

Optimasi Citra MRI *Cervical* Klinis *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) pada Pasien Tidak Kooperatif dengan Menggunakan Sekuen Sagital T2 *Propeler*

Simon Nuari¹, Shinta Gunawati Sutoro², Muhammad Irsal³
^{1,2,3} *Teknologi Radiologi Pencitraan Poltekkes Jakarta II*

Corresponding Author: Simon Nuari
e-mail: simonsitoruss@gmail.com

ABSTRACT

Background: Cervical herniated nucleus pulposus (HNP), which may cause neck pain and radiculopathy and consequently reduce the patients' quality of life. MRI is the primary imaging modality for establishing the diagnosis of HNP because it can clearly visualize among the other things the intervertebral discs, spinal cord, and intervertebral foramina. In clinical practice, however, cervical MRI examinations often encounter the motion artifacts, particularly in the patients with psychiatric disorders who tend to be uncooperative. In relation to which, T2 PROPELLER technique is known to be able to reduce the motion artifacts, thereby improving image quality and diagnostic value compared to the conventional T2-weighted sequences. This research aims to analyze the examination procedure and the quality of anatomical image information obtained from sagittal T2 Propeller sequences in cervical MRI for the cases of herniated nucleus pulposus (HNP) in the uncooperative patients with psychiatric disorders at RSKD Duren Sawit.

Method: This research constitutes a qualitative study which was undertaken at Radiology Department of Duren Sawit Regional Special Hospital starting from August up to November 2025. The research employed an analytical approach to cervical MRI examinations using an additional sagittal T2 Propeller sequence in clinically diagnosed cases of herniated nucleus pulposus (HNP) in the uncooperative patients. As for the sample, it consisted of three patients selected based on the predefined inclusion and the exclusion criteria. While primary data were then obtained from direct observation of the MRI examination procedures and image acquisition results.

Results: Based on the findings of this research conducted at Duren Sawit Regional Special Hospital, it can be concluded that the cervical MRI examination procedure for clinically diagnosed cases of herniated nucleus pulposus (HNP) in the uncooperative patients with psychiatric disorders was performed in accordance with the established theoretical principles, with the addition of sagittal oblique and sagittal T2 PROPELLER sequences.

Conclusion : The sagittal T2 Propeller sequence was shown to produce greater image quality compared to the routine T2-weighted sequences, as it can effectively reduce the motion artifacts and enhanced the visualization of the spinal cord, intervertebral discs, and vertebral bodies.

Keywords: Cervical MRI; HNP; Sagittal T2 *Propeller*; Non Kooperatif

Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan metode pencitraan non *invasive* tanpa menggunakan radiasi pengion (Westbrook, 2018). *Vertebrae cervical* adalah salah satu bagian dari *columna vertebra* yang terdiri dari 7 ruas dan salah satu diagnosa yang sering di temukan yaitu *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) (Safruddin et al., 2025).

Salah satu penyebab utama nyeri leher dan radikulopati adalah *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) *cervical*, yang dapat mengurangi kualitas hidup dan produktivitas pasien (Xin et al., 2022). Untuk menentukan terapi yang tepat, diagnosis

yang akurat sangat penting. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) adalah modalitas pencitraan yang paling penting karena mampu memberikan gambaran jelas struktur jaringan lunak seperti diskus intervertebralis, *medula spinalis*, dan foramen intervertebralis (Lin et al., 2025).

Penyakit HNP dapat terjadi pada seluruh ruas tulang belakang, mulai dari ruas tulang belakang kepala hingga ruas tulang belakang lumbal (S, Nanik. Sismindari, 2002). Suatu tantangan pada saat pemeriksaan dapat menimbulkan artefak gerakan. Teknik *Propeller* (*Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced*

Reconstruction) merupakan salah satu teknik yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya artefak tersebut. *Propeller* merupakan metode yang dirancang untuk mengurangi artefak gerakan dan masalah gerakan lainnya seperti ini disebut *propeller* sebagai garis paralel yang tumpang tindih dengan rekonstruksi lanjutan yang diputar secara periodic (Husna et al., 2025).

Menurut Fajar Rinawati, Moh Alimansur, kesehatan jiwa merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kesehatan secara umum serta merupakan dasar bagi pertumbuhan dan perkembangan manusia. penyebab gangguan jiwa terdiri dari faktor penyebab predisposisi dan presipitasi. Faktor ini ditinjau dari aspek biologis, psikologis dan sosial. Faktor predisposisi terbanyak pada aspek biologis adalah klien pernah mengalami gangguan jiwa sebelumnya, pada aspek psikologis adalah tipe kepribadian dan penyebab pada aspek sosial adalah klien tidak bekerja, sedangkan faktor presipitasi, penyebab pada aspek biologis terbanyak adalah putus obat, penyebab pada aspek psikologis terbanyak adalah pengalaman tidak menyenangkan dan penyebab pada aspek sosial terbanyak adalah konflik dengan keluarga atau teman (Pendekatan et al., 2011).

Menurut Buku *Science Midwifery*, 2025 dan Ariece, 2024 menyatakan adanya perbedaan kualitas dan informasi citra antara kedua sequence T2 TSE dengan T2 *Propeller*, T2 *Propeller* dianggap mampu meningkatkan nilai diagnostik radiologis dengan menekan artefak akibat pergerakan, sehingga pencitraan pada kasus HNP *cervical* menjadi lebih optimal (Dietrich et al., 2011).

Sequence rutin MRI *Cervical* yang di terangkan menurut *Torsten. B. Moeller et all 2nd Edition* dan *Westbrook* 2014 pemeriksaannya yaitu *scout (axial, coronal, sagital)* untuk *planning* awal, *Sagital T2-weighted* untuk melihat patologi, *Sagital T1-weighted* untuk melihat anatomi, *Axial T2-weighted* untuk melihat patologi, *Axial Proton Density-weighted* untuk melihat visualisasi jaringan lunak yang baik, *Coronal T2-weighted* melihat patologi cairan (Westbrook, 2015).

Berdasarkan pengalaman peneliti di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Daerah Duren Sawit peneliti menjumpai pemeriksaan MRI *Cervical* dengan pesawat MRI GE 1.5 *Tesla* pada pasien klinis HNP menggunakan *sequence* rutin diantaranya *Coronal T2 FSE*, *Sagital T2 FSE*, *Sagital T1 FSE*, *Sagital T2 Fat Saturation FSE*, *Axial T2 FSE*, *Axial T1 FSE*, 3D *MYELO*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis bertujuan untuk mengkaji lebih dalam penggunaan

sekuense T2 *Propeller* pemeriksaan MRI *Cervical* dengan klinis HNP pada pasien gangguan kesehatan jiwa, Gangguan jiwa dapat diartikan sebagai suatu perubahan fungsi jiwa yang bisa menimbulkan hambatan dalam menjalankan peran sosial bagi penderitanya (Mendrofa et al., 2022). Oleh karena itu pada saat pemeriksaan berlangsung pasien tidak kooperatif yang menyebabkan hasil citra terdapat *motion artefact* dengan penggunaan sekuen T2 *Propeller* ini penulis menganalisa bisa membuat hasil gambaran citra lebih baik terhadap pasien gangguan kejiwaan yang tidak kooperatif.

Metode

Penelitian ini merupakan studi kualitatif dengan pendekatan menganalisa pemeriksaan MRI *Cervical* dengan tambahan sekuen T2 *Propeller* pada pasien tidak kooperatif dengan klinis HNP di Instalasi Radiologi RSKD Duren Sawit.

Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu Agustus 2025 hingga November 2025 dan bertempat di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Khusus Daerah (RSKD) Duren Sawit, Jakarta, sebagai lokasi pengambilan data. Subyek penelitian sebanyak 3 pasien dengan klinis HNP *cervical* dengan kondisi tidak kooperatif, responden penelitian adalah seorang radiologist dan radiografer. Metode pengambilan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan studi dokumen.

Hasil dan Pembahasan

Di RSKD Duren Sawit, alur pemeriksaan terdiri dari pasien dengan pengantar dari dokter pengirim ke instalasi radiologi. Setelah itu, radiografer melakukan pengecekan dan menentukan penjadwalan pasien pada hari yang tersedia. Setelah pasien tiba di ruang pemeriksaan MRI pada hari yang telah ditentukan, radiografer mengidentifikasi dengan pasien memverifikasi nama lengkap dan tanggal lahirnya. Selain itu, radiografer juga menilai pasien dengan mengisi formulir persetujuan seperti yang ditemukan dalam penelitian ini dengan mengkonfirmasi pertanyaan yang berkaitan dengan penggunaan alat logam di dalam tubuh pasien, seperti alat pacu jantung, kawat gigi, gigi palsu, dan pen tulang, serta riwayat medis pasien, termasuk keluhan, penyakit, dan operasi. Radiografer juga meminta tanda tangan pasien sebagai persetujuan dilakukannya tindakan pemeriksaan MRI, memberikan edukasi mengenai pemeriksaan yang dilakukan serta pasien diberitahu untuk tidak bergerak selama pemeriksaan. Apabila pasien sudah

memahami alur pemeriksaan, berikutnya persiapan pasien.

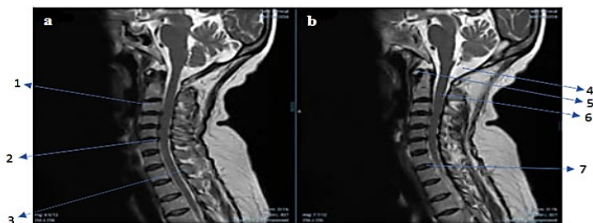
MRI *Cervical* di RSKD Duren Sawit secara garis besar pemeriksaan tidak memiliki persiapan khusus, namun pasien akan diminta untuk melepaskan benda berlogam dan tidak menggunakan pakaian yang berlogam. Lalu, ketika akan dilakukan pemeriksaan, radiografer akan memastikan kembali tidak ada benda logam pada pasien yang dapat mengganggu hasil gambaran pemeriksaan.

Pasien ditempatkan dalam posisi berbaring telentang (*supine*) di atas meja pemeriksaan dengan orientasi *head first*. Bagian kepala diletakkan tepat pada *cervical coil* yang telah terpasang, sementara area bahu menyentuh bagian bawah coil. Setelah memastikan kepala, leher, dan bahu pasien berada dalam satu garis lurus, *emergency bell* diberikan kepada pasien. Selanjutnya, *earmuff* dipasang bersama dengan *sponge* atau alat fiksasi di area sekitar kepala untuk mencegah pergerakan. Selimut diberikan agar pasien merasa hangat dan nyaman sepanjang prosedur. *Isocenter* kemudian diatur pada area mentis pasien, tombol sentralisasi diklik untuk posisi nol, pasien diberi informasi bahwa pemeriksaan akan segera dimulai, lalu tombol untuk memasukkan pasien ke dalam *gantry* ditekan. Setelah itu, pintu ruangan MRI ditutup rapat dan prosedur pemeriksaan dapat dijalankan.



Gambar 1 *Planing scan sagittal T2, T1, STIR*

Dalam penelitian ini adalah *sequence sagittal* dengan pembobotan T2. Fungsi utama *sequence* ini adalah untuk mendeteksi patologi, oleh sebab itu *scanning* pada *sagittal T2* dilakukan terlebih dahulu agar patologi yang ada dapat teridentifikasi dan memudahkan radiografer dalam melanjutkan prosedur pemeriksaan. Sebagai contoh, melalui irisan *sagittal* dapat diidentifikasi ada tidaknya tonjolan *diskus* pada setiap *diskus cervical*. Seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini, tanda panah mengindikasikan adanya penonjolan HNP yang mengarah ke *spinal cord*. Dan selanjutnya membuat *planing scan* pada T2 Sagital sesuai pada gambar 1, sudah proses *scaning* pada T2 Sagital di dapatkan hasil Gambar 2



Gambar 2 *Sequence Sagittal T2*

Pada gambar 2a terlihat patologi dengan baik yaitu terdapat penonjolan dari *diskus* ke arah *spinal cord*. Panah 1 menunjukkan *vertebral body*, panah 2 menunjukkan penonjolan HNP nya, dan panah 3 menunjukkan *spinous process*. Pada *sequence Sagittal T2* gambaran terlihat *hyperintense*. Sedangkan pada gambar 2b terlihat patologi dengan sangat baik dimana penonjolan mengarah ke *spinal cord*. Panah 4 menunjukkan cairan *cerebral spinal fluid* (CSF), panah 5 menunjukkan *anterior arch of atlas*, panah 6 menunjukkan *spinal cord*, dan panah 7 menunjukkan *diskus intervertebralis*. Pada *sequence Sagittal T2* ini juga jaringan lunak tergambar dengan baik.

Berdasarkan riset yang telah dilakukan peneliti menemukan persiapan peralatan, persiapan pasien, penempatan posisi pasien, input data, *scanning* untuk pengambilan gambar, protokol pemeriksaan, dan hasil citra dan sudah sesuai dengan buku Moeller (2010), yaitu untuk persiapan pasien meliputi identifikasi pasien berupa verifikasi nama lengkap dan tanggal kelahiran, kemudian *assessment* pasien dengan konfirmasi pertanyaan terkait pemeriksaan seperti penggunaan implan logam di dalam tubuh. Setelah pasien memahami alur pemeriksaan, dilanjutkan dengan persiapan posisi pasien. pasien dilakukan dengan cara *supine*, *head first*, dan *isocenter* diatur pada bagian mentis pasien. Pada tahap input data, radiografer hanya perlu melengkapi berat badan pasien. Pada tahap *scanning* pengambilan gambar, cakupan gambaran harus mencakup dari *cervical 1* hingga *thoracic 1*.

Protokol pemeriksaan yang digunakan menurut buku Westbrook (2014), MRI *Cervical* yang terdiri dari *sequence Coronal T2* untuk memperlihatkan kurva *myelo* secara keseluruhan, *sequence Sagittal T2* untuk deteksi patologi, *sequence Sagittal T1* untuk visualisasi anatomi, *sequence Sagittal T2 STIR* untuk menekan sinyal lemak agar kelainan lebih terlihat, *sequence Axial T2* untuk melihat penekanan pada saraf dan arah tertentu seperti kanan atau kiri, *sequence Axial T1* untuk visualisasi anatomi secara *axial*, *sequence 2D MYELO* untuk melihat gangguan pada *myelografi* seperti penyempitan atau diskontinuitas struktur *myelo*, dan *sequence STIR* untuk melihat struktur saraf-saraf yang detail dan jelas seperti *plexus brachialis*. Hasil

citra (*post processing*) akan masuk ke sistem yaitu AW47 dan PACS. Berdasarkan teori, pemeriksaan MRI *Cervical* memerlukan persiapan peralatan, persiapan pasien, penempatan posisi pasien, dan *protocol scanning* (C. Westbrook, 2018)(Möller & Reif, 2019).

Tetapi pada kasus Pasien tidak kooperatif dengan gangguan kesehatan jiwa ada perlu edukasi terhadap keluarga agar bisa menjelaskan ke pasien mengenai alur pemeriksaan ini serta memberikan alat fiksasi tambahan seperti , *pad headset* untuk meredam kebisingan MRI selama prosedur agar pasien merasa nyaman, *emergency bell* untukantisipasi jika pasien memerlukan bantuan atau merasa tidak nyaman, *sponge* atau busa fiksasi yang berfungsi sebagai penyangga untuk menghindari rongga yang dapat menyebabkan pergerakan pasien selama prosedur di area yang ingin lakukan pemeriksaan.

Menurut jurnal Sri Adhi Lukito, et al pemeriksaan MRI *Cervical* pada sekuens T2 *PROPELLER* lebih baik dibandingkan T2 *FRFSE*(Informasi et al., 2021). Sedangkan Melati Amelia Husna, et al Ada perbedaan kualitas citra MRI *Cervical* irisan Axial antara sekuens T2 *FSE* dan T2 *PROPELLER*. Hal ini karena kedua sekuens menghasilkan citra yang berbeda; sekuens T2 *PROPELLER* menghasilkan kualitas citra anatomi dan patologi yang lebih detail serta dapat mengurangi terjadinya artefak yang disebabkan oleh gerakan pada *cervical* yang sensitif terhadap gerakan, sedangkan T2 *FSE* menghasilkan kualitas citra yang kurang informatif karena artefak(Husna et al., 2025).

Pasien RSKD Duren Sawit dengan gangguan kesehatan jiwa tidak menggunakan sekuens T2 *Sagittal Propeller* pada pasien yang tidak kooperatif dikarenakan fungsi dari T2 *Propeller* tersebut dapat mereduksi gambaran *artefak motion*. Akan tetapi untuk penggunaan T2 *Propeller scan time* lebih lama 20 detik di bandingkan T2 *Sagittal rutine*. *Scan time* meningkat dikarenakan pada T2 *Sagittal Propeller* menggunakan TR lebih tinggi. Kualitas citra MRI *cervical* pada penelitian ini dinilai baik, dengan visualisasi struktur anatomi utama termasuk medulla spinalis, diskus intervertebralis, foramen intervertebralis, Artefak minimal dan kontras jaringan memadai untuk kepentingan evaluasi klinis.

Berdasarkan hasil observasi terhadap pasien tidak kooperatif dalam gangguan kesehatan jiwa. Peneliti melakukan wawancara dengan dokter radiolog, serta hasil observasi peneliti saat peneliti melakukan pengambilan data di Instalasi

Radiologi RSKD Duren Sawit, bahwa hasil citra MRI Dari gambaran T2 *Sagittal Propeller MRI Cervical*, Hasil gambaran yang baik akan sangat membantu dan memudahkan dokter radiologi untuk mendiagnosis kelainan yang dialami oleh pasien.

Sequence T2 *Sagittal rutine* dan T2 *Sagittal Propeller* didapatkan hasil wawancara peneliti dengan dokter radiolog bahwasannya, hasil citra anatomi pada sekuen T2 *Propeler* menunjukan citra yang lebih baik di bandingkan T2 *Sagittal rutin*, untuk pasien tidak kooperatif .

Hasil observasi dan wawancara dokter radiolog menyatakan bahwa Citra yang dihasilkan oleh sekuen T2 *Propeler* mampu membantu memvisualisasikan kompresi ,melihat kelainan yang ada *cervical*, mampu menegaskan diagnosa dan anatomi *cervical* dan jaringan disekitarnya tercakup jelas dan tidak boleh ada yang terpotong. dan terlihat adakah penekanan HNP terhadap saraf-saraf pleksus. Hasil gambaran yang baik akan sangat membantu dan memudahkan dokter radiologi untuk mendiagnosis kelainan yang dialami oleh pasien. Menurut *Dorota Czyzewska*, et al T2- *Propeller* memberikan pencitraan berkualitas lebih tinggi jika ada artefak gerakan, tetapi T2-*FRFSE* lebih disukai jika tidak ada gerakan.

Oleh karena itu, T2- *Propeller* direkomendasikan sebagai sekuens T2 sekunder saat pencitraan memerlukan akuisisi ulang karena artefak gerakan (Dorota Czyzewska 1, Nikita Sushentsev 2, Eryk Latoch 3, Rhys A Slough 2, 2021). Menurut Gloria Tesalonika Kyrieous Palar, et al hasil penelitian, dalam uji *Wilcoxon* terdapat perbedaan signifikan antara sekuen T2 *FSE Propeller* dan T2 *FSE*, dengan nilai $p = <0.001$. Sekuen T2 *FSE Propeller* memberikan citra yang lebih baik secara statistik yang dapat dilihat dari nilai CSF 5.50 dibandingkan 0.00 untuk T2 *FSE*, serta pada *Corpus Vertebrae* dengan *Mean Rank* 4.50 dibandingkan 0.00. Pada *Spinal Cord*, T2 *FSE Propeller* juga lebih baik, meski perbedaannya kecil. Namun, untuk *Discus Intervertebralis*, tidak ada perbedaan signifikan. peneliti ini menunjukkan bahwa sekuen *Sagittal T2 FSE Propeller* lebih unggul dibandingkan dengan sekuen *Sagittal T2 FSE* dalam pemeriksaan MRI *cervical* pada pasien dengan *Cervical Root Syndrome* (CRS). Dengan demikian, T2 *FSE Propeller* menjadi pilihan yang direkomendasikan untuk menghasilkan gambar yang lebih jelas dan diagnostik. Penelitian lebih lanjut dengan ukuran sampel yang lebih besar dan aplikasi pada patologi *cervical* lainnya diperlukan untuk memperluas manfaat teknik ini

(Gloria Tesalonika Kyrieous Palar1, Ni Putu Rita Jeniyanthi2, 2024).

Simpulan

Alur prosedur pemeriksaan MRI *cervical* pada kasus klinis HNP pada pasien gangguan kesehatan jiwa yang tidak kooperatif meliputi persiapan peralatan dan pasien, penempatan posisi pasien, input data, serta penerapan protokol pemeriksaan yang mencakup parameter dan *sequence* Coronal T2 FRFSE, *Sagittal* T2, *Sagittal* T1, *Sagittal* T2 STIR, *Axial* T2, *Axial* T1, dan 2D *Myelo*, dengan hasil citra tersimpan pada sistem AW47 dan PACS. Citra MRI *cervical* pada sekuens *Sagittal* T2 *Propeller* menunjukkan kualitas yang lebih baik dibandingkan T2 rutin, khususnya pada pasien tidak kooperatif, karena mampu mengurangi artefak pergerakan dan memvisualisasikan anatomi *spinal cord*, diskus intervertebralis, serta *corpus vertebrae* dengan lebih jelas.

Daftar Pustaka

- Dietrich, T. J., Ulbrich, E. J., Zanetti, M., Fucntese, S. F., & Pfirrmann, C. W. A. (2011). *Propeller* technique to improve image quality of MRI of the shoulder. *American Journal of Roentgenology*, 197(6), 1093–1100. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.6065>
- Dorota Czyzewska 1, Nikita Sushentsev 2, Eryk Latoch 3, Rhys A Slough 2, T. B. 2 4. (2021). *T2-PROPELLER Compared to T2-FRFSE for Image Quality and Lesion Detection at Prostate MRI*.
- Gloria Tesalonika Kyrieous Palar1, Ni Putu Rita Jeniyanthi2, I. W. A. S. (2024). *Analisis Perbedaan Informasi Citra Anatomi Sekuen Sagittal T2 FSE dan Sagittal T2 FSE Propeller pada Pemeriksaan Mri Cervical Dengan Kasus Cervical Root Syndrome*. 8, 6736–6743.
- Husna, M. A., Susanto, F., Fitriana, L., & Samudra, A. (2025). *Comparison of cervical vertebrae MRI image information between axial T2 FSE and T2 propeller sequences*. 13(1).
- Informasi, A., Antara, C., Sekuens, T., Dengan, F., Lukito, S. A., & Murniati, E. (2021). *Propeller Pada Pemeriksaan Mri Cervikal Potongan Axial Dengan Pesawat MRI GE SIGNA 1 , 5 T Analysis Image Information Between T2 FRFSE Sequences and T2 Propeller Sequences in Cervical Mri Examination Axial Slice With 1 , 5 T GE SIGNA MRI Unit Sri : Analisis*. 3(2), 266–270.
- Lin, M., Hong, C. X., Rishniw, M., Davies, E. S., & Wood, J. H. (2025). Clinical characteristics associated with cervical hydrated nucleus pulposus extrusion in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jvim.17284>
- Mendrofa, D. S., Rahmat, M. H., & Zega, P. (2022). Studi Kasus: Asuhan Keperawatan Jiwa Pada Tn.F Dengan Masalah Halusinasi. *OSF Preprints*, 1–26.
- Möller, T. B., & Reif, E. (2019). MRI Parameters and Positioning. In *MRI Parameters and Positioning*. <https://doi.org/10.1055/b-005-148895>
- Fajar Rinawati, Moh Alimansur S, (2011). *Analisa Faktor-Faktor Penyebab Gangguan Jiwa Menggunakan Pendekatan Model Adaptasi Stres Stuart*. 41, 34–38.
- S, Nanik. Sisindari, dan Sudjadi. (2002). In *Aktivitas Pemotongan Dna Supercoil Oleh Fraksi-Fraksi Protein Daun Morinda citrifolia* (pp. 1174–179135).
- Safruddin, M., Diartama, A. A. A., & Triningsih, T. (2025). Peranan Teknik Compressed Sense (CS) pada Pemeriksaan MRI Lumbosacral dengan Kasus Hernia Nucleus Pulposus (HNP). *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.31983/jimed.v1i1.11806>
- Westbrook, C. (2018). *MRI IN PRACTICE EDS 5 by Catherine Westbrook-1.pdf*.
- Westbrook, C. 4 E. (2015). Handbook Of MRI Technique Fourth Edition. In *4 Edition , MRI Technique * (Vol. 16, Issue 2).
- Xin, J., Wang, Y., Zheng, Z., Wang, S., Na, S., & Zhang, S. (2022). Treatment of Intervertebral Disc Degeneration. *Orthopaedic Surgery*, 14(7), 1271–1280. <https://doi.org/10.1111/os.13254>