



## Artikel Review: Efektivitas dan Keamanan Berbagai Rute Pemberian Obat Injeksi Suspensi

Dila Alvia Rahmasari<sup>1</sup>, Maulina Apriani<sup>2</sup>, Amina Syifa<sup>3</sup>, Dewi Febiyanti<sup>4</sup>,  
Nurul Islami Ningtiyas<sup>5</sup>, Nabilla Navyani Putry A<sup>6</sup>, Dewi Rahmawati<sup>7\*</sup>,  
Dzakiya Zhihrotulwida<sup>8</sup>, M.Fithrul Mubarak<sup>9</sup>

<sup>1-9</sup>Fakultas Ilmu Kesehatan, Progd S1 Farmasi, Universitas Anwar Medika, Indonesia

Email: [dilarahma20@gmail.com](mailto:dilarahma20@gmail.com)<sup>1</sup>, [aprianimaulina9@gmail.com](mailto:aprianimaulina9@gmail.com)<sup>2</sup>, [aminasyifa4@gmail.com](mailto:aminasyifa4@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[dewifebiyanti39@gmail.com](mailto:dewifebiyanti39@gmail.com)<sup>4</sup>, [Nuisni2312@gmail.com](mailto:Nuisni2312@gmail.com)<sup>5</sup>, [nabillanavyanipa@gmail.com](mailto:nabillanavyanipa@gmail.com)<sup>6</sup>,  
[dew.rahma81@gmail.com](mailto:dew.rahma81@gmail.com)<sup>7</sup>, [dzakiyah.zhihrotul@gmail.com](mailto:dzakiyah.zhihrotul@gmail.com)<sup>8</sup>, [fithrul.mubarak23@gmail.com](mailto:fithrul.mubarak23@gmail.com)<sup>9</sup>

\*Penulis Korespondensi: [dew.rahma81@gmail.com](mailto:dew.rahma81@gmail.com)

**Abstract.** *Advances in technology and research in the field of pharmacy have driven innovation in drug formulation and administration methods to improve the effectiveness and safety of therapy. One of the most widely developed dosage forms is suspension injections, which are sterile preparations containing particles of active ingredients that are insoluble in the carrier fluid. This study aims to review the effects of various administration routes, such as intra articular, intramuscular, and subcutaneous, on the efficacy and safety of suspension injections. The method used is a literature study analyzing various scientific journals from databases published in the last ten years. The results of the review show that the route of administration has a significant effect on the therapeutic effect, where the intra-articular route provides a strong local effect with low systemic risk, the intramuscular route produces long-term effects and is relatively easy to perform, while the subcutaneous route provides stable drug release over a long period of time. Overall, the choice of injection route for suspension injections should be tailored to the characteristics of the drug, the patient's condition, and the therapeutic goals to achieve optimal, safe, and comfortable treatment outcomes for the patient.*

**Keywords:** *Injection; Parenteral; Route Administration; Suspension; Therapeutic.*

**Abstrak.** Perkembangan teknologi dan penelitian di bidang farmasi telah mendorong inovasi dalam formulasi serta cara pemberian obat untuk meningkatkan efektivitas dan keamanan terapi. Salah satu bentuk sediaan yang banyak dikembangkan adalah injeksi suspensi, yaitu sediaan steril yang mengandung partikel zat aktif tidak larut dalam cairan pembawa. Penelitian ini bertujuan meninjau pengaruh berbagai rute pemberian seperti intra-artikular, intramuskular, dan subkutan terhadap efektivitas serta keamanan sediaan injeksi suspensi. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menganalisis dari berbagai jurnal ilmiah dari database yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir. Hasil telaah menunjukkan bahwa rute pemberian berpengaruh besar terhadap efek terapi, di mana rute intra artikular memberikan efek lokal yang kuat dengan risiko sistemik yang rendah, rute intramuskular menghasilkan efek jangka panjang dan relatif mudah dilakukan, sedangkan rute subkutan memberikan pelepasan obat yang stabil dalam jangka waktu lama. Secara keseluruhan, pemilihan rute pemberian injeksi suspensi harus disesuaikan dengan karakteristik obat, kondisi pasien, dan tujuan terapi agar diperoleh hasil pengobatan yang optimal, aman, dan nyaman bagi pasien.

**Kata kunci:** Injeksi; Parenteral; Rute Pemberian; Suspensi; Terapi

### 1. LATAR BELAKANG

Kemajuan ilmu farmasi mendorong penelitian untuk menemukan bentuk dan cara pemberian obat yang lebih efektif dalam meningkatkan hasil terapi. Dalam bidang farmasi, terdapat berbagai macam bentuk sediaan obat seperti tablet, kapsul, sirup, injeksi, dan bentuk lainnya, yang masing-masing memiliki tujuan dan keunggulan tersendiri dalam penghantaran obat ke dalam tubuh. Sediaan injeksi tersedia dalam bentuk larutan, suspensi, dan juga emulsi, atau bubuk yang harus dilarutkan sebelum digunakan. Sediaan ini diberikan dengan menusuk

jaringan melalui atau ke dalam kulit. Sediaan injeksi merupakan sediaan farmasi yang sebelum digunakan dalam tubuh dapat dilarutkan atau diencerkan menjadi sediaan untuk pemberian parenteral (Damayanti, 2024).

Salah satu bentuk sediaan injeksi yang banyak dikembangkan adalah sediaan injeksi suspensi. Sediaan injeksi suspensi adalah sediaan steril yang memiliki kandungan zat aktif tidak larut dalam cairan pembawa. Sediaan injeksi suspensi termasuk jenis sediaan parenteral. Terdapat kelebihan dan kekurangan dari rute parenteral. Kelebihan dari rute parenteral adalah dapat digunakan untuk pasien yang tidak kooperatif, tidak sadar, atau muntah, dan pasien yang tidak dapat mengonsumsi obat-obatan yang menyebabkan gangguan lambung, serta dapat mencegah kerusakan akibat obat pada saluran pencernaan dan hati, bekerja dengan cepat, dan hemat dalam dosis. Di sisi lain, kekurangan dari pemberian obat secara parenteral adalah bahwa metode ini kurang aman karena setelah disuntikkan ke dalam tubuh obat tersebut tidak dapat dihilangkan jika terjadi kesalahan, ketidaknyamanan seperti rasa sakit selama proses penyuntikan atau saat menerima infus, serta para ahli (tenaga kesehatan) diperlukan untuk menentukan dosis obat yang akan disuntikkan dan memberikan suntikan kepada pasien (Nuryati, 2017).

Pemilihan rute yang tepat menjadi faktor penting untuk mencapai efek terapi yang optimal. Selain itu, pemilihan rute pemberian juga harus mempertimbangkan sifat fisika dan kimia zat aktif, tujuan terapi, serta kondisi pasien. Misalnya, obat dengan ukuran partikel besar atau yang bersifat tidak larut air lebih sesuai diberikan melalui rute intramuskular atau subkutan, karena dapat membentuk depot yang melepaskan obat secara perlahan. Sebaliknya, untuk kebutuhan efek cepat, rute intravena lebih dipilih karena langsung masuk ke sirkulasi darah. Dengan memahami perbedaan tersebut, tenaga kesehatan dan peneliti dapat menentukan rute terbaik untuk mencapai hasil terapi yang optimal (Rahnfeld & Luciani, 2020).

Pemberian obat terutama sediaan injeksi suspensi dapat dipengaruhi oleh rute pemberiannya, seperti intramuskular, subkutan, maupun intraartikular, yang menentukan kecepatan absorpsi dan lama kerja obat. Oleh karena itu, tujuan review ini adalah untuk meninjau pengaruh berbagai rute pemberian terhadap efektivitas dan keamanan obat terutama pada sediaan injeksi suspensi untuk menentukan rute yang paling optimal.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Suspensi injeksi merupakan salah satu bentuk sediaan farmasi yang terdiri dari partikel padat yang tersebar merata dalam medium cair yang steril dan bebas dari kontaminasi asing. Suspensi ini dirancang khusus untuk diberikan melalui rute parenteral, seperti injeksi intravena, intramuskular, atau subkutan, sehingga harus memenuhi standar sterilisasi dan kebersihan yang ketat untuk mencegah infeksi dan memastikan keamanan pengguna. Partikel padat dalam suspensi injeksi biasanya berukuran kecil, berkisar antara 0,5 hingga 5,0 mikrometer, yang memungkinkan distribusi yang merata dalam cairan dan memudahkan penetrasi ke jaringan target. Suspensi ini memiliki keunggulan dalam hal stabilitas bahan aktif yang sensitif terhadap suhu dan cahaya, serta memungkinkan pengaturan pelepasan obat secara terkendali atau berkelanjutan, tergantung pada formulasi yang digunakan. Selain itu, suspensi injeksi sering digunakan untuk obat-obatan yang tidak larut dalam air atau memiliki bioavailabilitas yang lebih baik dalam bentuk suspensi. Penggunaan suspensi injeksi juga memerlukan penyesuaian formulasi agar partikel tetap tersebar dengan baik tanpa menggumpal, serta harus mempertimbangkan faktor seperti sterilitas, kestabilan fisik dan kimia, serta kompatibilitas dengan bahan lain dalam sediaan (Arora *et al.*, 2022).

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu sediaan suspensi injeksi antara lain:

### **Suspensi Terdispersi Halus**

Menurut Farmakope Indonesia Edisi III yang dikeluarkan oleh Dapkes RI (1979), syarat sediaan suspensi yang baik yaitu zat terdispersi harus halus dan tidak boleh mengendap, jika dikocok harus segera terdispersi kembali, dapat mengandung zat tambahan untuk menjamin stabilitas suspensi, kekentalan suspensi tidak boleh terlalu tinggi agar sediaan mudah dikocok dan dituang, serta karakteristik suspensi harus sedemikian rupa sehingga ukuran partikel dari suspensoid tetap konstan untuk waktu yang lama pada saat penyimpanan.

### **Rute Injeksi Suspensi**

Menurut Farmakope Indonesia Edisi IV yang dikeluarkan oleh Dapkes RI (1995), suspensi tidak boleh diinjeksikan secara intravena dan intratekal, suspensi yang dinyatakan untuk digunakan dengan cara tertentu harus mengandung zat antimikroba, suspensi harus dikocok sebelum digunakan, serta disimpan dalam wadah tertutup rapat.

### **Sterilisasi dan Aseptik**

Sterilisasi adalah suatu proses yang digunakan untuk menghancurkan atau menghilangkan semua bentuk kehidupan mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, dan fungi, dari suatu bahan atau peralatan. Sterilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode fisik, kimia, atau radiasi. Teknik aseptik adalah suatu metode yang digunakan untuk mencegah

kontaminasi mikroorganisme pada suatu proses atau produk. Teknik aseptik melibatkan penggunaan peralatan dan bahan yang steril, serta melakukan prosedur yang tepat untuk mencegah kontaminasi. Teknik sterilisasi dan aseptik sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk laboratorium, rumah sakit, dan industri farmasi (Sianipar *et al.*, 2025).

### **Bebas Endotoksin atau Pirogen**

Sediaan suspensi injeksi harus bebas pirogen terutama endotoksin dari bakteri gram negatif yang dapat memicu respon imun cepat berupa demam, menggigil, inflamasi sistemik bahkan syok endotoksin, ketika sediaan atau obat masuk secara langsung ke dalam aliran darah baik secara parenteral sehingga dapat membahayakan bagi pasien (Tyski *et al.*, 2025).

### **Sediaan Dibuat di Ruang Steril**

Sediaan steril dibuat di fasilitas yang memiliki karakteristik lingkungan yang ketat karena proses pembuatan sediaan parenteral rentan terhadap resiko kontaminasi mikroba ke dalam produk, sehingga saat pembuatan sediaan harus dilakukan di ruang kelas A atau white area (Lukita & Setiawati, 2021).

### **Menggunakan Air Khusus**

Pembuatan sediaan steril harus menggunakan air khusus seperti purified water (PW) atau Water For Injection, karena air biasa mengandung mikroba, endotoksin, ion logam, dan partikel yang dapat menyebabkan kontaminasi, menurunkan stabilitas obat, memicu reaksi pirogenik, serta merusak kualitas sediaan parenteral (Jung *et al.*, 2016).

### **Sediaan Harus Stabil**

Stabilitas merupakan salah satu atribut kritis dan penting dalam pengembangan produk karena dapat mempengaruhi kualitas, efikasi, dan keamanan produk steril atau produk dalam penyimpanan dan penggunaannya harus memiliki sifat dan karakteristik yang sama saat produk dibuat (Fresha *et al.*, 2023).

## **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan pustaka dengan menganalisis beberapa artikel dan publikasi ilmiah yang membahas mengenai perbandingan rute pemberian sediaan injeksi suspensi. Literatur diperoleh dari database jurnal seperti Google Scholar, Crossref, Garuda, PubMed, dan platform lainnya yang dipublikasikan 10 tahun terakhir dengan menggunakan kata kunci terkait injeksi suspensi, rute pemberian, dan parenteral.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

**Tabel 1.** Perbandingan Efektivitas Rute Pemberian Injeksi Suspensi.

No	Judul jurnal	Hasil	Referensi
1.	<i>Synovial And Systemic Pharmacokinetics (PK) Of Triamcinolone Acetonide (TA) Following Intra-Articular (IA) Injection Of An Extendedrelease Microsphere-Based Formulation (FX006) Or Standard Crystalline Suspension In Patients With Knee Osteoarthritis (OA).</i>	Pemberian dengan rute intra-artikular melibatkan penyuntikan obat langsung ke dalam sendi, memastikan efek antiinflamasi lebih terfokus pada area yang sakit, durasi aksi lebih lama, serta risiko efek samping sistemik lebih rendah.	(Kraus <i>et al.</i> , 2018)
2.	Teknik Injeksi Intramuskular Tanpa Aspirasi Untuk Menurunkan Intensitas Nyeri Saat Prosedur Injeksi Vitamin Neurobion 5000 Pada Pasien Poli Rawat Jalan Rumah Sakit Advent Bandung.	Rute pemberian intramuskular tanpa aspirasi dibandingkan dengan metode aspirasi, lebih efektif dalam mengurangi intensitas nyeri.	(Laodikia & Tambunan, 2017)
3.	<i>A Study On Design &amp; Development Of Betamethasone Acetate And Betamethasone Sodium Phosphate Extended-Release Suspension.</i>	Kombinasi dari betamethasone sodium phosphate (kerja cepat) dan betamethasone acetate (kerja lama) dalam injeksi intramuskular suspensi betamethasone menghasilkan efek yang cepat dan berkelanjutan. Sehingga, rute intramuskular berhasil menghasilkan manfaat terapeutik jangka panjang dan pelepasan obat yang bertahap.	(Priani, 2022)
4.	<i>Design and Evaluation of Injectable Suspension Containing Anti-inflammatory Glucocorticoid.</i>	Rute intramuskular (IM) merupakan rute yang paling tepat untuk sediaan suspensi betamethasone karena dapat membentuk depot obat di otot sehingga pelepasan berlangsung bertahap.	(Prabhu & Vishwanath, 2019)
5.	<i>Effect of Intramuscular vs Intra-articular Glucocorticoid Injection on Pain Among Adults With Knee Osteoarthritis (The KIS Randomized Clinical Trial).</i>	Injeksi glukokortikoid baik secara intramuskular (IM) maupun intra-artikular (IA) efektif dalam mengurangi nyeri osteoarthritis lutut. Perbandingan dari kedua rute menunjukkan hasil jangka panjang dari kedua rute tersebut sama, namun rute intramuskular lebih aman dan lebih mudah digunakan.	(Wang <i>et al.</i> , 2022)
6.	<i>Effectiveness of intramuscular gluteal glucocorticoid injection versus intra-articular</i>	Rute IM lebih mudah dilakukan, dan memiliki risiko efek samping lokal yang lebih rendah dibandingkan dengan rute	(Mol <i>et al.</i> , 2020)

- glucocorticoid injection in knee osteoarthritis: design of a multicenter randomized, 24 weeks comparative parallel-group trial.* IA.
7. Pengaruh Injeksi Kortikosteroid Intra-artikular Sebelum Latihan Fisik terhadap Perbaikan Nyeri pada Pasien Osteoarthritis Lutut. Rute intra-artikular tidak meningkatkan efektivitas latihan fisik dan hanya memberikan manfaat anti-inflamasi sementara. Pengobatan ini tidak dianjurkan sebagai terapi rutin sebelum berolahraga karena berisiko menimbulkan efek samping, termasuk infeksi sendi dan nyeri lokal. (Nugroho *et al.*, 2024)
  8. *Subcutaneous Administration Of Benzathine Benzylpenicillin G Has Favourable Pharmacokinetic Characteristics For The Prevention Of Rheumatic Heart Disease Compared With Intramuscular Injection: A Randomized, Crossover, Population Pharmacokinetic Study In Healthy Adult Volunteers.* Pemberian benzathine benzylpenicillin G secara subkutan atau SC aman, tidak lebih menyakitkan daripada pemberian secara intramuskular atau IM, dan memiliki penyerapan yang lebih lambat, yang dapat menjaga kadar obat dalam darah tetap stabil lebih lama. (Kado *et al.*, 2020)
  9. *A randomized, phase IIa study to assess the systemic exposure of triamcinolone acetonide following injection of extended-release triamcinolone acetonide or traditional triamcinolone acetonide into both knees of patients with bilateral knee osteoarthritis.* Pemberian secara langsung ke sendi yang meradang melalui rute intra-artikular efektif dapat mengurangi nyeri dan peradangan pada osteoarthritis. (Kivitz *et al.*, 2019)
  10. *Compared Efficacy Of Intra-Articular Injection Of Methylprednisolone And Triamcinolone* Rute intra-artikular sangat efektif dikarenakan obat ini bekerja langsung pada sendi dan memiliki efek sistemik yang minimal. (Buyuk *et al.*, 2017)

---

## Pembahasan

Dari hasil telaah berbagai jurnal menunjukkan bahwa rute pemberian obat injeksi suspensi berperan penting dalam menentukan efektivitas terapi, kecepatan kerja obat, serta tingkat keamanan dan kenyamanan pasien. Rute intra-artikular (IA) terbukti efektif untuk memberikan efek antiinflamasi lokal yang kuat, terutama pada kasus osteoarthritis. Menurut beberapa studi, obat-obatan seperti metilprednisolon asetat dan triamcinolon asetat yang diberikan secara intra-artikular (IA) dapat secara signifikan mengurangi nyeri dan peradangan dengan manfaat jangka panjang dan paparan sistemik yang lebih rendah dibandingkan rute lain. Meskipun efektif secara lokal, rute ini memerlukan tenaga medis yang terampil dan dapat berisiko buruk termasuk infeksi sendi atau nyeri lokal (Kraus *et al.*, 2018, Wang *et al.*, 2022, dan Kivitz *et al.*, 2019).

Menurut studi oleh Priani (2022), Wang et al., (2022), dan Mol et al., (2020), injeksi intramuskular (IM) suspensi glukokortikoid memberikan hasil terapeutik jangka panjang yang serupa dengan IA, tetapi lebih mudah diberikan dan memiliki risiko masalah lokal yang lebih rendah. Rute intramuskular (IM) juga banyak digunakan karena dapat membentuk depot obat yang memungkinkan pelepasan zat aktif secara bertahap. Selain itu, telah dibuktikan bahwa metode injeksi IM tanpa aspirasi dapat mengurangi ketidaknyamanan pasien yang terkait dengan injeksi (Laodikia & Tambunan, 2017).

Sejalan dengan hal tersebut, Prabhu & Vishwanath, (2019) menjelaskan bahwa rute intramuskular merupakan pilihan optimal untuk sediaan suspensi injeksi betametason karena kemampuannya dalam menghasilkan efek terapi yang cepat sekaligus berkepanjangan. Hal ini dicapai melalui kombinasi betamethasone sodium phosphate yang larut air untuk onset cepat dan betamethasone acetate yang tidak larut air untuk pelepasan bertahap hingga  $\pm 24$  jam. Evaluasi formulasi menunjukkan stabilitas yang baik, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian dengan standar USP dan ICH, sehingga mendukung keamanan dan efektivitas penggunaan melalui rute intramuskular. (Prabhu & Vishwanath, 2019).

Rute subkutan (SC) dipertimbangkan sebagai alternatif pemberian benzathine penicillin G karena mampu membentuk depot obat di jaringan subkutan yang memperlambat proses absorpsi dibandingkan injeksi intramuskular (IM). Mekanisme ini memungkinkan pelepasan obat yang lebih bertahap, menghasilkan kadar puncak yang lebih rendah namun kadar obat bertahan lebih lama dalam sirkulasi. Selain itu, karena penyerapan obat lebih lambat dan kadar obat dalam darah tetap stabil lebih lama, hasil penelitian dari Kado et al., (2020) menunjukkan bahwa rute subkutan (SC) juga memiliki potensi dalam terapi jangka panjang. Hal ini menguntungkan untuk obat-obatan yang perlu pelepasan secara bertahap, seperti yang digunakan dalam pencegahan penyakit jantung rematik (Kado et al., 2020).

Secara keseluruhan hasil review ini menunjukkan bahwa pemilihan rute pemberian sediaan injeksi suspensi harus disesuaikan dengan kondisi pasien, karakteristik obat, dan tujuan terapeutik. Rute intravena dan subkutan masing-masing memiliki keunggulan berdasarkan kebutuhan terapeutik, sementara rute intra-artikular memberikan efek lokal terbaik dan rute intramuskular memiliki kelebihan yaitu kemudahan dalam pemberian dan durasi kerja obat yang cepat. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang karakteristik masing-masing rute dapat membantu tenaga medis dalam memilih cara paling aman dan efisien untuk memberikan obat kepada pasien (Laodikia & Tambunan, 2017).

Namun, dari berbagai rute pemberian parenteral seperti intramuskular (IM), subkutan (SC), dan intravena (IV), injeksi suspensi tidak diberikan melalui rute intravena. Hal ini disebabkan karena sediaan suspensi mengandung partikel padat yang terdispersi dalam cairan dan tidak berbentuk larutan jernih. Suspensi dirancang untuk rute IM atau SC, di mana partikel obat dapat membentuk depot dan diserap secara perlahan oleh jaringan. Apabila suspensi diberikan langsung ke aliran darah melalui rute IV, partikel-partikel tersebut berisiko menyumbat kapiler dan pembuluh darah kecil, sehingga dapat menimbulkan emboli atau penyumbatan vaskular yang berbahaya bagi pasien (Santosh & Tulja, 2019).

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil telaah berbagai penelitian, rute pemberian obat dalam bentuk injeksi suspensi sangat memengaruhi efektivitas terapi, durasi kerja, serta keamanan obat. Pemberian melalui rute intra-artikular terbukti efektif untuk menghasilkan efek lokal yang kuat dengan paparan sistemik yang minimal, terutama pada kasus gangguan sendi seperti osteoarthritis. Rute intramuskular memberikan efek terapi jangka panjang melalui pembentukan depot obat, relatif lebih mudah dilakukan, serta memiliki risiko efek samping lokal yang lebih rendah dibandingkan rute intra-artikular. Sementara itu, rute subkutan memungkinkan pelepasan obat secara perlahan dan teratur selama periode waktu yang lebih Panjang, sehingga berpotensi digunakan sebagai alternatif terapi jangka panjang dengan tolerabilitas yang baik. Oleh karena itu, pemilihan rute pemberian injeksi suspensi harus disesuaikan dengan karakteristik obat, tujuan pengobatan, dan kondisi pasien agar diperoleh hasil terapi yang optimal dan aman.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak pihak yang membantu dalam penyusunan review ini baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih baik kepada dosen pembimbing maupun pihak yang tergabung dalam pembuatan review artikel ini atas kesediaannya dalam menelaah artikel ini.

**DAFTAR REFERENSI**

- Arora, K., Vats, V., & Verma, P. K. (2022). *A review on pharmaceutical suspension and its advancement*. *7*, 1–7.
- Buyuk, A. F., Kilinc, E., Camurcu, I. Y., Camur, S., Ucpunar, H., & Kara, A. (2017). Compared efficacy of intra-articular injection of methylprednisolone and triamcinolone. *Acta Ortopedica Brasileira*, *25*(5), 206–208. <https://doi.org/10.1590/1413-785220172505172581>
- Damayanti, D. A. T. (2024). Rancangan formulasi dan teknologi sediaan steril injeksi fenitoin serta uji evaluatif sediaan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *5*(2), 3059–3067.
- Fresha, Q. W., Musfiroh, I., & Wijayanti, R. (2023). Review: Evaluasi stabilitas dan inkompatibilitas sediaan oral liquid. *Majalah Farmasetika*, *8*(3), 209–223.
- Jung, S. H., Yu, J. I., Park, H. C., Lim, D. H., & Han, Y. (2016). A feasibility study evaluating the relationship between dose and focal liver reaction in stereotactic ablative radiotherapy for liver cancer based on intensity change of Gd-EOB-DTPA-enhanced magnetic resonance images. *Radiation Oncology Journal*, *34*(1), 64–75.
- Kado, J. H., Salman, S., Henderson, R., Hand, R., Wyber, R., Page-Sharp, M., Batty, K., Carapetis, J., & Manning, L. (2020). Subcutaneous administration of benzathine benzylpenicillin G has favourable pharmacokinetic characteristics for the prevention of rheumatic heart disease compared with intramuscular injection: A randomized, crossover, population pharmacokinetic study in humans. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *75*(10), 2951–2959. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa282>
- Kivitz, A., Kwong, L., Shlotzhauer, T., Lufkin, J., Cinar, A., & Scott, K. (2019). A randomized phase IIa study to assess the systemic exposure of triamcinolone acetonide following injection of extended-release triamcinolone acetonide or traditional triamcinolone acetonide into both knees of patients with bilateral knee osteoarthritis. *Therapeutic Advances in Vaccines*, *11*, 259–261.
- Kraus, V. B., Conaghan, P. G., Aazami, H. A., Mehra, P., Kivitz, A. J., Lufkin, J., Hauben, J., Johnson, J. R., & Bodick, N. (2018). Synovial and systemic pharmacokinetics of triamcinolone acetonide following intra-articular injection of an extended-release microsphere-based formulation or standard crystalline suspension in patients with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, *26*(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2017.10.003>
- Laodikia, C., & Tambunan, E. (2017). Intramuscular injection techniques without aspiration to reduce pain intensity during vitamin Neurobion 5000 injection. *Jurnal Skolastik Keperawatan*, *3*(2), 105–113.
- Lukita, B. L., & Setiawati, H. (2021). Regionalisasi laboratorium pengujian sterilitas Badan POM sebagai upaya efektivitas dan efisiensi sumber daya. *2*(1), 37–47.

- Mol, M. F., Runhaar, J., Bos, P. K., Dorleijn, D. M. J., Vis, M., Gussekloo, J., Bindels, P. J. E., & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2020). Effectiveness of intramuscular gluteal glucocorticoid injection versus intra-articular glucocorticoid injection in knee osteoarthritis: Design of a multicenter randomized 24-week comparative parallel-group trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03255-9>
- Nugroho, D., Feliciana, A., Halim, G. S., Tumanduk, J. O. Y., Shabrina, M., & Mirtha, L. T. (2024). Pengaruh injeksi kortikosteroid intra-artikular sebelum latihan fisik terhadap perbaikan nyeri pada pasien osteoarthritis lutut. *E-Journal Kedokteran Indonesia*, 12(1), 68–77. <https://doi.org/10.23886/ejki.12.350.68-77>
- Nuryati. (2017). *Bahan ajar rekam medis dan informasi kesehatan (RMIK): Farmakologi* (F. Nurul, N. Suwarno, & D. Mustafa, Eds.).
- Prabhu, A. A., & Vishwanath, B. A. (2019). Design and evaluation of injectable suspension containing anti-inflammatory glucocorticoids. *Journal of Pharmaceutical Research*, 18(2), 9–16. <https://doi.org/10.18579/jopcr/v18.2.anil>
- Priani, S. E. (2022). Study on the development of nanosuspension preparations for intravenous delivery of water-soluble drugs. *Pharmaceutics Magazine*, 7(2), 83.
- Rahnfeld, L., & Luciani, P. (2020). Injectable lipid-based depot formulations: Where do we stand? *Pharmaceutics*, 12(6), 1–28. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12060567>
- Santosh Kumar, R., & Tulja Kumari, N. (2019). Parenteral suspensions: Stability enhancing liquid dosage forms. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(4-A), 803–805. <https://doi.org/10.22270/jddt.v9i4-A.3617>
- Sianipar, M. P., Susanti, F., Harapan, I. K., Yuliana, N. M., Rosmawati, Meliala, A., Maramiss, J. L., Sumenge, D., Jannah, F., Tuegeh, J., Surbakti, C. I., & Karwiti, W. (2025). *Teknik sterilisasi dan aseptik* (L. O. Alifariki, Ed.).
- Tyski, S., Burza, M., & Laudy, A. E. (2025). Microbiological contamination of medicinal products: Is it a significant problem? *MDPI*, 18, 1–30.
- Wang, Q., Mol, M. F., Bos, P. K., Dorleijn, D. M. J., Vis, M., Gussekloo, J., Bindels, P. J. E., Runhaar, J., & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2022). Effect of intramuscular vs intra-articular glucocorticoid injection on pain among adults with knee osteoarthritis: The KIS randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 5(4), 1–14.