikan pada informasi anatomi pemeriksaan MRI *Knee Joint* pada sekuen PD FatSat dan PD Dixon.

Untuk hasil uji *Wilcoxon* untuk per objek yaitu nilai anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dan anatomi *Posterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dimana berarti Ho ditolak Ha diterima artinya hal ini menunjukkan adanya perbedaan informasi anatomi MRI *Knee Joint* potongan Sagital sekuen PD FatSat dan PD Dixon. Sedangkan pada anatomi *Quadriceps Tendon* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Patella* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Patella Tendon* dengan nilai p-value (1,000), anatomi *Tibia* dengan nilai p-value (1,000) yang berarti Ho diterima Ha ditolak artinya hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan informasi citra anatomi MRI *Knee Joint* potongan Sagital.

Fatsat digunakan untuk mendeteksi atau mengekstrak sinyal dari jaringan lemak dalam pencitraan MRI. Ada tiga metode yang dapat digunakan untuk mencapai penekanan lemak: *lean saturation*, *investment mulihan* dan *leaning phase*. FatSat adalah istilah umum yang mencakup berbagai teknik dengan kelebihan, kekurangan, dan kekuatan unik masing-masing. Selama proses pencitraan MRI, proton lemak dan proton hidrogen dari air memiliki perilaku yang berbeda, dan teknik penekanan lemak memanfaatkan perbedaan ini. Fatsat adalah

metode yang efektif untuk menampilkan informasi anatomi tentang ACL dan PCL, meskipun sinyal yang relatif tinggi sering muncul dari PCL. Teknik ini dapat digunakan pada pencitraan T1 yang disesuaikan dengan bahan penyusunnya serta karakteristik utama yang mengisolasi area dengan konsentrasi lemak yang tinggi. Fatsat juga berguna untuk mengidentifikasi jenis registry pergeseran kimia (Chandra et al., 2024).

Hasil mean rank wilcoxon pada sekuen PD FatSat adalah (70,50) dan nilai mean rank pada sekuen PD Dixon adalah (0). Untuk setiap kriteria anatomi yang dinilai menunjukkan sekuen PD Fatsat anatomi *Quadriceps Tendon* memiliki nilai mean rank (210,00); *Patella* (210,00); *Patella Tendon* (210,00); *Tibia* (210,00); *Anterior Cruciate Ligament* (465,00); *Posterior Cruciate Ligament* (465,00). Sekuen PD Dixon menghasilkan nilai mean rank 0 pada semua kriteria anatomi. Berdasarkan data tersebut nilai mean rank pada sekuen PD Fatsat lebih unggul dalam anatomi *Anteriro Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligement*. Hal ini menunjukkan bahwa sekuen PD Fatsat lebih unggul pada pemeriksaan MRI Knee Joint potongan sagital denan kasus *Rupture ACL*. Sekuen PD FatSat pada MRI sangat berguna untuk menekan sinyal lemak, meningkatkan kontras, dan mempermudah visualisasi jaringan lunak seperti *meniskus*, *ligamen*, serta *kartilago*. Sekuen ini sangat efektif untuk mendeteksi cedera, *edema* tulang, dan inflamasi pada *Knee*. Dengan kemampuan ini, PD FatSat menjadi pilihan utama dalam pencitraan *Muskuloskeletal*, terutama pada kasus *Rupture ACL*, karena memberikan detail anatomi yang lebih jelas dan meningkatkan diagnosis (Westbrook MRI 2014,.)

Teknik *fat saturation* (fatsat) adalah salah satu metode *pre-saturation* yang diterapkan khusus pada jaringan lemak, dan tidak efektif pada udara. Penggunaan fatsat dianjurkan karena mampu menekan sinyal lemak secara signifikan, menghasilkan citra yang lebih baik dalam akuisisi dengan media kontras yang ditingkatkan (Adriana Rawi et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan, yaitu: Ada Perbedaan Informasi Citra Pada Pemeriksaan MRI *Knee Joint* Potongan Sagital Kasus *Ruture ACL* dengan Sekuen PD FatSat dan PD Dixon, Berdasarkan hasil uji *wilcoxon* didapatkan nilai p-value lebih kecil daripada $\alpha(<0,05)$ yaitu $<0,001$ secara keseluruhan dan untuk anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dan anatomi *Posterior Cruciate Ligament* dengan nilai p-value (0,002) dimana berarti Ho ditolak Ha diterima artinya hal ini menunjukkan adanya perbedaan informasi citra MRI *Knee Joint* potongan Sagital sekuen PD FatSat dan PD Dixon.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan mean rank pada sekuen PD FatSat adalah (70,50) dan pada sekuen PD Dixon adalah (0). Untuk setiap kriteria anatomi yang dinilai menunjukkan sekuen PD Fatsat anatomi *Quadriceps Tendon*, *Patella*, *Patella Tendon* dan *Tibia* adalah (210,00), sedangkan *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament* adalah (465,00). Sedangkan sekuen PD Dixon menghasilkan nilai mean rank 0 pada semua kriteria anatomi. Berdasarkan data tersebut nilai mean rank pada sekuen PD Fatsat lebih unggul dalam anatomi *Anteriro Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligement*. Hal ini menunjukkan bahwa sekuen PD Fatsat lebih unggul pada pemeriksaan MRI *Knee Joint* potongan sagital denan kasus *Rupture ACL*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapkan terimakasih ini penulis sampaikan kepada pembimbing dilapangan yang telah membantu, mendukung selama penelitian dan kepada orang tua juga yang telah mensupport dan mendoakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana Rawi, M., Jeniyanthi, N. P. R., Ni Luh Putu Sari Widari, (2023). Perbedaan Informasi Anatomi Sekuen Proton Density Fat Saturation dan Short Tau Inversion Recovery Pada MRI Shoulder Joint Potongan Coronal Dengan Kasus Rotator Cuff Tear. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 1(4), 228–237.
- Bellisari, F. C., Bruno, F., Monti, R., Cicerone, C., Palumbo, P., Arrigoni, F., Mariani, S., Gianneramo, C., Stefano, M. L. M. D. S., Carbone, M., Gentili, F., Mazzei, M. A., Masciocchi, C., & Barile, A. (2021). Diagnostic performance of DIXON sequences on low-field scanner for the evaluation of knee joint pathology. *Acta Biomedica*, 92(23), 18–22. <https://doi.org/10.23750/abm.v92iS5.11870>
- Chandra, S., Putu, N., & Jeniyanti, R. (2024). Penggunaan Sekuen Fat Saturation (FS) Dalam Pemeriksaan MRI Knee Joint Kasus Osteosarcoma Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Di Jakarta. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 2(1), 269–282.
- Gusma, K. C. (2022). Survei Penyebab Terjadinya Cedera Anterior Cruciate Ligament (Acl) Pada Komunitas Acl Indonesia Cabang Jateng Diy. *Unnes Journal of Sport Sciences*, 6(2), 104–117. <https://doi.org/10.15294/ujoss.v6i2.54852>
- Kusumaningrum, A. I., Purna, L., & Wibowo, G. M. (2019). Atina : Analisis Informasi Anatomi Antara Sekuens T2wi Fse Dan Proton Density Fat Saturation Pada Pemeriksaan Mri Knee Jointpotongan Sagital (Studi pada Anterior Cruciate Ligament (ACL) dan Posterior Cruciate Ligament (P. *JImeD*, 2(2), 175–179.
- Mutiarasari, A. N., Ghufroni, A., & Sukadarwanto. (2023). Penatalaksanaan TENS, Kinesiotaping, dan Terapi Latihan pada Post Rekonstruksi ACL. *Prosiding STIKES Bethesda*, 2(1), 265–275.
- Nizar, S., Fatimah, F., & Kartili, I. (2019). Pengaruh Variasi Time Repetition (Tr) Terhadap Kualitas Citradan Informasi Citra Pada Pemeriksaan Mri Lumbalsekuens T2 Fse Potongan Sagital. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 5(2), 89. <https://doi.org/10.31983/jimed.v5i2.4473>
- Ramadan, M. I., Totok Budi Santoso, & Hakny Maulana. (2023). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Kasus Post Operation Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Case Report. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(1), 4801–4810. <https://doi.org/10.53625/jirk.v3i1.5861>
- Risa, R. H., I Kadek Yuda Astina, & Nyoman Supriyani. (2022). perbedaan Perbedaan Variasi Nilai Time Repetition (TR) 3440ms DAN 3470ms Terhadap Kualitas Citra Mri Knee Joint Dirumah Sakit Daerah Mangusada Badung. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan*, 2(1), 13–23. <https://doi.org/10.55606/klinik.v2i1.737>
- Siagian, M. K., Made, I., Prasetya, L., Dharmawan, B. G., & Radiodiagnostik, A. T. (2023). Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Perbedaan Informasi Anatomi Acl Mri Knee Joint T2W Tse Dengan T2*Gre Pada Potongan Sagital Dengan Kasus Ruptur Acl Di Instalasi Radiologi Rsud Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(3), 381–392.
- Triyani, L. A., Supriyadi, A., & Iin Rohayani. (2024). Upaya Pemulihan Pasien Pasca Rekontruksi Anterior Cruciate Ligament (Acl) Dengan Exercise : Case Report. *Sports Culture*, 15(1), 72–86. <https://doi.org/10.25130/sc.24.1.6>
- Westbrook MRI 2014. 2014 Westbrook. *Handbook of MRI Technique Fourth Edition*.2014.