

Penyakit Degeneratif: Tantangan dan Peluang dalam Penelitian dan Pengobatan

William Komala¹, Alyssa Naura Nasution²

^{1,2} Universitas Prima Indonesia

e-mail: williamkomala@gmail.com¹, aurra.co@gmail.com²

Abstrak

Penyakit degeneratif merupakan kelompok penyakit yang ditandai dengan kemunduran fungsi seluler, jaringan, atau organ akibat proses biologis yang terjadi seiring waktu. Penelitian ini membahas tantangan dan peluang dalam penelitian serta pengobatan penyakit degeneratif, termasuk penyakit neurodegeneratif, kardiovaskular, metabolik, dan muskuloskeletal. Studi ini menggunakan metode kajian pustaka dengan analisis isi dari berbagai sumber primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor risiko utama penyakit degeneratif adalah penuaan, genetika, dan gaya hidup yang tidak sehat. Kompleksitas mekanisme biologis, resistensi terhadap terapi, dan tingginya biaya penelitian menjadi hambatan utama dalam pengobatan penyakit ini. Namun, peluang besar terbuka melalui perkembangan teknologi seperti terapi gen, terapi sel punca, dan obat-obatan inovatif. Selain itu, pencegahan primer melalui pola hidup sehat, imunisasi, dan edukasi kesehatan dapat menekan angka kejadian penyakit degeneratif. Kolaborasi multidisiplin antara ilmuwan, praktisi medis, dan masyarakat menjadi kunci dalam menghadapi tantangan ini serta meningkatkan kualitas hidup penderita penyakit degeneratif.

Kata kunci: *Penyakit Degeneratif, Terapi Gen, Terapi Sel Punca, Pencegahan Primer, Penelitian Kesehatan*

Abstract

Degenerative diseases are a group of diseases characterised by the deterioration of cellular, tissue or organ function due to biological processes that occur over time. This study discusses the challenges and opportunities in the research and treatment of degenerative diseases, including neurodegenerative, cardiovascular, metabolic and musculoskeletal diseases. This study used a literature review method with content analysis of various primary and secondary sources. The results showed that the main risk factors for degenerative diseases are aging, genetics, and unhealthy lifestyles. The complexity of biological mechanisms, resistance to therapy, and the high cost of research are major obstacles in the treatment of these diseases. However, great opportunities are opening up through technological developments such as gene therapy, stem cell therapy, and innovative drugs. In addition, primary prevention through healthy lifestyle, immunisation and health education can reduce the incidence of degenerative diseases. Multidisciplinary collaboration between scientists, medical practitioners, and the public is key in facing these challenges and improving the quality of life of people with degenerative diseases.

Keywords : *Degenerative Diseases, Gene Therapy, Stem Cell Therapy, Primary Prevention, Health Research*

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif merupakan kelompok penyakit yang ditandai dengan kemunduran fungsi seluler, jaringan, atau organ akibat proses biologis yang terjadi seiring waktu. Penyakit-penyakit ini, seperti Alzheimer's, Parkinson's, dan osteoarthritis, tidak hanya mempengaruhi individu yang terkena, tetapi juga keluarga dan masyarakat. Dengan populasi yang menua, prevalensi penyakit degeneratif meningkat, menimbulkan tantangan signifikan dalam sistem kesehatan global (Sivandzade & Cucullo, 2021).

Salah satu tantangan terbesar dalam penelitian dan pengobatan penyakit degeneratif adalah kompleksitasnya. Penyakit ini sering kali disebabkan oleh kombinasi faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup, yang membuatnya sulit untuk diidentifikasi dan mengobati. Selain itu, gejala penyakit degeneratif biasanya bersifat kronis dan progresif, sehingga memerlukan pendekatan medis yang komprehensif dan berkelanjutan (Saras, 2023).

Namun, ada peluang besar dalam penelitian dan pengobatan penyakit degeneratif. Kemajuan teknologi, seperti kemampuan untuk memetakan seluruh genom manusia, membuka jalan bagi penelitian genetik yang lebih mendalam. Penelitian ini dapat mengidentifikasi gen-gen yang berperan dalam penyakit degeneratif, memungkinkan pengembangan obat-obatan yang lebih efektif dan personal. Selain itu, penelitian epigenetik menunjukkan bahwa perubahan pada ekspresi gen tanpa perubahan dalam urutan DNA dapat mempengaruhi perkembangan penyakit degeneratif, memberikan target baru untuk intervensi.

Pendekatan multidisiplin juga menawarkan obat penyakit degeneratif. Dengan menggabungkan pengetahuan dari bidang biologi molekuler, neurosains, dan kedokteran, peneliti dapat mengembangkan strategi pengobatan yang lebih efektif. Misalnya, terapi gen dapat digunakan untuk mengoreksi kesalahan genetik yang mendasari penyakit, sementara terapi seluler dapat digunakan untuk memperbaiki atau menggantikan sel-sel yang rusak.

Selain itu, penelitian tentang faktor-faktor risiko dan protektif dapat membantu dalam pencegahan penyakit degeneratif. Dengan memaimana gaya hidup dan lingkungan mempengaruhi perkembangan penyakit, masyarakat dapat diarahkan untuk mengadopsi kebiasaan yang sehat dan mencegah risiko penyakit degeneratif.

Secara keseluruhan, meskipun penyakit degeneratif menimbulkan tantangan peluang dalam penelitian dan pengobatan memberikan harapan bagi pemulihan kualitas hidup individu yang terkena. Dengan kolaborasi yang erat antara ilmuwan, dokter, dan masyarakat, kita dapat mengatasi tantangan ini dan menciptakan masa depan yang lebih sehat (Sulaiman, 2022).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif literatur review atau kajian pustaka (Hadi & Afandi, 2021). Teknik pengumpulan data yaitu dari sumber data primer dan sekunder atau berasal dari buku dan artikel yang terkait tentang Penyakit Degeneratif: Tantangan dan peluang dalam penelitian dan pengobatan. Data dianalisis dengan konten analisis atau analisis isi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi dan Klasifikasi Penyakit Degeneratif Penyakit Degeneratif Mencakup Berbagai Kondisi yang Ditandai Oleh Kerusakan Progresif pada Sel Tubuh. Berdasarkan Organ yang Terkena, Penyakit ini Dapat di Klasifikasikan Menjadi:

1. Penyakit Neurodegeneratif

Penyakit neurodegeneratif adalah kelompok penyakit yang ditandai dengan kemunduran dan kematian sel-sel saraf. Proses ini dapat menyebabkan gejala seperti kehilangan fungsi kognitif, koordinasi, dan kekuatan otot. Beberapa contoh penyakit neurodegeneratif (Haningsih, 2023; Saidah et al., 2024) meliputi:

a. Penyakit Alzheimer

Penyakit ini adalah bentuk paling umum dari demensia dan mempengaruhi memori, kemampuan berpikir, dan perilaku. Penyebab pastinya belum diketahui, tetapi faktor risiko termasuk genetika dan tekanan hormonal.

b. Penyakit Parkinson

Ini adalah gangguan motorik yang mempengaruhi gerakan halus dan stabil. Gejalanya termasuk tremor, rigiditas, dan perubahan kecepatan gerak. Penyebab utama adalah kekurangan dopamin, sebuah neurotransmitter, akibat kematian sel-sel saraf.

c. Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS)

ALS, juga dikenal sebagai penyakit Lou Gehrig, menyebabkan kerusakan pada sel-sel saraf otonom dan motorik, mengakibatkan kelemahan otot dan kehilangan kemampuan berbicara, makan, dan bergerak.

- d. **Multiple Sclerosis (MS)**
MS adalah penyakit autoimun yang menyerang sistem saraf pusat, menyebabkan kerusakan pada selubung mielin yang melapisi akson. Ini dapat mengganggu transmisi impuls saraf.
- e. **Huntington's Disease**
Ini adalah gangguan genetik yang menyebabkan kematian sel-sel saraf di otak, terutama di area yang mengendalikan gerakan. Gejalanya termasuk gerakan tidak teratur, gangguan emosional, dan penurunan fungsi kognitif.
- f. **Frontotemporal Dementia (FTD)**
FTD adalah kelompok penyakit yang mempengaruhi bagian depan dan sisi tengah otak, menyebabkan perubahan perilaku, masalah berbicara, dan kesulitan bergerak.

2. Penyakit Neurodegeneratif

Dapat disebabkan oleh kombinasi faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup. Diagnosis biasanya melibatkan evaluasi klinis, pencitraan (seperti MRI atau CT scan), dan tes laboratorium. Pengobatan saat ini bertujuan untuk mengelola gejala dan meningkatkan kualitas hidup, tetapi belum ada cara untuk menghentikan perkembangan penyakit. Penelitian terus dilakukan untuk memahami penyebab dan mencari pengobatan lebih efektif (Agustin 2024).

3. Penyakit Kardiovaskular

Penyakit kardiovaskular adalah kondisi yang mempengaruhi jantung dan pembuluh darah. Penyakit ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk penumpukan plak dalam arteri (aterosklerosis), tekanan darah tinggi, dan gangguan ritme jantung. Beberapa contoh penyakit kardiovaskular (Luthfiyah et al., 2022; Sarani, 2021) meliputi:

- a. **Penyakit Jantung Koroner (Myocardial Infarction atau MI)**
Terjadi ketika aliran darah ke bagian jantung terhambat akibat penumpukan plak di arteri koroner, menyebabkan kerusakan otot jantung. Gejalanya termasuk nyeri dada, sesak napas, dan mual.
- b. **Hipertensi (Tekanan Darah Tinggi)**
Kondisi di mana tekanan darah terus-menerus tinggi, yang dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah dan organ. Ini meningkatkan risiko penyakit jantung, stroke, dan gagal jantung.
- c. **Aterosklerosis**
Penumpukan plak di dalam arteri yang dapat mempersempit dan mengerasnya arteri, menghambat aliran darah ke organ dan jaringan tubuh.
- d. **Penyakit Jantung Rematik**
Peradangan kronis pada membran jantung yang dapat menyebabkan penebalan dan kekerasan dinding jantung, mengurangi efisiensi pompa jantung.
- e. **Stroke**
Kondisi yang terjadi ketika suplai darah ke bagian otak terganggu atau terhenti, menyebabkan sel-sel otak mati. Stroke dapat disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah (stroke iskemik) atau pecahnya pembuluh darah (stroke hemoragik).
- f. **Kardiomiopati**
Kelompok penyakit yang merujuk pada penyakit otot jantung yang menyebabkan jantung menjadi lemah dan tidak mampu memompa darah dengan efektif.

4. Penyakit Kardiovaskular

Sering kali memiliki faktor risiko yang sama, seperti merokok, diabetes, obesitas, pola makan tinggi lemak, dan kurangnya aktivitas fisik. Diagnosis biasanya melibatkan pemeriksaan fisik, tes laboratorium, dan pencitraan seperti EKG, echokardiogram, atau CT angiography. Pengobatan dapat mencakup perubahan gaya hidup, obat-obatan untuk menurunkan tekanan darah atau mengontrol irama jantung, dan dalam kasus tertentu, prosedur bedah seperti bypass jantung atau pengangkatan pembuluh darah. Pencegahan yang efektif melibatkan manajemen risiko faktor-faktor yang dapat diubah, seperti mengelola tekanan darah, mengontrol kadar gula darah, dan menjalani gaya hidup sehat (Fandinata & Ernawati 2020).

5. Penyakit Metabolik

Penyakit metabolik adalah kelompok penyakit yang terjadi ketika tubuh tidak dapat normalnya memetabolisme (mengubah) makanan menjadi energi. Penyakit ini sering kali terkait dengan gangguan pada hormon yang mengatur metabolisme, seperti tiroid, insulin, dan hormon pertumbuhan. Beberapa contoh penyakit metabolik (Malik et al., 2022) meliputi:

- a. **Diabetes Mellitus**
Penyakit ini ditandai dengan kadar gula darah tinggi karena tubuh tidak memproduksi cukup insulin atau tidak menggunakan insulin dengan efektif. Ada dua jenis utama: diabetes tipe 1, di mana tubuh tidak memproduksi insulin, dan diabetes tipe 2, yang biasanya terkait dengan resistensi terhadap insulin.
- b. **Hipotiroidisme**
Kondisi di mana kelenjar tiroid tidak memproduksi cukup hormon tiroid, yang dapat memperlambat metabolisme dan menyebabkan gejala seperti kelelahan, keringat berlebih, dan peningkatan berat badan.
- c. **Hipertiroidisme**
Kondisi di mana kelenjar tiroid memproduksi terlalu banyak hormon ti yang dapat mempercepat metabolisme dan menyebabkan gejala seperti penurunan berat badan, detak jantung cepat, dan kegelisahan.
- d. **Sindrom Cushing**
Terjadi akibat produksi berlebihan kortisol, hormon stres, yang dapat menyebabkan peningkatan berat badan, peningkatan leher dan wajah (moon face), dan retensi cairan.
- e. **Sindrom Addison**
Kondisi langka di mana korteks adrenal menghasilkan terlalu sedikit hormon kortisol dan aldosteron, yang dapat menyebabkan gejala seperti kelelahan, mual, dan tekanan rendah.
- f. **Gangguan Pertumbuhan Hormonal**
Penyakit ini melibatkan gangguan pada hormon pertumbuhan (GH) yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tubuh, seperti pada kondisi pituitari somatik.

6. Penyakit Metabolik

Sering kali memiliki faktor genetik dan lingkungan yang berkontribusi. Diagnosis biasanya melibatkan tes darah untuk mengukur kadar hormon dan metabolit tertentu, serta pemeriksaan fisik dan riwayat medis. Pengobatan tergantung pada penyebab spesifik penyakit dan dapat mencakup perubahan gaya hidup, terapi hormon, atau obat-obatan lainnya. Pencegahan melibatkan manajemen risiko faktor-faktor seperti pola makan sehat, olahraga teratur, dan penghindaran rokok (Pangandaheng et al., 2023).

7. Penyakit Muskuloskeletal

Penyakit muskuloskeletal adalah gangguan yang mempengaruhi otot, tulang, sendi, dan jaringan ikat. Sistem muskuloskeletal memberikan struktur dan gerakan pada tubuh, sehingga gangguan pada sistem ini dapat mempengaruhi kualitas hidup. Beberapa contoh penyakit muskuloskeletal (Ramadhani & Utami, 2024) meliputi:

- a. **Rtritis**
Peradangan pada sendi yang dapat menyebabkan nyeri, bengkak, dan kekakuan. Artritis dapat bersifat idiopatik (seperti artritis rheumatoid) atau sekunder (misalnya akibat infeksi atau auto).
- b. **Osteoporosis**
Penyakit di mana tulang menjadi rapuh dan porous karena kehilangan jaringan tulang, meningkatkan risiko patah tulang. Ini sering terjadi pada orang tua, terutama wanita pasca-menopause.
- c. **Osteoartritis**
Penyakit degeneratif yang menyebabkan kerusakan pada tulang rawan sendi, yang dapat mengakibatkan nyeri dan kekakuan, terutama pada sendi lutut, pinggul, dan pergelangan tangan.

- d. Rheumatoid Arthritis
Penyakit autoimun yang menyebabkan peradangan kronis pada sendi, yang dapat mengakibatkan kerusakan tulang dan kehilangan fungsi sendi.
- e. Myasthenia Gravis
Gangguan autoimun yang menyebabkan kelemahan otot ringan hingga parah karena sistem kekebalan tubuh menyerang reseptor asetilkolin di membran sel otot.
- f. Tourette Syndrome
Gangguan neurologis yang ditandai dengan gerakan tak terkontrol (tremor) dan suara seperti mimik (tics), yang biasanya muncul pada anak-anak.
- g. Spina Bifida
Kelainan bawaan di mana tulang belakang tidak tertutup sepenuhnya, yang dapat menyebabkan masalah neurologis dan fisik.
- h. Ehlers-Danlos Syndrome
Kelompok gangguan genetik yang mempengaruhi kualitas jaringan ikat, menyebabkan tulang panjang yang lentur dan kerentanan pada cedera.

Faktor Risiko Penyakit Degeneratif Faktor Risiko Utama

Penyakit degeneratif adalah kondisi yang memburuk seiring waktu, sering kali disebabkan oleh perubahan progresif pada sel atau jaringan. Faktor risiko utama untuk penyakit degeneratif meliputi:

1. Penuaan

Risiko untuk banyak penyakit degeneratif, seperti osteoporosis dan penyakit jantung, meningkat seiring bertambahnya usia. Penuaan dapat mempercepat kerusakan seluler dan metabolisme yang tidak sehat (Yanita, 2022; Amila et al., 2021; Fandinata & Ernawati, 2020).

2. Genetik

Riwayat keluarga memainkan peran penting dalam menentukan kerentanan individu terhadap penyakit tertentu. Genetika dapat mempengaruhi predisposisi seseorang terhadap kondisi seperti diabetes tipe 2, hipertensi, dan penyakit jantung (Yanita, 2022; Amila et al., 2021; Fandinata & Ernawati, 2020).

3. Gaya Hidup

Pola makan tidak sehat, kurangnya aktivitas fisik, dan kebiasaan merokok dapat meningkatkan risiko penyakit degeneratif. Diet tinggi lemak jenuh, gula, dan garam dapat menyebabkan peningkatan berat badan, tekanan darah tinggi, dan kolesterol tinggi, yang semuanya berkontribusi pada penyakit jantung dan diabetes (Yanita, 2022; Amila et al., 2021; Fandinata & Ernawati, 2020).

4. Lingkungan

Paparan polutan udara, asap rokok, dan bahan kimia tertentu dapat mempengaruhi kesehatan jangka panjang. Lingkungan yang tidak sehat dapat menyebabkan atau memperburuk kondisi seperti asma, penyakit jantung, dan kanker (Yanita, 2022; Amila et al., 2021; Fandinata & Ernawati, 2020).

Mengelola faktor risiko ini melalui perubahan gaya hidup yang sehat, seperti makan diet seimbang, berolahraga secara teratur, dan menghindari merokok, dapat membantu mencegah atau memperlambat perkembangan penyakit degeneratif. Selain itu, pemeriksaan kesehatan rutin dan intervensi medis yang tepat juga penting untuk deteksi dini dan pengelolaan penyakit (Wahidah & Falasifah, 2024).

Tantangan dalam Penelitian dan Pengobatan

1. Kompleksitas mekanisme

Merujuk pada sifat sistem biologis yang terdiri dari banyak bagian yang saling berinteraksi, di mana perubahan pada satu bagian dapat mempengaruhi keseluruhan sistem. Dalam konteks biologi, ini sering kali melibatkan jaringan kompleks dari protein, enzim, dan jalur metabolisme yang bekerja bersama untuk menjaga homeostasis dan respons terhadap lingkungan (Wahidah & Falasifah, 2024; Widhiastuti, 2020). Beberapa aspek utama dari kompleksitas mekanisme (Tampubolon, 2020) meliputi:

- a. **Interaksi Protein**
Banyak protein dalam sel berfungsi sebagai enzim, molekul sinyal, atau komponen struktural. Interaksi antara protein ini dapat mengatur berbagai proses biologis, mulai dari katabolisme hingga sintesis DNA.
- b. **Jalur Metabolisme**
Setiap sel memiliki ribuan reaksi kimia yang terjadi setiap detik, yang dikenal sebagai jalur metabolisme. Jalur ini saling terkait dan dapat mempengaruhi satu sama lain, menciptakan jaringan reaksi yang kompleks.
- c. **Regulasi Negatif dan Positif**
Sistem biologis sering kali diatur oleh mekanisme umpan balik negatif dan positif. Umpan balik negatif membantu menjaga keseimbangan dengan mengurangi output ketika ada peningkatan, sementara umpan balik positif dapat memperkuat respons tertentu.
- d. **Respon Terhadap Stres**
Sel-sel memiliki mekanisme untuk merespons stres lingkungan, seperti kekurangan oksigen, kelebihan nutrisi, atau kerusakan DNA. Respon ini melibatkan perubahan dalam ekspresi gen, aktivitas enzim, dan interaksi molekul lainnya.
- e. **Pertukaran Informasi Genetik**
Proses seperti transkripsi dan translasi mentransfer informasi genetik dari DNA ke RNA dan kemudian ke protein, memungkinkan sel untuk mengekspresikan gen yang diperlukan untuk fungsi spesifik.
- f. **Organisasi Seluler**
Struktur seluler yang kompleks, termasuk organel seperti mitokondria, retikulum endoplasma, dan aparatus Golgi, semuanya berkontribusi pada fungsi seluler yang terkoordinasi.

2. Resistensi Terapi

Resistensi terapi adalah fenomena di mana sel-sel kanker menjadi kurang responsif atau tidak responsif terhadap obat-obatan yang sebelumnya efektif. Ini adalah masalah besar dalam pengobatan kanker karena dapat menyebabkan kegagalan terapi dan kemunduran penyakit. Berikut adalah beberapa aspek penting mengenai resistensi terapi (Harun et al., 2024; Widhiastuti, 2020):

- a. **Mekanisme Resistensi**
Ada beberapa mekanisme utama yang mendasari resistensi terapi, termasuk:
- b. **Mutasi Genetik**
Perubahan dalam DNA tumor yang dapat mengubah target protein atau jalur metabolisme yang dihujat oleh obat.
- c. **Ekspresi Gen yang Berubah**
Peningkatan atau penurunan ekspresi gen yang menjadi target obat.
- d. **Penghindaran Obat**
Sel kanker dapat mengubah mekanisme pengangkutan atau memperbaiki mekanisme pengusiran untuk mengurangi penetrasi obat.
- e. **Aktivasi Jalur Salvage**
Jalur alternatif yang dapat digunakan oleh sel kanker untuk menghindari efek obat.

3. Biaya Penelitian yang Tinggi

Biaya penelitian yang tinggi adalah tantangan signifikan dalam banyak bidang ilmu pengetahuan, termasuk kedokteran, farmasi, dan bioteknologi. Berikut adalah beberapa aspek penting (Widhiastuti, 2020) terkait dengan biaya penelitian yang tinggi:

- a. **Biaya Laboratorium**
Pengeluaran untuk peralatan laboratorium, reagen kimia, bahan biologis, dan perawatan fasilitas bisa sangat tinggi. Biaya ini sering kali melampaui anggaran penelitian dasar dan memerlukan pendanaan tambahan.
- b. **Tenaga Kerja Terlatih**
Penelitian ilmiah membutuhkan tenaga kerja terlatih seperti ilmuwan, teknisi laboratorium, dan analis data. Gaji dan tunjangan untuk posisi ini bisa sangat tinggi, terutama di institusi akademis atau perusahaan farmasi besar.

- c. **Biaya Pengembangan Obat**
Dalam konteks farmasi, biaya penelitian dan pengembangan (R&D) obat baru bisa mencapai ratusan juta dolar. Proses ini melibatkan penelitian pra-klinis, uji klinis, dan pengajuan izin penggunaan obat kepada badan pengawas kesehatan.
- d. **Biaya Klinis**
Uji klinis pada manusia, baik dalam bentuk fase I, II, maupun III, memerlukan biaya yang besar. Ini termasuk biaya rekrutmen pasien, pengujian di klinik, dan pelatihan personel medis.
- e. **Biaya Teknologi dan Perangkat Lunak**
Penggunaan teknologi canggih seperti perangkat lunak bioinformatika, alat pemodelan molekuler, dan perangkat IoT untuk pemantauan pasien menambah biaya tambahan.
- f. **Biaya Regulasi dan Kepatuhan**
Kepatuhan terhadap regulasi nasional dan internasional, termasuk Good Manufacturing Practice (GMP) dan International Conference on Harmonisation (ICH) guidelines, memerlukan biaya yang signifikan untuk audit, sertifikasi, dan pelatihan.
- g. **Biaya Publikasi**
Publikasi hasil penelitian di jurnal ilmiah sering kali dikenakan biaya tambahan, baik dalam bentuk biaya cetak maupun biaya akses terhadap database jurnal.
- h. **Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan**
Pemeliharaan dan perbaikan peralatan laboratorium, serta pembaruan teknologi, juga memerlukan investasi yang berkelanjutan.
- i. **Biaya Manajemen Proyek**
Manajemen proyek yang efektif memerlukan sumber daya tambahan untuk perencanaan, koordinasi, dan pelaporan kemajuan penelitian.
- j. **Biaya Sumber Daya Manusia**
Kontrak dengan konsultan, ahli paten, dan penasihat hukum untuk menangani aspek legal dan strategis dari penelitian juga bisa menambah beban biaya. Mengatasi biaya penelitian yang tinggi memerlukan perencanaan yang cermat, pengelolaan anggaran yang efisien, dan sering kali kemitraan atau kolaborasi dengan pihak lain untuk berbagi biaya dan sumber daya. Selain itu, inovasi dalam metode penelitian dan penggunaan teknologi yang lebih efisien dapat membantu mengurangi biaya secara keseluruhan.

Peluang dalam Penelitian dan Pengobatan

1. Terapi Gen dan Sel Punca

Terapi gen dan sel punca adalah dua pendekatan inovatif dalam pengobatan yang menawarkan harapan baru untuk mengatasi berbagai penyakit, termasuk kanker, penyakit autoimun, dan gangguan genetik. Berikut adalah penjelasan mengenai kedua terapi ini (Ninasari et al., 2023; Widhiastuti, 2020):

- a. **Terapi Gen**
Terapi gen adalah pendekatan medis yang melibatkan manipulasi langsung dari genetik seseorang untuk mengobati atau mencegah penyakit. Ini dapat mencakup pengeditan gen, penggantian gen yang rusak, atau peningkatan ekspresi gen tertentu.
- b. **Sel Punca**
Sel punca adalah sel yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki diri sendiri melalui pembelahan sel mitotik dan memiliki potensi untuk berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel spesifik. Ada dua jenis utama sel punca: sel punca embrio dan sel punca dewasa.
Jenis-jenis Sel Punca
 - 1) **Sel Punca Embrio**
Ditemukan di embrio awal dan memiliki potensi untuk berdiferensiasi menjadi hampir semua jenis sel dalam tubuh.
 - 2) **Sel Punca Dewasa**
Terdapat di jaringan dewasa seperti sumsum tulang, darah, dan leher belalai gajah, serta memiliki potensi untuk berdiferensiasi menjadi sel-sel tertentu.

- 3) Regenerasi Jaringan
Menggunakan sel punca untuk memperbaiki atau menggantikan jaringan yang rusak atau aus.
- 4) Pengobatan Kanker
Menggunakan sel punca untuk menghasilkan sel-sel yang menyerap toksin dan mengarahkan mereka ke tumor.
- 5) Pengobatan Penyakit Autoimun
Memanfaatkan sel punca untuk menggantikan sel-sel yang rusak oleh sistem kekebalan tubuh yang salah.
Baik terapi gen maupun sel punca menawarkan teknologi revolusioner dalam pengobatan penyakit kronis dan kompleks. Namun, kedua pendekatan ini masih dalam tahap penelitian dan pengembangan, dan banyak tantangan yang harus diatasi sebelum mereka dapat diterapkan secara luas dalam klinis. Kemajuan dalam teknologi dan penelitian lebih lanjut akan membantu mengatasi hambatan ini dan memaksimalkan potensi terapeutik dari kedua metode tersebut.

2. Obat-obatan Inovatif

Obat-obatan Inovatif adalah jenis obat yang dikembangkan melalui penelitian dan teknologi terbaru untuk memberikan solusi pengobatan yang lebih efektif, aman, atau nyaman dibandingkan dengan terapi yang sudah ada. Obat-obatan ini biasanya muncul setelah proses panjang yang mencakup riset dasar, uji klinis, hingga persetujuan dari badan pengawas obat (Elvano & Jafar 2024).

a. Karakteristik Obat-obatan Inovatif:

1) Mekanisme Kerja Baru:

Obat ini seringkali bekerja dengan cara yang berbeda dibandingkan dengan terapi yang sudah ada, misalnya menargetkan jalur biologis tertentu dalam tubuh.

2) Efektivitas yang Lebih Tinggi:

Obat inovatif dapat memberikan hasil yang lebih baik, terutama untuk penyakit yang sulit diobati seperti kanker, HIV/AIDS, atau penyakit genetik.

3) Efek Samping Lebih Minim:

Karena lebih terfokus, obat inovatif biasanya memiliki risiko efek samping yang lebih rendah.

4) Personalisasi Pengobatan:

Beberapa obat inovatif dirancang khusus untuk kelompok pasien tertentu berdasarkan profil genetik mereka (obat presisi atau terapi personal).

b. Contoh Obat-obatan Inovatif:

1) Imunoterapi: Merangsang sistem kekebalan tubuh untuk melawan kanker, seperti pembrolizumab (Keytruda).

2) Terapi Gen: Mengganti atau memperbaiki gen yang rusak, misalnya terapi CRISPR untuk penyakit genetik.

3) mRNA Vaccines: Seperti vaksin COVID-19 (Pfizer-BioNTech, Moderna) yang menggunakan teknologi mRNA.

4) CAR-T Cell Therapy: Menggunakan sel kekebalan tubuh pasien yang dimodifikasi secara genetik untuk menyerang sel kanker.

c. Proses Pengembangan Obat Inovatif:

1) Penelitian Dasar: Meneliti mekanisme penyakit di tingkat molekuler.

2) Penemuan Senyawa: Mencari senyawa yang berpotensi menjadi obat.

3) Uji Pra-Klinis: Menguji pada hewan untuk memastikan keamanan dasar.

4) Uji Klinis (Fase I-III): Menguji pada manusia untuk keamanan, dosis, dan efektivitas.

5) Persetujuan Regulator: Mendapat izin dari badan seperti FDA (AS) atau BPOM (Indonesia).

6) Pemantauan Pasca-Pemasaran: Memantau efek samping jangka panjang.

d. Tantangan dalam Pengembangan Obat Inovatif:

1) Biaya Tinggi: Proses riset dan pengembangan bisa memakan biaya miliaran dolar.

- 2) Waktu yang Lama: Dari penelitian hingga persetujuan bisa memakan waktu 10-15 tahun.
- 3) Risiko Kegagalan: Banyak calon obat gagal dalam uji klinis.
- 4) Aksesibilitas: Harga obat inovatif sering mahal, sehingga sulit dijangkau banyak pasien.
- e. Dampak Obat Inovatif bagi Dunia Kesehatan:
 - 1) Meningkatkan Harapan Hidup: Terutama bagi pasien penyakit kronis dan langka.
 - 2) Mengurangi Beban Rumah Sakit: Karena pengobatan yang lebih efektif dapat mencegah komplikasi.
 - 3) Memicu Kemajuan Ilmu Pengetahuan: Menginspirasi penelitian baru di bidang biomedis.

3. Pencegahan Primer

Pencegahan primer adalah upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit sebelum penyakit tersebut muncul (Fitriasari, 2020). Fokus utama pencegahan primer adalah mengendalikan faktor risiko dan meningkatkan kesehatan secara umum agar individu tetap sehat dan terhindar dari penyakit (Widhiastuti, 2020).

- a. Tujuan Pencegahan Primer:
 - 1) Mengurangi insiden (angka kejadian) penyakit.
 - 2) Meningkatkan kualitas hidup.
 - 3) Menurunkan biaya perawatan kesehatan jangka panjang.
 - 4) Mencegah komplikasi yang lebih serius di masa depan.
- b. Contoh Pencegahan Primer:
 - 1) Imunisasi:
 - a) Vaksinasi untuk mencegah penyakit menular seperti campak, polio, hepatitis B, dan COVID-19.
 - 2) Promosi Pola Hidup Sehat:
 - a) Mengonsumsi makanan bergizi seimbang.
 - b) Rutin berolahraga.
 - 3) Cukup tidur dan mengelola stres.
 - 4) Edukasi Kesehatan:
 - a) Kampanye tentang bahaya merokok, penyalahgunaan narkoba, dan konsumsi alkohol.
 - b) Penyuluhan tentang kesehatan reproduksi dan pencegahan penyakit menular seksual.
 - 5) Pencegahan Risiko Lingkungan:
 - a) Menyediakan air bersih dan sanitasi yang layak.
 - b) Mengurangi polusi udara.
 - c) Menyediakan lingkungan kerja yang aman.
 - 6) Skrining untuk Faktor Risiko:
 - a) Pemeriksaan tekanan darah secara rutin untuk mencegah hipertensi.
 - b) Pemeriksaan kadar gula darah untuk mencegah diabetes.
 - c) Konsultasi genetika untuk penyakit keturunan.

SIMPULAN

Penelitian ini membahas penyakit degeneratif sebagai tantangan besar dalam bidang kesehatan, khususnya penyakit neurodegeneratif, kardiovaskular, metabolik, dan muskuloskeletal. Penyakit-penyakit tersebut ditandai oleh kerusakan progresif sel tubuh yang disebabkan oleh faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup. Faktor risiko utama meliputi penuaan, pola hidup tidak sehat, dan predisposisi genetik.

Tantangan utama dalam penelitian dan pengobatan penyakit degeneratif meliputi kompleksitas mekanisme biologis, resistensi terhadap terapi, serta tingginya biaya penelitian. Namun, terdapat peluang besar melalui pengembangan terapi gen, terapi sel punca, dan obat-obatan inovatif yang dapat memberikan pendekatan pengobatan yang lebih efektif.

Pencegahan primer, seperti imunisasi, pola hidup sehat, dan edukasi kesehatan, menjadi langkah penting untuk menekan prevalensi penyakit degeneratif. Penelitian multidisiplin yang

melibatkan berbagai bidang ilmu serta kerja sama yang erat antara ilmuwan, praktisi medis, dan masyarakat dapat membuka peluang besar untuk meningkatkan kualitas hidup penderita penyakit degeneratif di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N. K. (2024). *Pengaruh Terapi Stimulasi Kognitif (CST) Terhadap Kemampuan Kognitif pada Lansia Demensia Ringan di Lembaga Kesejahteraan Sosial Lanjut Usia (LKS-LU) Pangesti Lawang Kabupaten Malang* (Doctoral dissertation, STIKes Panti Waluya Malang).
- Amila, A., Sembiring, E., & Aryani, N. (2021). Deteksi Dini Dan Pencegahan Penyakit Degeneratif Pada Masyarakat Wilayah Mutiara Home Care. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (Pkm)*, 4(1), 102-112.
- Elvano, D. R., & Jafar, G. (2024). Optimasi Sistem Penghantaran Obat Antidiabetes Oral Melalui Pompa Osmotik untuk Peningkatan Bioavailabilitas dan Efektivitas Terapi. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*, 24(2), 98-130.
- Fandinata, S. S., & Ernawati, I. (2020). *Management terapi pada penyakit degeneratif (diabetes mellitus dan hipertensi): mengenal, mencegah dan mengatasi penyakit degeneratif (diabetes mellitus dan hipertensi)*. Penerbit Graniti.
- Fitriasari, N. (2020). Pencegahan primer membentuk masyarakat sehat di era covid-19. *SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I*, 7(7), 1153-1166.
- Hadi, N. F., & Afandi, N. K. (2021). Literature review is a part of research. *Sulawesi Tenggara Educational Journal*, 1(3), 64-71.
- Haningsih, S. (2023). *Analisa Konsumsi Makanan Tinggi Natrium Terhadap Kejadian Hipertensi Pada Lansia di Puskesmas Medan Area Selatan Tahun 2023* (Doctoral dissertation, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Sumatera Utara).
- Harun, N., Kurniasih, N., Indriastuti, M., Ramdhani, S. S., Rahmawaty, A., Haerunisa, P. S., & Nurmaulawati, R. (2024). Penyuluhan Antibiotik Sebagai Pencegahan Resistensi pada Pasien Rawat Jalan di Rumah Sakit. *Jurnal Relawan dan Pengabdian Masyarakat REDI*, 2(2), 26-32.
- Luthfiyah, S., Wijayanti, A. R., Kuntoadi, G. B., Sulistiawati, F., Arma, N., Mustamu, A. C., ... & Avelina, Y. (2022). *Penyakit Sistem Kardiovaskuler*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Malik, Z., Salam, A. Y., Wardani, H. R., Panma, Y., Lestari, T. P., Rahim, A., ... & Faridah, V. N. (2022). *Keperawatan Medikal Bedah II*. Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Ninasari, A., Helda, S., Sartika, S., & Sugeng, H. (2023). *Buku Referensi Pengantar Biologi Dasar*. Malang: PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Pangandaheng, T., Suryani, L., Syamsiah, N., Kombong, R., Kusumawati, A. S., Masithoh, R. F., ... & Priambodo, A. (2023). *Asuhan Keperawatan Medikal Bedah: Sistem Respirasi dan Kardiovaskuler*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ramadhani, M. R., & Utami, H. T. (2024). CASE REPORT: MYASTHENIA GRAVIS. *Journal of Syntax Literate*, 9(8).
- Saidah, S. S. K., Limoa, E., KJ, S., Jaya, M. A., KJ, S., Karsa, N. S., ... & Pratama, M. G. (2024). *Buku Ajar Psikogeriatric*. Nas Media Pustaka.
- Sarani, D. (2021). *Asuhan Keperawatan Pada Pasien Stroke Non Hemoragik Dengan Masalah Keperawatan Ketidakberdayaan* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).
- Saras, T. (2023). *Protein: Molekul Pembangun Kehidupan*. Tiram Media.
- Sivandzade, F., & Cucullo, L. (2021). Regenerative stem cell therapy for neurodegenerative diseases: an overview. *International journal of molecular sciences*, 22(4), 2153.
- Sulaiman, E. S. (2022). *Pendidikan dan Promosi Kesehatan: Teori dan Implementasi di Indonesia*. UGM PRESS.
- Tampubolon, M. P. (2020). *Change management: manajemen perubahan: individu, tim kerja, organisasi*.

- Wahidah, V. N., & Falasifah, N. (2024). Optimalisasi Lahan Kosong Sebagai Strategi Penurunan Penyakit Degeneratif Pada Kelompok Lansia Sekar Gadung Pasuruan. *Journal of Community Development and Disaster Management*, 6(2), 77-90.
- Widhiastuti, S. S. (2020). Aplikasi Media Terkondisi Sel Punca Mesensimal dalam Terapi Penyakit Degeneratif dan Penyembuhan Luka. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 48-60.
- Yanita, N. I. S. (2022). *Berdamai dengan hipertensi*. Bumi Medika.