

**TESIS**

**KORELASI DERAJAT HERNIASI DISCUS PASIEN LBP TERHADAP  
DEGENERASI DISCUS BERDASARKAN KLASIFIKASI PFIRRMANN PADA MRI  
LUMBOSACRAL**

**CORRELATION OF THE DEGREE OF DISC HERNIATION IN LBP PATIENTS TO  
DISC DEGENERATION BASED ON THE PFIRRMANN CLASSIFICATION ON  
LUMBOSACRAL MRI**

**DWI PRATIWI**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)**

**PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**KORELASI DERAJAT HERNIASI DISCUS PASIEN LBP TERHADAP  
DEGENERASI DISCUS BERDASARKAN KLASIFIKASI PFIRRMANN PADA MRI  
LUMBOSACRAL**

Karya akhir

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan oleh

DWI PRATIWI

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)  
PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR****KORELASI DERAJAT HERNIASI DISCUS PASIEN LBP TERHADAP  
DEGENERASI DISCUS BERDASARKAN KLASIFIKASI PFIRRMANN  
PADA MRI LUMBOSACRAL**

Disusun dan diajukan oleh :

**Dwi Pratiwi**


Nomor Pokok : C125182001

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 28 Maret 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


  
dr. Dario A. Nelwan, Sp.Rad (K)  
NIP. 19721215 200812 1 003

  
dr. Junus Asiu Bulu Baan, Sp.Rad (K)  
NIP. 19581019 198912 1 001

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas

  
dr. Rafikah Rauf, M.Kes., Sp.Rad (K)  
NIP. 19820525 200812 2 001

  
Prof. Dr. dr. Haerul Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK  
NIP. 19680530 199303 2 001



**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DWI PRATIWI

Nomor Mahasiswa : C125182001

Program Studi : Ilmu Radiologi

Jenjang : PPDS-1

Menyatakan bahwa tesis saya berjudul **"KORELASI DERAJAT HERNIASI DISCUS PASIEN LBP TERHADAP DEGENERASI DISCUS BERDASARKAN KLASIFIKASI PFIRRMANN PADA MRI LUMBOSACRAL"** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar , 31 Mei 2023

Yang menyatakan

  
DWI PRATIWI

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karuniaNya sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir ini yang berjudul **"KORELASI DERAJAT HERNIASI DISCUS PASIEN LBP TERHADAP DEGENERASI DISCUS BERDASARKAN KLASIFIKASI PFIRRMANN PADA MRI LUMBOSACRAL"** 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 kata 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. dr. Dario A.Nelwan, Sp.Rad (K) selaku Ketua Komisi Penasehat
2. dr. Junus Baan, Sp.Rad (K) selaku sekretaris Komisi Penasehat
3. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, MKM selaku Anggota Komisi Penasehat
4. dr. Jainal Arifin, M.Kes, Sp.OT (K) Spine selaku Anggota Komisi Penasehat
5. Dr. dr. Mirna Muis, 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. Serta ucapan terima kasih atas segala arahan , nasehat dan bimbingan yang telahdiberikan selama saya menjalani pendidikan di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin ini.

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

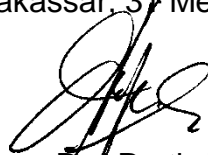
1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Ketua TKP-PPDS FK UNHAS, Ketua Konsentrasi PPDS Terpadu FK UNHAS dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.
2. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad(K), M.Med.Ed, selaku Kepala Bagian Departemen Radiologi Universitas Hasanuddin, dr.Rafika Rauf, Sp.Rad (K), M.Kes, selaku Ketua Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin juga selaku Kepala Instalasi RSPTN. Universitas Hasanuddin, dr. Eny Sanre, M.Kes, Sp.Rad (K) selaku Kepala Instalasi Radiologi RS. 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. Junus Baan, Sp.Rad (K), dr. Luthfy Attamimi, Sp.Rad, dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K), dr. Dario Nelwan, Sp.Rad (K), Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K), dr. Isqandar Masóud, Sp.Rad (Alm), dr. Isdiana Kaelan, Sp.Rad, dr. Amir Sp.Rad, dr M. Abduh, Sp.Rad, dr. Sri Mulyati, Sp.Rad, dr. Taufiqqul hidayat, Sp.Rad, dr. St. Nazrah Aziz, Sp.Rad, dr. Zatriani, M.Kes, Sp.Rad, dr. Suciati Damopolii, M.Kes, Sp.Rad (K), dr. Erlin Sjahril, Sp.Rad (K), dr. Shofyah Latief, Sp.Rad (K), dr. Rosdianah, Sp.Rad, M.Kes, dr. Besse Arfiana Arif, M.Kes, Sp.Rad (K), dr. Isriyah, M.Kes, Sp.Rad (K), dr. Amelia Bactiar, Sp.Rad, M.Ph, dr. Alia Amalia, Sp.Rad serta seluruh pembimbing dan dosen luar biasa dalam lingkup Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas arahan dan bimbingan selama saya menjalani pendidikan
3. Direksi beserta seluruh staf RS Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSUPTN 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 atas bantuan dan kerjasamanya

5. Teman angkatan Januari 2019 serta seluruh teman PPDS Radiologi lainnya yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan dukungan kepada saya selama masa pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.
6. Kedua orang tua saya Prof. Dr. H. Ma'ruf Hafidz, SH, MH, dan Hj. Inderati Masdin SH, MH, berkat semua doa kalian saya bisa sampai pada titik ini.
7. Kepada suami dr. Agung Kurniawan, Sp.B, Subsp. BD (K), M.Kes, serta kedua anak saya, Muhammad Sabir Agung Al Dzulhaji dan Muhammad Fairel Agung, terimakasih atas segenap dukungan, pengorbanan dan doa yang tiada henti-hentinya yang selalu hadir pada situasi dan kondisi terbaik dan terberat.
8. Kepada saudara saya Irham Ma'ruf, Tri Abriana Ma'ruf dan Nur Ikhsana Ma'ruf, saudara ipar saya Sigit Hariyanto dan Dodi Karyadi, terima kasih untuk segala dukungan yang tiada henti-hentinya dan selalu hadir sebagai keluarga yang mendukung saya.
9. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil secara langsung maupun tidaklangsung, saya ucapkan terimakasih.

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 Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan Kasih karunia-Nya serta membalas budi baik kepad asemua pihak yang telah memberikan dukungannya

Makassar, 31 Mei 2023



Dwi Pratiwi



## ABSTRAK

DWI PRATIWI. *Korelasi Derajat Herniasi Discus Pasien LBP terhadap Degenerasi Discus Berdasarkan Klasifikasi Pfirrmann pada MRI Lumbosacral* (dibimbing oleh Dario Nelwan dan Junus Baan).

Nyeri punggung bawah atau *low back pain* (LBP) merupakan gejala paling sering terjadi yang terkait dengan kondisi muskuloskeletal spinal pada orang dewasa. Nyeri punggung bawah seringkali diakibatkan oleh herniasi dan degenerasi diskus. *Magnetic resonance imaging* (MRI) merupakan modalitas utama dalam menentukan penyebab dari nyeri punggung bawah. MRI dapat menilai derajat herniasi diskus dan patologi diskus intervertebralis yang terkait degeneratif seperti perubahan struktural diskus, penyempitan celah diskus, perubahan endplate, artropati faset, formasi osteofit, perubahan nukleus pulposus, dan annulus fibrosus. Beberapa penelitian melaporkan adanya kejadian herniasi diskus yang lebih tinggi pada pasien dengan degeneratif diskus yang berat. Penelitian ini bertujuan mengetahui korelasi degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dengan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah menggunakan modalitas MRI. Penelitian ini menggunakan desain potong lintang yang dilakukan pada 60 pasien dengan nyeri punggung bawah yang memenuhi syarat dan menjalani MRI lumbosakral. Dilakukan penilaian degenerasi diskus berdasarkan klasifikasi Pfirrmann yang dikelompokkan menjadi lima derajat. Dilakukan pula penilaian terhadap herniasi diskus yang dikelompokkan menjadi lima kategori, yaitu normal, *bulging*, *protrusion*, ekstrusio, dan sekuestrasi. Korelasi antara degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dan derajat herniasi diskus dinilai dengan pengujian korelasi Spearman. Didapatkan paling banyak pasien berjenis kelamin perempuan (23,3%) dengan rentang usia 40-49 tahun (35%) dan 50-59 tahun (26,7%). Paling banyak pasien memiliki jumlah lokasi kelainan > 1 (86,7%) dan lokasi kelainan tersering ditemukan pada level L4-L5 (37,4%). Terdapat korelasi positif yang signifikan antara usia dan degenerasi diskus ( $p=0,019$ ). Terdapat korelasi positif yang signifikan antara derajat degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dan derajat HNP ( $p<0.001$ ). Penelitian ini menyimpulkan bahwa derajat degenerasi diskus terkait dengan derajat HNP. Penilaian derajat degenerasi diskus berdasarkan Pfirrmann dapat menjadi prediktor untuk keparahan herniasi diskus lumbalis.

Kata kunci: degenerasi diskus, herniasi diskus, klasifikasi Pfirrmann





## ABSTRACT

DWI PRATIWI. *The Correlation between Degree of Disc Herniation in Low Back Pain (LBP) Patients and Disc Degeneration based on Pfirrmann's Classification on Lumbosacral MRI* (supervised by Dario A. Nelwan and Junus Baan).

The Low Back Pain (LBP) is the most common symptom associated a spinal musculoskeletal conditions in adults. The low back pain is commonly caused by the disc herniation and degeneration. The Magnetic Resonance Imaging (MRI) in the main modality in determining the low back pain cause. MRI can assess the degrees of the disc herniation and related generative intervertebral disc pathologies such as the disc structural changes disc space narrowing, endplate changes, facet arthropathy, osteophyte formation, changes in the nucleus pulposus and annulus fibrosus. Several studies have reported a higher severity of the disc herniation in the patients with the severe degenerat8ive discs. The research aims at investigating the correlation between the disc degeneration according to the Pfirrmann's classification and the disc herniation degree in the patients with the low back pain using MRI modality. The cross-sectional study design was conducted on 60 eligible patients with the low back pain who underwent the lumbosacral MRI. The disc degeneration was assessed based on the Pfirrmann's classification being grouped into 5 degrees. The disc herniation was evaluated and grouped into 5 categories: normal, bulging, protrusion, extrusion, and sequestration. The correlation between the disc degeneration according to the Pfirrmann's classification and the degree of the disc herniation was assessed using Spearman's correlation test. Most patients are females (23.3%) with the age range of 40 – 49 years (35%) and 50 – 59 years (26.7%). Most patients have an abnormality on more than one location 86.7%) and the most common location of the abnormality is found at L4 – L5 level (37.4%). The research result indicates that there is the significant and positive correlation between the age and disc degeneration ( $p = 0.019$ ). There is the significant sand positive correlation between the dis degeneration degree according to the Pfirrmann's classification and NHP degree ( $p < 0.00$ ). The research indicates that the disc degeneration degree is related to the disc herniation degree. The assessment of the disc degeneration degree based on the Pfirrmann's classification can be a predictor for the lumbar disc herniation severity.

Key words: disc degeneration, disc herniation, Pfirrmann's classification



## DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN .....	i
KARYA AKHIR .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR).....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
II.1 Anatomi .....	6
II.1.1 Anatomi vertebra lumbalis.....	6

II.1.2 Anatomi Discus Intervertebralis.....	7
II.2 Degenerasi Discus.....	9
II.2.1 Definisi.....	9
II.2.2 Epidemiologi.....	10
II.2.3 Etiopatogenesis.....	11
II.2.4 Pencitraan Degenerasi Diskus.....	13
II.2.5 Klasifikasi Pfirrmann.....	19
II.3.1 Herniasi Diskus.....	22
II.3.1 Definisi.....	22
II.3.2 Klasifikasi.....	22
II.3.3 Gejala Klinis.....	25
II.3.4 Diagnosis.....	26
II.4 Hubungan Degenerasi Diskus dengan Herniasi Dikus.....	28
BAB III KERANGKA PENELITIAN.....	29
III.1 Kerangka Teori.....	29
III.2 Kerangka Konsep.....	31
BAB IV METODE PENELITIAN.....	31
IV.1 Desain Penelitian.....	31
IV.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
IV.3 Populasi Penelitian.....	31
IV.4 Sampel dan Cara Pengambilan Sampel Penelitian.....	31
IV.5 Perkiraan Jumlah Sampel.....	32
IV.6 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	32
IV.6.1 Kriteria Inklusi.....	32

IV.6.2 Kriteria Eksklus.....	33
IV.7 Izin Penelitian dan <i>Ethical Clearance</i> .....	33
IV. 8 Alokasi subjek dan cara kerja.....	33
IV.8.1 Alokasi Subjek.....	33
IV.8.2 Cara Kerja.....	33
IV.9 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel.....	34
IV.10 Definisi Operasional.....	35
IV.11 Pengolahan dan Analisa Data.....	36
IV.12 Alur Penelitian.....	37
BAB V HASIL PENELITIAN.....	38
V.1 Karakteristik sampel penelitian.....	38
V.2 Analisis statistic variable penelitian.....	40
BAB VI. PEMBAHASAN.....	45
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
VI.1 Kesimpulan.....	50
VI.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55

**DAFTAR TABEL**

Nomor		Halaman
1	Penilaian Pfirrmann untuk degenerasi diskus	19
2	Distribusi sampel berdasarkan karakteristik umum	38
3	Distribusi sampel berdasarkan hasil pemeriksaan MRI lumbosakral	39
4	Distribusi dan korelasi degenerasi diskus berdasarkan jenis kelamin	41
5	Distribusi dan korelasi degenerasi diskus berdasarkan usia	42
6	Distribusi dan korelasi derajat degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dan derajat HNP	44



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Anatomi vertebral lumbal	7
2	Corpus vertebra dan diskus intervertebralis normal	8
3	Diskus intervertebralis normal pada MRI potongan sagital dan axial	9
4	Distribusi tekanan pada segmen normal dan segmen dengan degenerasi nucleus pulposus	12
5	Fissura annulus fibrosus	15
6	MRI lumbosacral sekuens T1WI dan T2WI dan perubahan modic	16
7	MRI T2WI axial dan sagittal pada atropati facet, efusi sendi bilateral dan herniasi diskus	17
8	Perubahan tipe endplate dan anterolisthesis	18
9	Penilaian Pfirrmann untuk degenerasi diskus	19
10	MRI dan skematik Klasifikasi Pfirrmann	20
11	Algoritma penilaian dan evaluasi degenerasi diskus	21
12	Klasifikasi pergeseran material diskus	24
13	Ilustrasi MRI axial herniasi diskus	25
14	Protrusio	27
15	Ekstrusio	27
16	Sekuestrasi	28

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
LBP	: <i>Low back Pain</i>
MRI	: <i>Magnetic Resonance Imaging</i>
CT	: <i>Computed Tomography</i>
DD	: <i>Degenerasi Diskus</i>
CV	: <i>Corpus Vertebrae</i>
WI	: <i>Weighted Image</i>
kPa	: <i>Kilopaskal</i>
NASS	: <i>North American Spine Society</i>
ASSR	: <i>American Society of Spine Radiology</i>
ASNR	: <i>American Society of Neuroradiology</i>
SPSS	: <i>Statistical Programme Social Science</i>
HNP	: <i>Herniasi Nucleus Pulposus</i>
SD	: <i>Standar Deviasi</i>
L1	: <i>Lumbar 1</i>
L2	: <i>Lumbar 2</i>
L3	: <i>Lumbar 3</i>
L4	: <i>Lumbar 4</i>
L5	: <i>Lumbar 5</i>
S1	: <i>Sacral 1</i>
P	: <i>Probability</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Contoh sampel penilaian dan analisis data derajat HNP dan grading Pfirrmann	55
2	Rekomendasi Persetujuan Etik	63
3	<i>Curriculum Vitae</i>	64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Nyeri punggung bawah atau *Low Back Pain* (LBP) merupakan gejala paling sering yang terkait dengan kondisi muskuloskeletal spinal dengan insidensi mencapai 84% pada orang dewasa. Sekitar 40% dari nyeri punggung bawah diakibatkan oleh herniasi discus. Kelainan ini merupakan suatu keadaan dimana annulus fibrosus beserta nukleus pulposusnya menonjol memasuki kanalis spinalis. Gejala yang paling sering dikeluhkan pada herniasi discus adalah nyeri punggung yang menjalar ke tungkai bawah terutama ketika melakukan aktivitas membungkuk. Timbulnya rasa nyeri diakibatkan penekanan pada susunan saraf yang terjepit pada area tersebut. (Bunzli et al., 2017; Balague et al., 2012)

Saat ini MRI merupakan modalitas utama dalam menentukan penyebab dari nyeri punggung bawah. MRI adalah modalitas yang sangat baik untuk menilai morfologi jaringan lunak, tanpa menggunakan radiasi, mampu menghasilkan penampang dalam berbagai arah potongan tanpa mengubah posisi pasien. Selain untuk mendeteksi herniasi discus, MRI juga merupakan modalitas yang baik untuk menilai patologi diskus intervertebralis yang terkait degeneratif seperti perubahan strukturan diskus, penyempitan celah diskus, perubahan endplate, arthropati facet,

formasi osteofit, perubahan nukleus pulposus dan annulus fibrosus. (Kim et al., 2018; Rahyussalim et al., 2020)

Degenerasi diskus dilaporkan sebagai penyebab paling umum LBP pada populasi. Perubahan degenerasi diskus dikaitkan dengan proses penuaan, dengan prevalensi yang lebih tinggi dan meningkat ditemukan pada kelompok usia populasi yang lebih tua. Proses penuaan menyebabkan dan fragmentasi aggregan, peningkatan jumlah keratan sulfat dan kolagen tipe 1 dalam nukleus, dengan perubahan struktur dan komposisi matriks ekstraseluler. Selain itu, terjadi perubahan pada kandungan air dan perubahan struktural rangka dari diskus sehingga merubah fungsi dan biomekanikal dari diskus yang meningkatkan kerentanan terhadap cedera. Chou et al menyatakan peningkatan risiko nyeri punggung bawah kronik terkait dengan degenerasi diskus dengan *odd ratio* 1.8-2.8. (Chou et al., 2011)

Pada tahun 2001, Pfirrmann dkk mengembangkan sistem penilaian degeneratif diskus terkait dengan perubahan homogenitas struktural, perubahan nukelus pulposus dan annulus fibrosis, intensitas sinyal, dan penyempitan celah diskus, yang diklasifikasikan menjadi 5 tingkatan. Sistem penilaian ini komprehensif dengan tingkat kepercayaan antar pengamat yang cukup baik ( $\kappa$ , 0,69–0,90). (Rahyussalim et al., 2020)

Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan antara degeneratif diskus dengan herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah. Bayanjargal et al mengemukakan kejadian herniasi



diskus lebih tinggi pada pasien dengan degeneratif diskus yang berat (klasifikasi Pfirrmann 4-5) sehingga menyimpulkan bahwa derajat degeneratif diskus merupakan prediktor untuk herniasi diskus lumbalis (OR=257, 95% CI 32-2099,  $p<0.001$ ). (Bayanjargal et al., 2019) Sun et al juga mengemukakan adanya korelasi antara degenerasi diskus dan atrofi muskulus multifidus dengan herniasi diskus pada level L3-L4. (Sun et al., 2017)

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian untuk menilai korelasi derajat herniasi discus pada pasien LBP terhadap degenerasi discus berdasarkan klasifikasi Pfirrmann.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui “***Apakah terdapat korelasi derajat herniasi discus pada pasien LBP terhadap degenerasi discus berdasarkan klasifikasi Pfirrmann? ”***”

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Umum**

Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui korelasi degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dengan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah.

### **1.3.2. Tujuan khusus**

1. Mengetahui prevalensi degenerasi diskus dan herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah
2. Menentukan derajat degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann pada pasien dengan nyeri punggung bawah yang dilakukan pemeriksaan MRI
3. Menentukan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah yang dilakukan pemeriksaan MRI
4. Menentukan korelasi antara derajat degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dengan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah.

### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat korelasi antara degenerasi diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dengan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat teoritik :

1. Memberikan informasi ilmiah tentang korelasi degeneratif diskus menurut klasifikasi Pfirrmann dengan derajat herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah.

Manfaat aplikatif :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penanganan pasien dengan nyeri punggung bawah

Manfaat metodologi :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan informasi sebagai sarana referensi untuk penelitian yang membahas mengenai herniasi diskus dan degeneratif diskus
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya terkait korelasi degeneratif diskus dengan derajat herniasi diskus

## **BAB II**

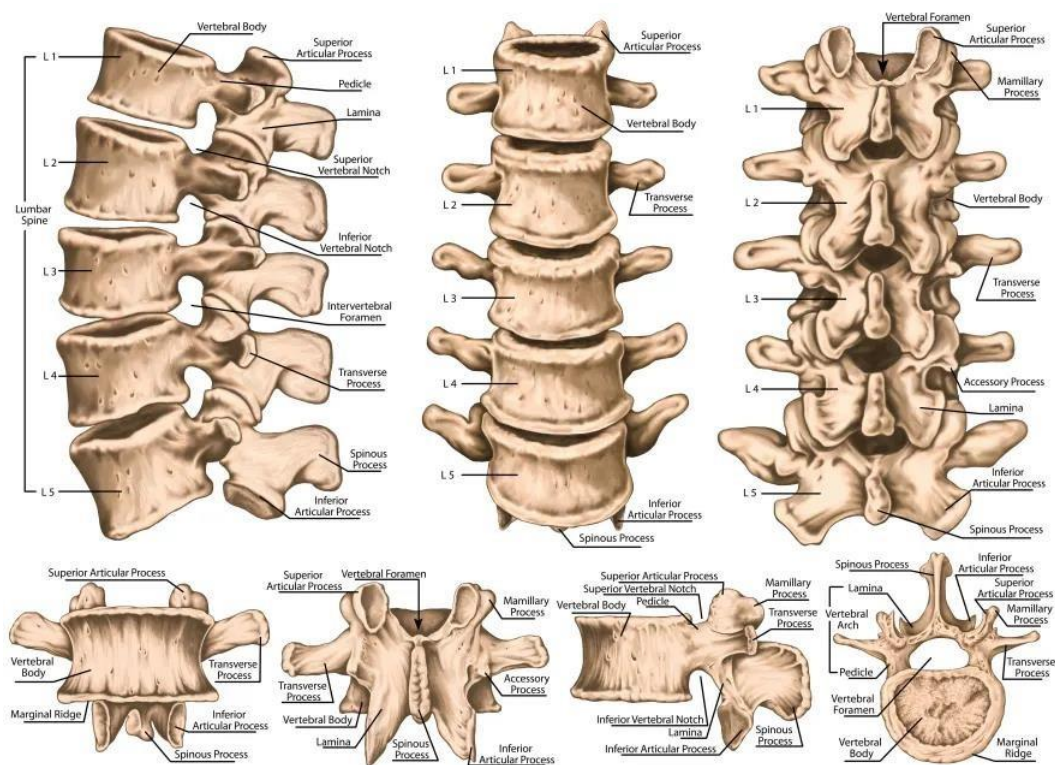
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. ANATOMI**

##### **2.1.1 Anatomi vertebra lumbalis**

Kolumna vertebral merupakan struktur fleksibel yang dibentuk oleh tulang-tulang vertebra yaitu vertebra cervicales, thoracic, lumbales, sacrales, coccygeae. Tulang vertebra ini dihubungkan satu sama lainnya oleh ligamentum dan tulang rawan. Bagian anterior kolumna vertebra terdiri dari corpus vertebra yang dihubungkan satu sama lain oleh diskus fibrokartilago yang disebut diskus intervertebralis dan diperkuat oleh ligament longitudinal anterior dan posterior (Adam, 2012; Madjono & Sidarta., 2000).

Regio lumbal terletak pada bagian bawah dari susunan tulang belakang yang terdiri dari 5 vertebral body yang mobile, 4 diskus intervertebralis, dengan 1 diskus pada thoracolumbar junction dan lumbosacral junction, dan pada bagian penampang sagittal, regio ini berbentuk lordosis, oleh karena posisinya yang paling banyak menahan beban mekanik dibanding tulang vertebra lainnya. Pedikel lebih panjang dan lebih luas daripada pedikel yang ada pada ruas vertebra thoracal. Akibat dari bentuk dan strukturnya tersebut, secara biomekanik, regio ini merupakan regio yang paling mudah serta cepat mengalami degenerasi (Berquist, 2000; Suyasa I. K. & Kawiyana I. K., 2018).



Gambar 1. Anatomi Vertebral Lumbal (Eidelson SG, 2020)

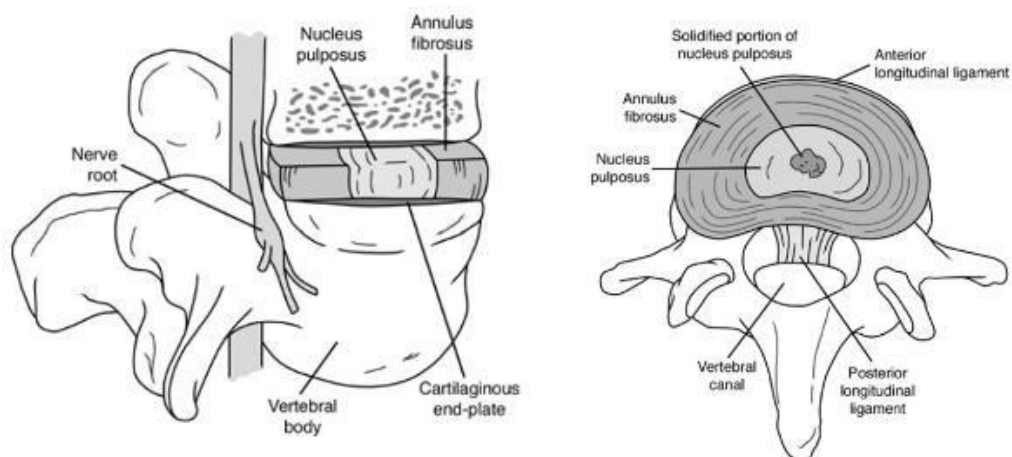
### 2.1.2 Anatomi discus intervertebralis

Di antara dua corpus vertebra terdapat diskus intervertebralis yang terdiri dari dua regio utama dengan nukleus pulposus lunak dibagian tengah dan lapisan luar berupa annulus fibrosus yang mengandung kolagen. Discus intervertebralis merupakan struktur yang secara dominan dikomposisikan oleh jaringan fibrokartilago dan berada di antara kartilago hyalin yang melapisi permukaan superior maupun inferior dari corpus vertebra (CV) yang berdekatan mulai dari CV cervical 2 (C2) hingga sakrum. (Snell, 2011) Struktur ini terdiri dari anulus fibrosus dan nukleus pulposus. Anulus fibrosus terbentuk dari +/- 14 lapisan konsekutif (lamellae) fibrokartilago yang membungkus nukleus pulposus dengan konfigurasi perpendikular



terhadap satu sama lain memberikan gambaran yang menyerupai kulit bawang. Nukleus pulposus merupakan struktur mukopolisakarida dengan komposisi air yang tinggi (+/-80%) dan sedikit kolagen dan kartilago.(Snell, 2011)

Sifat dari discus intervertebralis yang semi-cair memungkinkannya untuk berubah bentuk dan memfasilitasi gerakan antara corpus vertebra, seperti fleksi maupun ekstensi dari column vertebra. Selain itu, discus intervertebralis juga berfungsi untuk mengurangi tekanan kompresi dari column vertebra. Tekanan kompresi yang kuat akan mengakibatkan pemipihan nukleus pulposus. Pada keadaan normal, anulus fibrosus dapat mengakomodasi pemipihan dari nukleus tersebut.(Snell, 2011)



Gambar 2. (kiri) menunjukkan segmen spinal yang terdiri dari 2 corpus vertebra dan diskus intervertebralis normal diantaranya. (kanan) potongan axial menunjukkan annulus fibrosus dan nucleus pulposus yang mengandung kolagen dan elastin. (Raj, 2008)

Anatomi discus intervertebralis paling baik dilihat dengan modalitas MRI. Pada sekuens T2 *weighted imaging* dapat terlihat nucleus pulposus yang lebih hiperintens, karena kandungan air yang lebih tinggi dan annulus

fibrosus yang hipointens. Pada degeneratif discus, hiperintensitas di nucleus pulposus berkurang karena kurangnya kandungan air dan proteoglycan. (Hwang et al., 2016)



Gambar 3. Gambaran discus intervertebralis normal pada MRI potongan sagital dan axial (Radedasia, 2022; Gautam D, 2021)

## 2.2. DEGENERASI DISKUS (DD)

### 2.2.1 Definisi

Degenerasi diskus (DD) merupakan perubahan degeneratif pada diskus intervertebralis akibat proses penuaan atau kerusakan struktural, terutama pada endplate vertebra. (Bonfiglioli, 2005) Perubahan degeneratif ini dianggap sebagai respons terhadap adanya cedera, seperti cedera mekanikal atau metabolik. (Kushchayev et al, 2018)

### 2.2.2 Epidemiologi

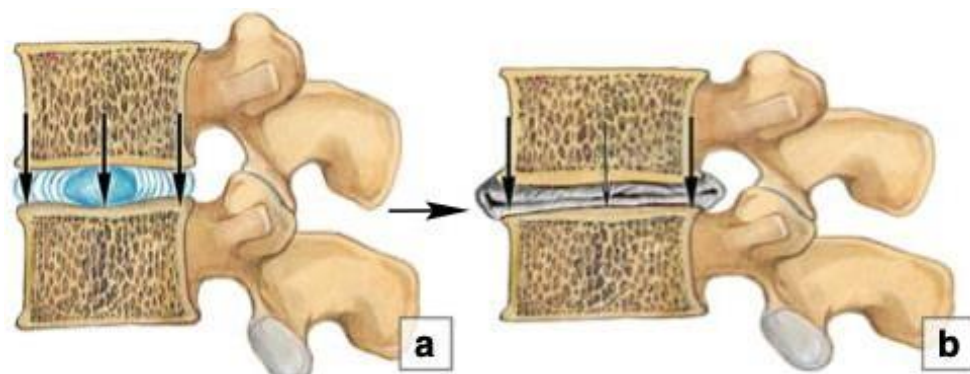
Kebanyakan degenerasi diskus intervertebralis tidak menunjukkan gejala, sehingga perhitungan prevalensi menjadi sulit. Dalam meta-analisis dari 20 studi yang mengevaluasi pencitraan resonansi magnetik (MRI) individu tanpa gejala, kelainan diskus yang dilaporkan pada level intervertebralis manapun adalah: 20-83% pengurangan intensitas sinyal, 10-81% *bulging*, 3- 63% protrusio, 0- 24% ekstrusio, 3-56% untuk penyempitan diskus, dan 6-56% dengan robekan annular. Studi ini mendukung bahwa temuan insidental dari penyakit diskus merupakan hal yang umum. (Donnally et al., 2017). Teraguchi et al meneliti prevalensi dan distribusi degenerasi diskus pada 975 partisipan dan mendapatkan bahwa prevalensi DD di tulang belakang adalah 71% pada pria dan 77% pada wanita berusia <50 tahun, dan >90% pada pria dan wanita berusia >50 tahun. Prevalensi diskus intervertebralis yang paling sering terkena adalah C5/6 (pria: 51,5%, wanita: 46%), T6/7 (pria: 32,4%, wanita: 37,7%), dan L4/5 (pria: 69,1% , wanita: 75,8%). Usia, obesitas, dan riwayat pekerjaan merupakan faktor risiko untuk degenerasi diskus di semua level. (Teraguchi et al., 2014). Dalam sebuah penelitian dari 115 pasangan kembar identik laki-laki, faktor lingkungan yang sering dicurigai mempercepat risiko degenerasi diskus, termasuk jenis pekerjaan, mengangkat, memutar, duduk, mengemudi, olahraga, trauma, dan merokok. (Battie et al., 2004)

### 2.2.3. Etiopatogenesis

Degenerasi diskus umumnya dikaitkan dengan beban mekanis. Kerusakan pada diskus lebih sering terjadi pada area dengan tekanan mekanis terberat, seperti regio lumbal bawah. Faktor mekanis menyebabkan kerusakan pada *endplate* yang mendahului degenerasi diskus (Modic & Ross, 2007; Adams et al., 2000). Nukleus pulposus merupakan struktur gelatin dengan viskositas dan elastisitas tinggi, terdiri dari proteoglikan dan air antarmolekul (hingga 80%). Kondrosit mensintesis dan memecah proteoglikan untuk matriks nukleus pulposus yang menahan air dan kolagen untuk anulus fibrosus. Diskus intervertebralis yang sehat mempertahankan tingkat tekanan tertentu, yang disebut tekanan intradiskal. Tekanan rata-rata pada diskus L4-L5 pada individu sehat adalah sekitar 91 kPa pada posisi tengkurap, 151 kPa pada posisi lateral, 539 kPa pada posisi berdiri tegak dan 1324 kPa pada posisi berdiri fleksi. Nukleus pulposus normal mentransmisikan tekanan secara merata ke anulus fibrosus dan *endplate* ke segala arah sesuai dengan prinsip Pascal (Kushchayev et al., 2018)

Diskus intervertebralis merupakan struktur yang aktif secara metabolik, dan metabolismenya bergantung pada difusi cairan baik dari sumsum vertebral yang melewati tulang subkondral dan *endplate* kartilaginosa atau melalui anulus fibrosus dari pembuluh darah di sekitarnya. Perubahan morfologis pada tulang vertebral dan *endplate* kartilaginosa, yang terjadi seiring bertambahnya usia atau degenerasi,

dapat mengganggu nutrisi diskus normal dan memperberat proses degeneratif. Disrupsi pada *endplate* menyebabkan deformitas pada saat menopang beban. Kerusakan pada *endplate* corpus vertebral mengubah distribusi tegangan pada diskus yang berdekatan. Aliran darah yang berkurang pada *endplate* menyebabkan kerusakan jaringan pada *endplate* terlebih dahulu sebelum pada nukleus. Perubahan pada distribusi tekanan juga dapat mempengaruhi metabolisme sel diskus. Perubahan ini kemudian mengubah integritas proteoglikan dan konsentrasi air, mengurangi jumlah sel yang viabel, dan pergerakan zat terlarut yang masuk dan keluar dari diskus. Peningkatan tekanan ada annulus fibrosus dapat menyebabkan adanya fissura dan robekan, dan menyebabkan herniasi diskus. Kelemahan struktural annulus fibrosus juga mengganggu kemampuan diskus untuk mempertahankan kesejajaran anatomis dan posisi sehingga dapat terjadi instabilitas dan spondylolisthesis. (Modic & Ross, 2007; Hurri & Karppinen, 2004; Kushchayev et al., 2018)



Gambar 4. Distribusi tekanan pada segmen normal dan pada segmen dengan degenerasi nukleus pulposus. (A) Distribusi tekanan yang seimbang pada diskus normal. (B) Pada degenerasi diskus, tekanan intradiskal menurun dan annulus fibrosus menjadi mengeras untuk dapat menahan beban kompresif. (Kushchayev, et al., 2018)



Pentingnya aliran darah normal untuk proses nutrisi homeostatik di kompleks diskus intervertebralis dapat menjelaskan hubungan aterosklerosis dan kalsifikasi aorta dengan peningkatan risiko degenerasi diskus dan nyeri punggung bawah. Faktor biokimia dapat meningkatkan kerentanan terhadap gangguan mekanis, dan ini dapat mempengaruhi metabolisme sel diskus. Selain penyebab mekanis dan nutrisi, predisposisi genetik juga dianggap sebagai faktor risiko penyakit diskus degeneratif pada usia dini, diperkuat oleh adanya kasus osteoarthritis familial dan stenosis kanal lumbal familial.

#### **2.2.4 Pencitraan degenerasi diskus**

Degenerasi diskus paling baik terdeteksi pada modalitas pencitraan magnetic resonance imaging (MRI). Pada MRI, sinyal hiperintens nukleus pada T2-weighted images (WI) telah terbukti berkorelasi langsung dengan konsentrasi proteoglikan dalam nukleus pulposus dan hilangnya sinyal dari disk berkorelasi dengan perubahan degeneratif progresif. Teknik pencitraan fungsional baru, seperti pemetaan T2/T2\*, perhitungan T1ρ, pengukuran waktu relaksasi T2, pencitraan kuantitatif difusi, *delayed contrast enhanced* MRI dari kartilago, MR spektroskopi, merupakan alat yang menjanjikan yang memungkinkan evaluasi degenerasi diskus awal berdasarkan komposisi kimia diskus, terutama dengan mengevaluasi kandungan proteoglikan. (Lotz et al., 2012) Teknik MRI baru ini mungkin berguna dalam penilaian perkembangan degenerasi diskus dan memiliki aplikasi potensial

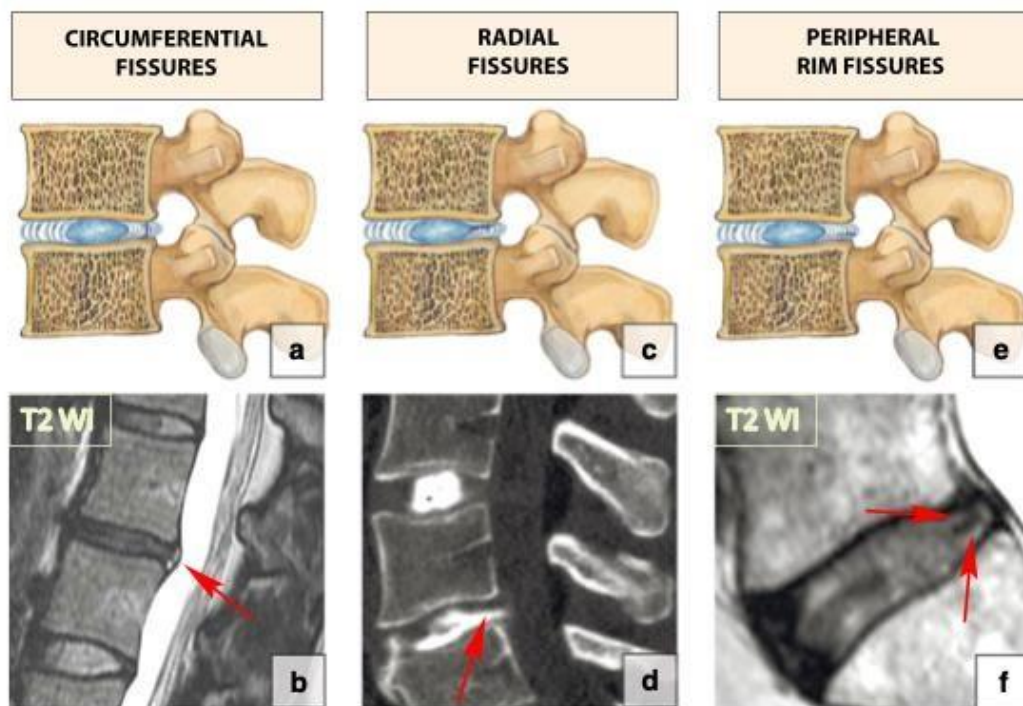
dalam uji klinis untuk mengevaluasi kemanjuran terapi restorasi diskus. Pfirrmann dkk. mengembangkan sistem penilaian dan algoritma berdasarkan intensitas sinyal MRI, struktur diskus dan perbedaan antara nucleous pulposus, anulus fibrosus dan tinggi diskus yang menunjukkan kesepakatan intra dan interobserver yang cukup baik. (Kushchayev et al., 2018; Pfirrmann et al., 2001)

### Kompleks Diskovertebral

Kompleks diskovertebral terdiri dari sendi diskus intervertebralis dan *endplates* corpus vertebral yang berlawanan. Diskus sendiri terbuat dari annulus fibrosus perifer yang mengandung sebagian besar kolagen tipe I dan nukleus pulposus, yang sebagian besar mengandung kolagen tipe II. Pada perubahan degeneratif, intensitas sinyal T2 menurun di dalam diskus dan sulit untuk membedakan annulus fibrosus dari nukleus pulposus. Sinyal T2 yang rendah dianggap akibat konsentrasi glikosaminoglikan dan hilangnya kadar air. Umumnya penyempitan celah diskus terkait dengan penurunan sinyal diskus pada T2. (Emch et al., 2011)

Robekan atau fisura annular adalah avulsi pada serat anulus fibrosis dan dapat melibatkan serat itu sendiri atau insersinya pada endplate yang berdekatan. Mereka dapat meluas secara radial, konsentris, atau melibatkan sejumlah variabel lapisan. Apabila degenerasi diskus berlanjut berlangsung, fenomena disk vakum dapat terjadi, yang merupakan akumulasi gas, terutama nitrogen, dalam diskus. Pada pencitraan MR, ini

tampak sebagai *signal void* pada T1 dan T2. Dapat terbentuk kalsifikasi pada diskus, yang dapat menunjukkan tampilan variabel pada pencitraan MR. (Emch et al., 2011)

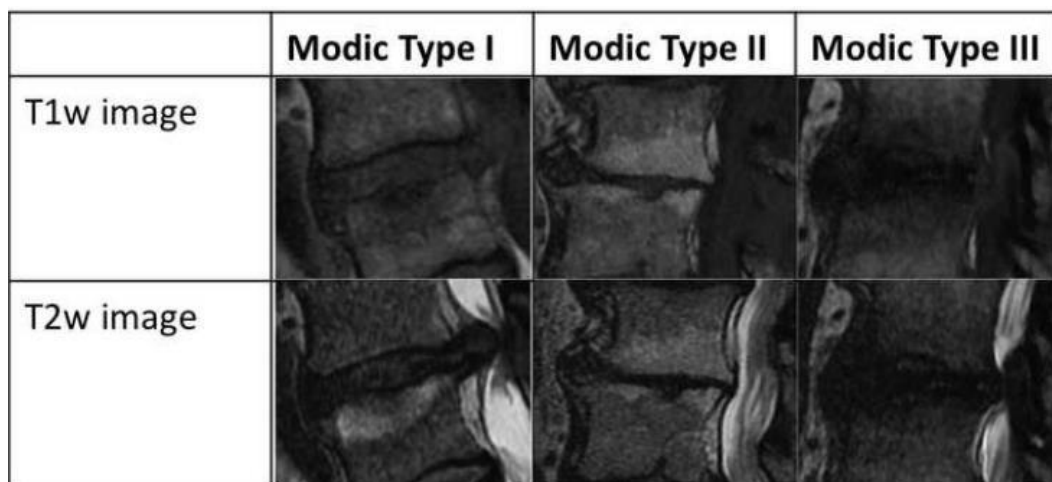


Gambar 5. Fissura annulus fibrosus (a-b) fissura sirkumferensial. MR T2WI pada L4-L5 (panah) menunjukkan ruptur dari serat transversal tanpa disrupsi dari serat longitudinal yang menunjukkan fissura sirkumferensial. Tampak pula perubahan intensitas pada diskus yang menjadi lebih hipointens. (c-d) fissura radial. CT discogram pada L5-S1 menunjukkan fissura radial dari perifer ke nukleus pulposus dengan disrupsi dari serat longitudinal. (e-f) Fissura perifer rim, MR T2WI pada L5-S1 menunjukkan disrupsi serat Sharpey pada perifer annular. (Kushchayev et al., 2018)

### Perubahan sumsum

Terdapat tiga bentuk utama dari perubahan degeneratif endplate vertebra yang diklasifikasikan oleh Modic et al. Perubahan tipe I yaitu endplate hipointense pada T1WI dan hiperintense pada T2WI, menggambarkan adanya edema dan hipervaskularisasi pada endplate. Penyngatan dapat terjadi setelah pemberian gadolinium, kemungkinan

besar dari jaringan fibrosa vaskular. Perubahan tipe I tampak pada sekitar 4% pasien yang melakukan pemeriksaan MR untuk nyeri punggung bawah dan 8% pasien setelah diskektomi. Perubahan tipe II yaitu hiperintense pada T1WI maupun T2WI, menggambarkan adanya infiltrasi lemak yang menggantikan sumsum tulang merah dari corpus vertebra. Insiden perubahan endplate tipe II mendekati 16%. Perubahan tipe III yaitu hipointense pada T1WI maupun T2WI, menggambarkan adanya sklerosis subkondral. Perubahan sumsum juga dapat terjadi pada pedikel dan, mirip dengan yang terlihat pada endplate, dirasakan sebagai akibat sekunder dari biomekanik yang berubah. (Emch et al., 2011; Morrison et al., 2000)

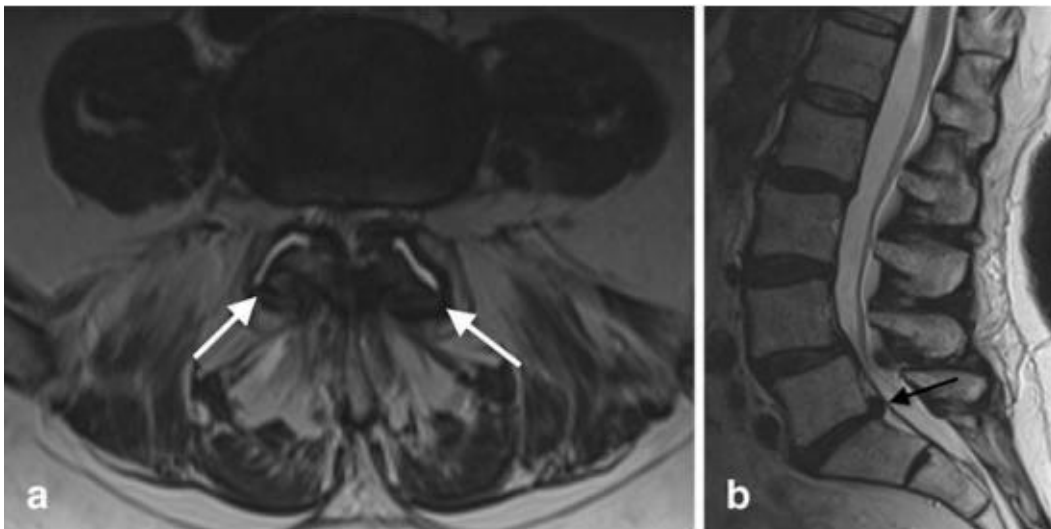


Gambar 6. MRI lumbosakral sekuens T1WI dan T2WI yang menunjukkan perubahan Modic tipe I (A), perubahan Modic tipe II (B) dan perubahan Modic tipe III (C) (Farshad-Amacker et al, 2015)

### *Sendi facet dan ligament*

Sendi facet merupakan sendi zygoapophyseal yang juga rentan terhadap perubahan degeneratif. Penyempitan ruang diskus dan perubahan yang diakibatkan dalam biomekanik normal, menyebabkan osteofitosis dan

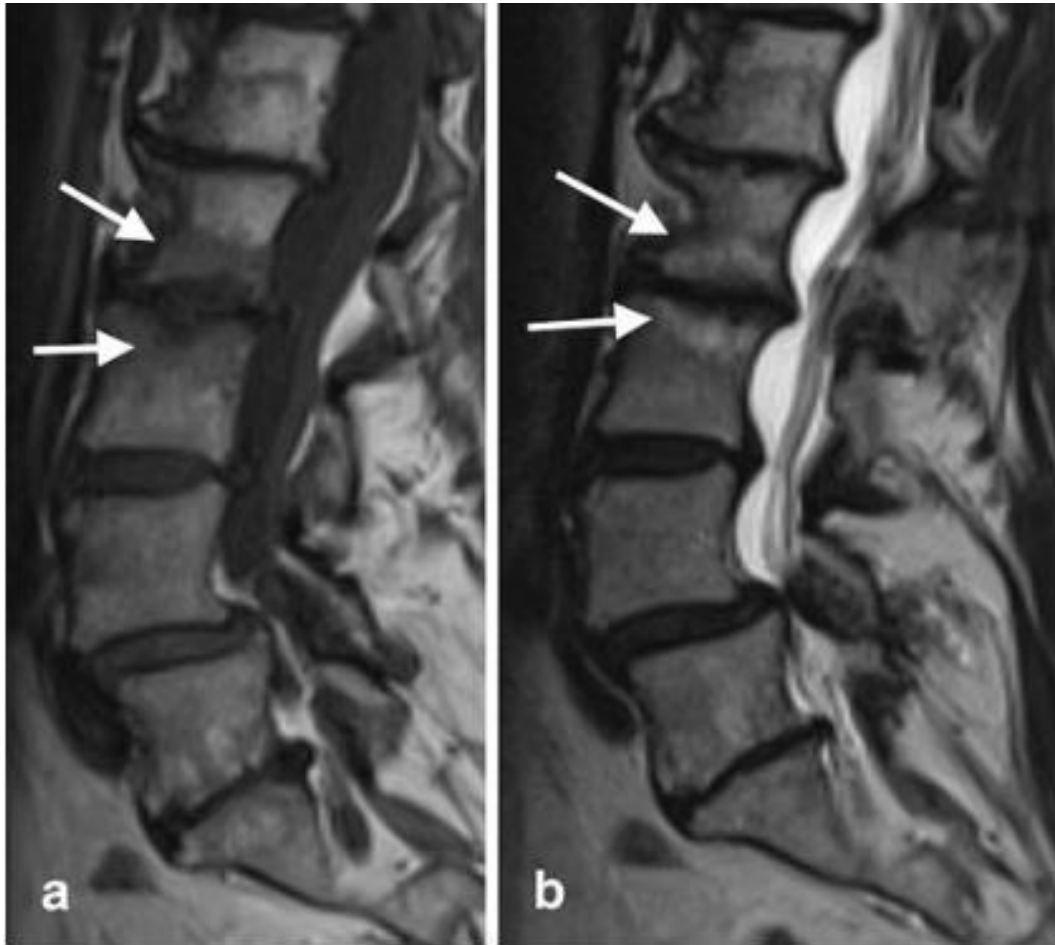
artrosis sendi facet. Selanjutnya dapat terjadi stenosis kanal sentral, penyempitan resesus lateral, dan penyempitan foraminal saraf. Efusi sendi dan kista sinovial juga dapat terjadi. Penyempitan ruang diskus juga dapat mengakibatkan kelemahan ligamen dan akhirnya kerusakan ligamen. (Emsch et al, 2011)



Gambar 7. MR T2WI axial dan sagital menunjukkan artropati facet (panah putih) dan efusi sendi bilateral yang menyebabkan stenosis kanal sentral. Tampak juga herniasi diskus pada level L5-S1 (panah hitam) (Emsch et al, 2011)

### Instabilitas

Akibat dari kaskade penyakit degeneratif diskus, terdapat perubahan gerakan normal tulang belakang. Spondylolisthesis adalah istilah ketika satu corpus vertebral bergeser baik anterior atau posterior dalam kaitannya dengan corpus vertebral di inferiorinya. Penyebab spondylolisthesis termasuk degeneratif, isthmik, iatrogenik, dan traumatis. Spondylolistesis degeneratif paling sering terjadi pada L4-L5 di mana terdapat orientasi vertikal sendi facet yang menyebabkan pergeseran anterior dari corpus vertebra superior dan sublaksasi facet rostrocaudal. (Emsch et al, 2011)



Gambar 8. MR sagital T1 dan T2 menunjukkan perubahan tipe I dari endplate dan anterolisthesis grade I pada L4-L5

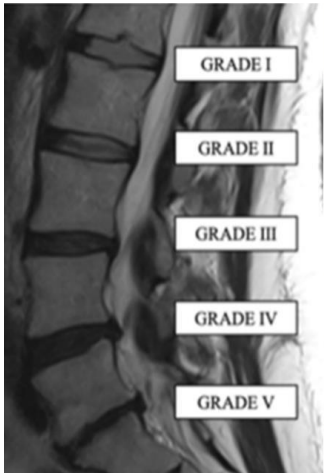
### Herniasi diskus

Pada tahun 2001, *Combined Task Forces of the North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, dan the American Society of Neuroradiology* mempresentasikan nomenklatur standar untuk patologi diskus. Tiga kategori utama termasuk robekan annular, herniasi, dan degenerasi. Robekan annular atau fisura mengacu pada gangguan pada fibrosis anulus yang dapat berorientasi baik secara radial, transversal, atau dalam arah konsentris. Herniasi didefinisikan sebagai keluarnya diskus melebihi batas ruang diskus. Herniasi "terlokalisasi" kurang dari 50% (180°)

dari sirkumferens diskus, sedangkan "general" mengacu pada herniasi yang lebih besar dari 50%. Penjelasan lanjutan terkait herniasi diskus akan dibahas pada segmen selanjutnya. (Emsch et al, 2011)

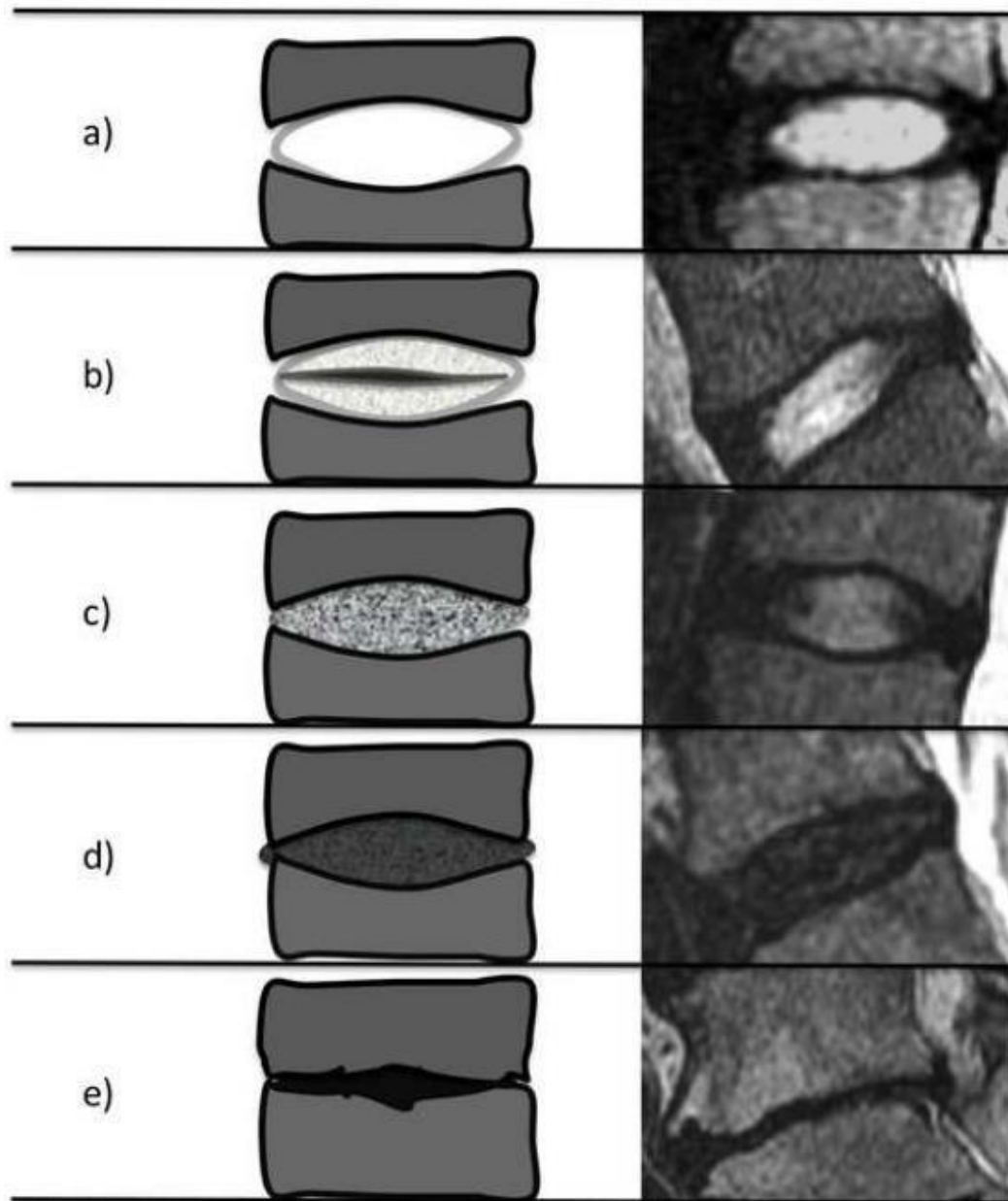
### 2.2.5 Klasifikasi Pfirrmann

Klasifikasi Pfirrmann merupakan klasifikasi yang umum digunakan untuk menilai degenerasi diskus intervertebral yang menunjukkan kesepakatan intra dan interobserver yang cukup baik (kappa 0.84 - 0.9).



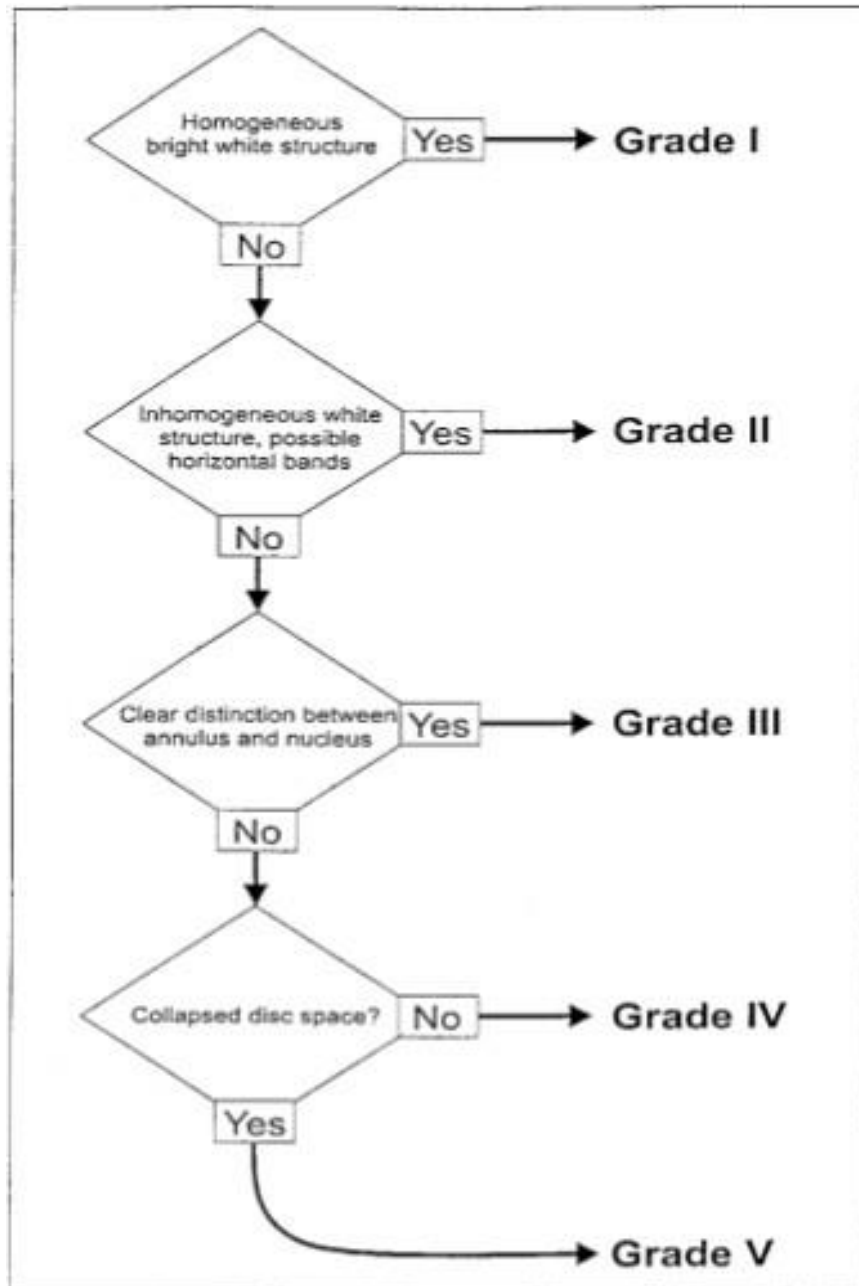
Derajat	Struktur	Diferensiasi nukleus dan annulus	Intensitas sinyal (T2)	Tinggi diskus
I	Homogen	Jelas	Hiperintens (putih), isointens terhadap cairan CSF	Normal
II	Inhomogen, dengan atau tanpa garis horizontal hitam	Jelas	Hiperintens, isointens terhadap CSF	Normal
III	Inhomogen	Tidak jelas	Intermediate (abu-abu)	Normal – sedikit berkurang
IV	Inhomogen	Hilang	Intermediate – hipointens (abu-abu 0 hitam)	Normal – berkurang moderat
V	Inhomogen	Hilang	Hipointens (hitam)	Kolaps

Gambar 9. Penilaian Pfirrmann untuk degenerasi diskus (Mallio et al 2022)



Gambar 10. Contoh gambar MRI dan skematik dari klasifikasi Pfirrmann (A) Grade I; (B) Grade II; (C) Grade III; (D) Grade IV; (E) Grade V (Farshad-Amacker et al, 2015)





Gambar 11. Algoritma untuk sistem penilaian dan evaluasi **degenerasi** diskus (Pfirrmann et al, 2001)

Sistem penilaian dan algoritma saat ini didasarkan pada intensitas sinyal MRI, struktur diskus, diferensiasi antara nukleus dan anulus, dan tinggi diskus. Yang terakhir ini penting untuk membedakan antara degenerasi diskus Grade IV dan V. Untuk Grade III dan IV, tinggi diskus

bukan merupakan ciri diskriminatif. Perubahan pada sumsum *endplate* vertebra yang berdekatan dengan diskus intervertebralis tidak dimasukkan dalam algoritma ini karena dapat diklasifikasikan dengan baik oleh Modic et al. (Pfirrmann et al, 2001)

## **2.3 HERNIASI DISKUS**

### **2.3.1 Definisi**

Herniasi diskus merupakan keluarnya material diskus (kartilago, nukleus pulposus, anulus fibrosus dan tulang apofisial) melewati batas dari ruang discus intervertebralis. Herniasi ini terjadi akibat kegagalan dari anulus fibrosus dalam menahan tekanan aksial dari nukleus pulposus, mengakibatkan ruptur anulus fibrosus dan herniasi dari nukleus pulposus memasuki canalis spinalis. Meskipun paling sering melibatkan discus lumbalis, herniasi ini juga dapat melibatkan discus cervicalis dan, meski sangat jarang, discus thorakalis. herniasi discus lumbalis yang mengakibatkan penekanan dari serabut saraf pada kanalis spinalis dapat menimbulkan gejala klinis berupa nyeri yang dirasakan menjalar ke bokong hingga ekstremitas bawah, maupun nyeri pada bahu yang menjalar ke lengan pada herniasi discus cervicalis. (Adams et al., 2014; Yang et al., 2015)

### **2.3.2 Klasifikasi**

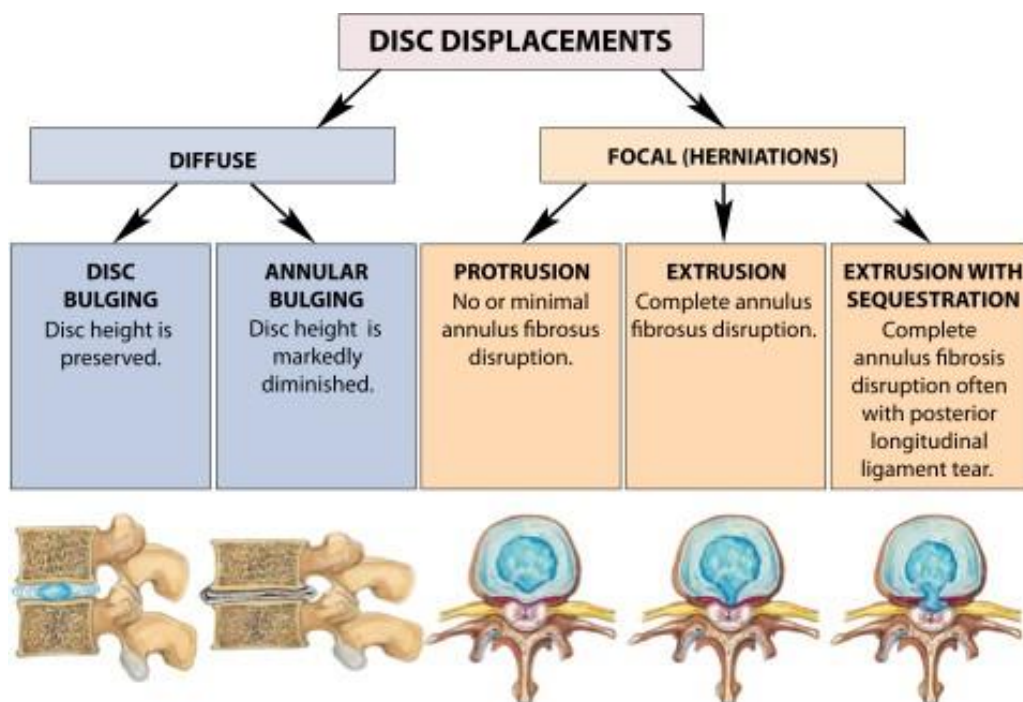
Berdasarkan rekomendasi *North American Spine Society (NASS)*, *American Society of Spine Radiologi (ASSR)* dan *American Society of*

*Neuroradiology (ASNR)*, herniasi diskus dibagi 2 bagian berdasarkan lokasi anatomis (bidang transversal dan craniocaudal) letak perpindahan materi diskus yaitu:

- a. *Protrusion*. Merupakan penonjolan diskus intervertebralis fokal dimana jarak terbesar antara ujung material discus yang berada di luar dari ruang discus intervertebralis kurang dari jarak antara lebar dari basis material discus yang mengalami herniasi tersebut.
- b. *Ekstrusion*. Penonjolan diskus intervertebralis fokal dimana jarak terbesar antara ujung material discus yang berada di luar dari ruang discus intervertebralis lebih besar dari jarak antara lebar dari basis material discus yang mengalami herniasi tersebut pada setidaknya satu bidang.
- c. *Sequestration*. Merupakan bentuk ekstrusi yang lebih lanjut yaitu bila materi diskus yang mengalami herniasi terpisah dari diskus asalnya. Istilah migrasi dapat digunakan untuk mempertegas pergeseran dari material discus menjauhi dari lokasi ekstrusi dengan maupun tanpa kontinuitas terhadap discus asalnya.

Apabila herniasi discus terjadi secara craniocaudal melalui celah pada plat akhir corpus vertebra, proses patologi tersebut disebut juga sebagai herniasi intervertebra (Nodus Schmorl). Menurut konsensus tersebut, penonjolan discus atau yang disebut juga *bulging* tidak dapat dikategorikan sebagai herniasi karena tidak sesuai secara definisi. Istilah *bulging*

digunakan untuk mendeskripsikan ekstensi secara luas dari jaringan discus melebihi batas dari apofisis. Ekstensi yang terjadi pada bulging melibatkan > 25% lingkaran discus dan biasanya menonjol tidak melebihi 3 mm dari batas apofisis. (Fardon DF et al., 2014)



Gambar 12. Klasifikasi pergeseran materi diskus (Kushchayev et al, 2018)

Berdasarkan lokasi, herniasi diskus dibagi 4 yaitu :

- a. Sentral *atau medial*. Mulai dari ligamen longitudinal posterior yang menipis pada daerah lumbalis, biasanya herniasi ringan di kiri atau kanan daerah sentral.
- b. Paramedial atau *lateral recess*. Karena ligamen longitudinal posterior tidak berada ditengah pada regio ini dan merupakan daerah utama terjadinya herniasi diskus.

- c. Foraminal atau subarticular. Tempat ini jarang terjadi herniasi diskus ke foramen intervertebral. Hanya 5 - 10% dari semua kejadian herniasi diskus. Herniasi pada daerah ini sangat menyulitkan pasien karena daerah ini merupakan struktur neural yang halus dan disebut *nerve root ganglion dorsalis*, didaerah ini menghasilkan suatu nyeri yang berat, sciatica dan kerusakan sel-sel neural.
- d. Extraforaminal atau lateral. Herniasi diskus disini jarang terjadi.

Gambar 13 . Ilustrasi MRI axial lokasi herniasi diskus (Lee & Choi, 2009).

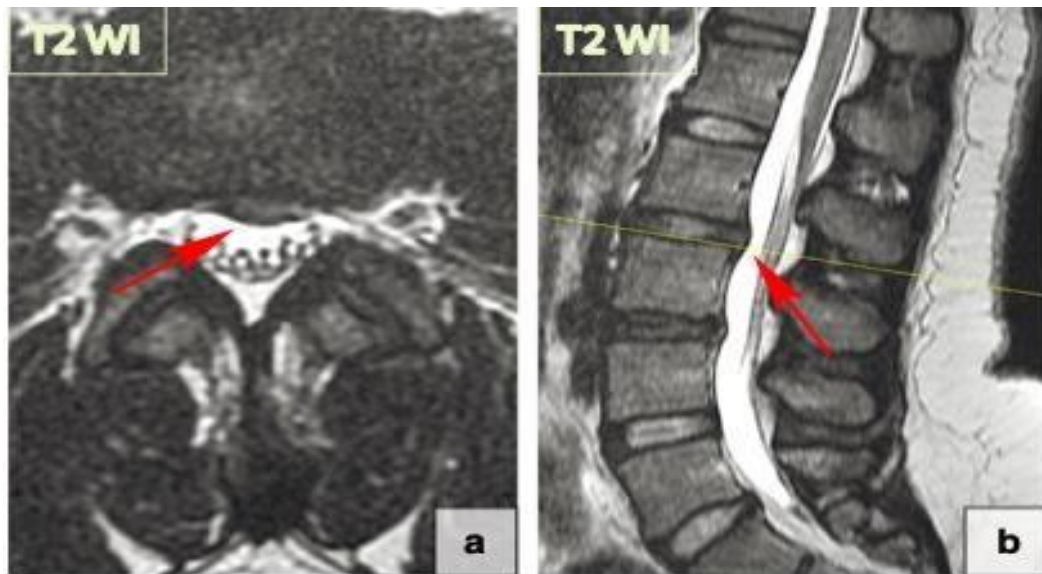
### **2.3.3. Gejala klinis**

Herniasi diskus merupakan penyebab paling sering gejala nyeri punggung bagian bawah dan nyeri radikular pada tungkai. Nyeri radikular seperti skiatika biasanya dikeluhkan berupa nyeri tumpul, nyeri tajam, atau rasa terbakar. Gejala dapat bervariasi mulai dari asimtomatik sampai paraplegia dan yang jarang terjadi adalah gangguan berkemih. Gejala

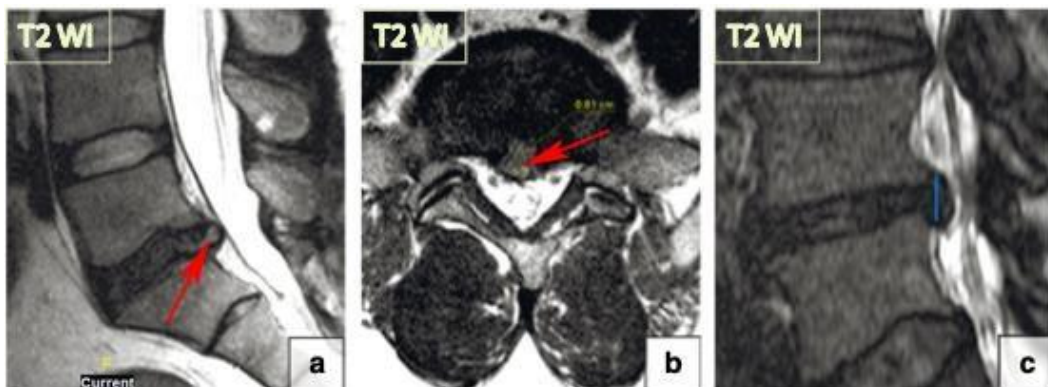
sensorik diantaranya adalah parestesia, disesthesia, hiperestesia atau anestesi yang melibatkan dermatom lumbosakral. Sekitar 63-72% penderita mengeluhkan parestesia, nyeri radikular terjadi sekitar 35% dan rasa kebas sebanyak 27%. Progresivitas penyakit dapat mengakibatkan paraplegia dan sindrom cauda equina. Nyeri timbul sesuai dengan distribusi dermatom, dan kelemahan otot dapat timbul sesuai dengan miotom yang terlibat. (American Academy of Orthopedic Surgeons, 2020).

#### **2.3.4 Diagnosis**

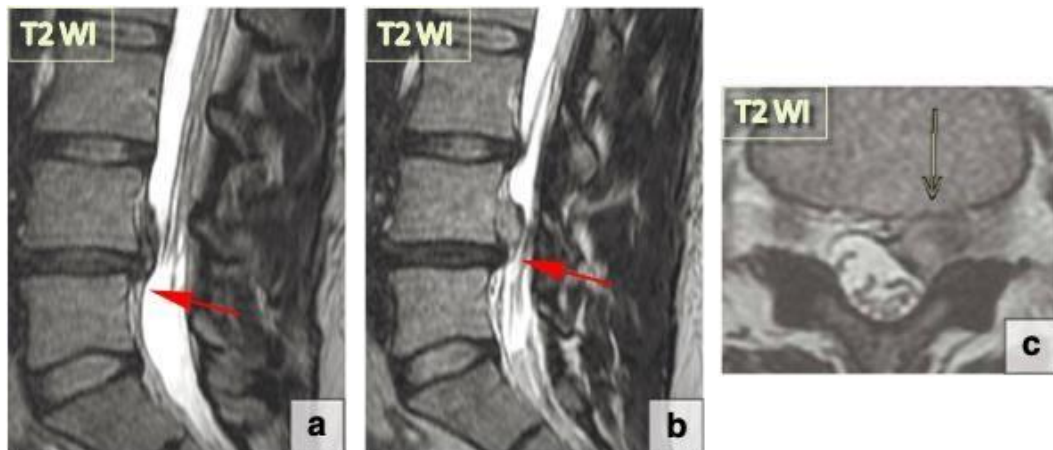
Pemeriksaan untuk evaluasi herniasi diskus meliputi MRI tulang belakang (lumbosakral, toraks, atau servikal), *bone scan*, dan CT scan tulang belakang (lumbosakral, toraks, atau serviks). Myelography dengan CT scan biasanya diindikasikan untuk perencanaan operasi dalam kasus stenosis tulang belakang, stenosis resesus lateral, multiple abnormal diskus; spondylolisthesis; kecurigaan neoplasma; dan paska trauma berat. (Islam O & Kosowan J., 2022). Pemeriksaan MRI dapat memvisualisasi struktur anulus fibrosus, nucleus pulposus, canalis spinalis, medulla spinalis dan sumsum tulang vertebra dengan sangat baik. Selain kemampuan MRI untuk memvisualisasi herniasi dari nukleus pulposus, MRI juga memungkinkan evaluasi dampak dari herniasi discus tersebut terhadap struktur di sekitarnya. Myelografi juga dapat dilakukan pada MRI tanpa menggunakan kontras (Ross et al., 2004)



Gambar 14. Protrusio pada segmen L2-L3 ke parasentral posterior kiri. Tidak tampak disrupsi pada annulus fibrosus atau ligamentum longitudinal posterior (Kushchayev, et al., 2018)



Gambar 15. (a-b) tampak ekstrusio 8 mm fokal sentral L5-S1 pada sagital dan aksial T2WI. (c) Tampak pergeseran materi diskus dengan disrupsi dari annulus fibrosus, namun ligamentum posteior longitudinal intak. Bagian posterior dari herniasi (garis biru) lebih besar dibandingkan basisnya pada potongan sagital. (Kushchayev, et al., 2018)



Gambar 16. (a-b) Tampak sekuestrasi sisi kiri pada level L4-L5 dengan migrasi fragmen ke superior. (c) Materi diskus yang mengalami ekstrusi berbentuk bulat pada potongan axial. (Kushchayev, et al., 2018)

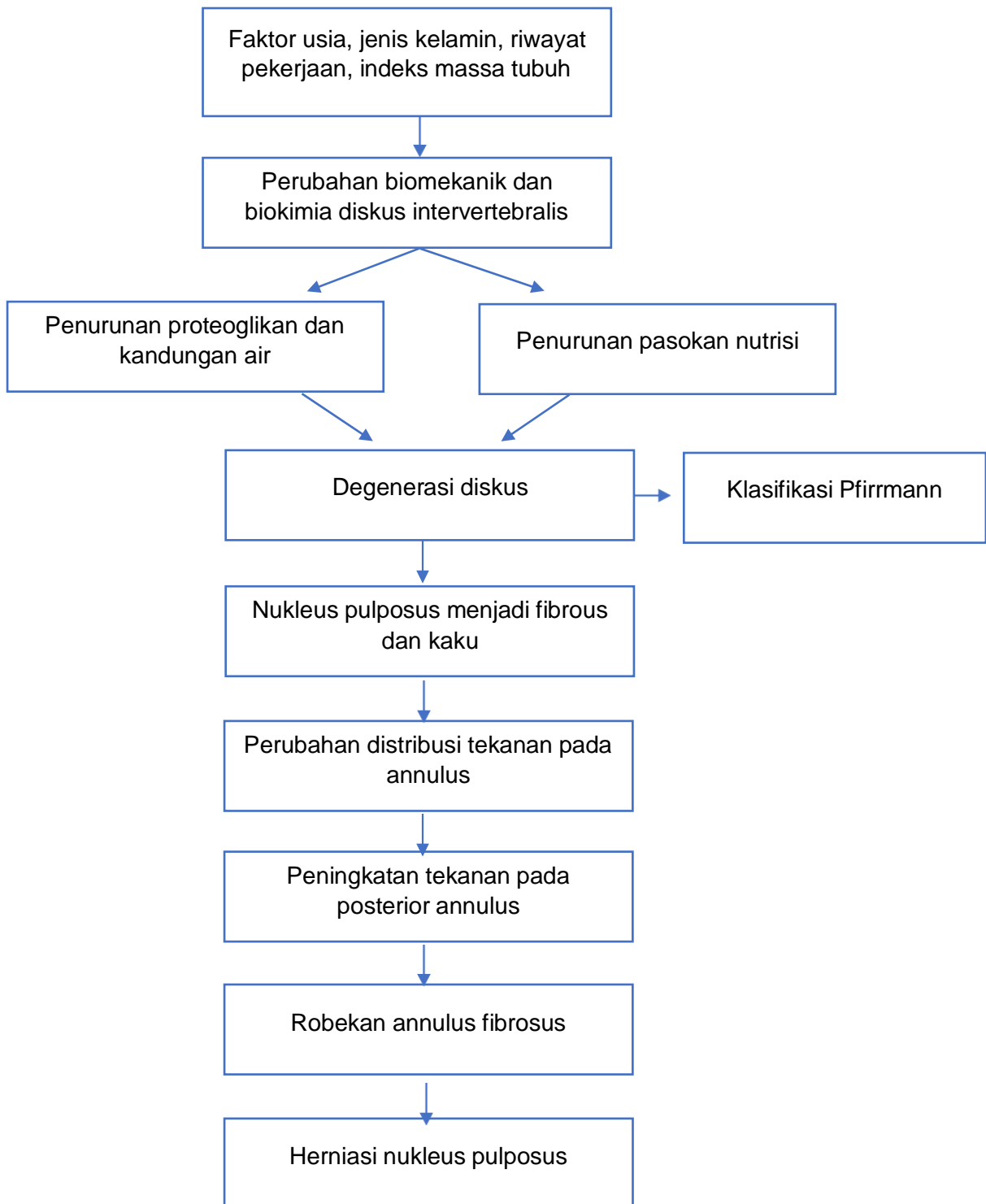
#### 2.4 HUBUNGAN DEGENERASI DISKUS DENGAN HERNIASI DISKUS

Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan antara degeneratif diskus dengan herniasi diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah. Bayanjargal et al mengemukakan kejadian herniasi diskus lebih tinggi pada pasien dengan degeneratif diskus yang berat (klasifikasi Pfirrmann 4-5) sehingga menyimpulkan bahwa derajat degeneratif diskus merupakan prediktor untuk herniasi diskus lumbalis (OR=257, 95% CI 32-2099,  $p < 0.001$ ). (Bayanjargal et al., 2019) Sun et al juga mengemukakan adanya korelasi antara degenerasi diskus dan atrofi muskulus multifidus dengan herniasi diskus pada level L3-L4. (Sun et al., 2017). Hal ini disebabkan oleh perubahan mekanik, biokimia dan faktor nutrisi pada diskus yang menyebabkan peningkatan tekanan pada annulus fibrosus sehingga terjadi fissura dan robekan, dan pada akhirnya mengakibatkan herniasi diskus. (Kushchayev, et al., 2018; Modic & Ross, 2007)

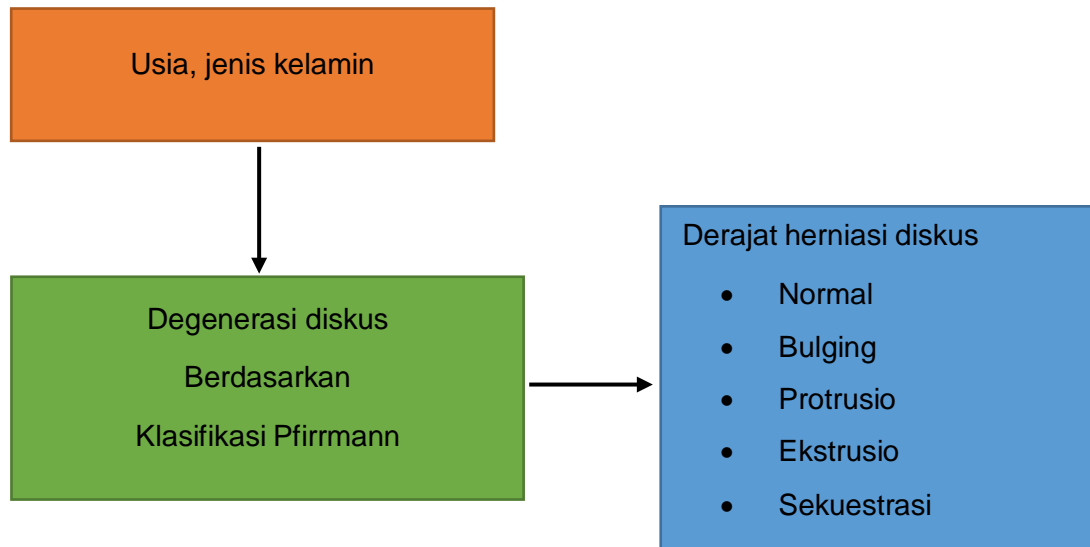


## BAB III KERANGKA PENELITIAN




### 1. Kerangka Teori



## 2. Kerangka konsep



Keterangan:

-  Variabel Independent
-  Variabel Dependent
-  Variabel Kontrol