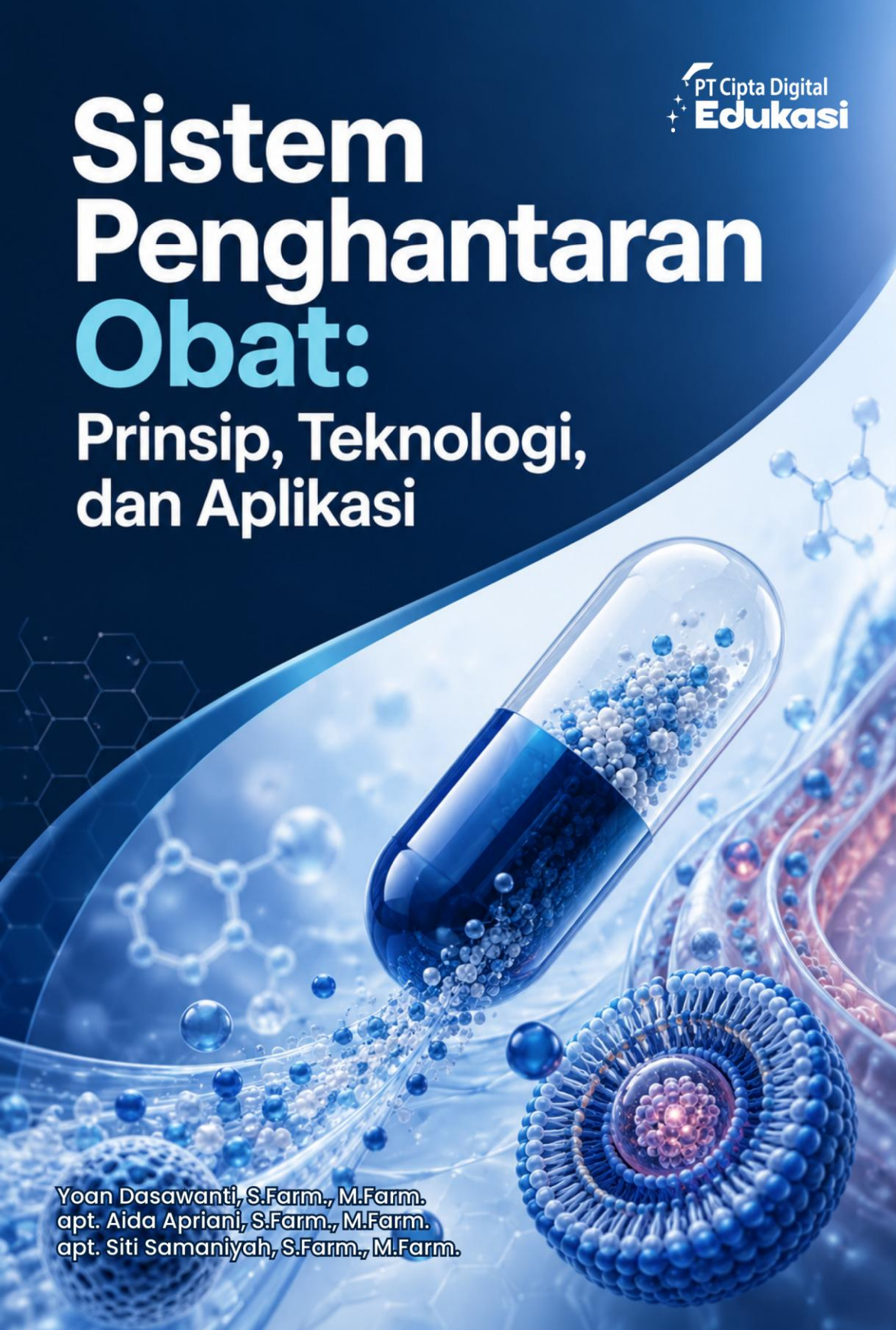


Sistem Penghantaran Obat:

Prinsip, Teknologi,
dan Aplikasi

Yoan Dasawanti, S.Farm., M.Farm.
apt. Aida Apriani, S.Farm., M.Farm.
apt. Siti Samaniyah, S.Farm., M.Farm.



Sistem Penghantaran Obat: Prinsip, Teknologi, dan Aplikasi

**Yoan Dasawanti, S.Farm., M.Farm.
apt. Aida Apriani, S.Farm., M.Farm.
apt. Siti Samaniyah, S.Farm., M.Farm.**

PT CIPTA DIGITAL EDUKASI

Anggota IKAPI: No. 666/DKI/2026



Sistem Penghantaran Obat: Prinsip, Teknologi, dan Aplikasi

Penulis : Yoan Dasawanti, S.Farm., M.Farm., apt. Aida Apriani, S.Farm., M.Farm., dan apt. Siti Samaniyah, S.Farm., M.Farm.
ISBN : 978-634-7808-43-1 (PDF)
Penyunting Naskah : Teguh Arief Santoso
Tata Letak : Teguh Arief Santoso
Desain Sampul : Novikean Keysah Sanisri

Penerbit

PT Cipta Digital Edukasi

Jl. Wijaya Ii/Wijaya Grand Centre Blok G-15, Desa/Kelurahan Pulo, Kec. Kebayoran Baru, Kota Adm. Jakarta Selatan, Provinsi DKI Jakarta, Kode Pos: 1216

E-Mail : penerbitcde@gmail.com

Website : cideka.com

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran UU No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul *Sistem Penghantaran Obat: Prinsip, Teknologi, dan Aplikasi* dapat tersusun dan hadir untuk pembaca.

Buku ini membahas bagaimana obat dapat dihantarkan ke dalam tubuh dengan cara yang tepat agar memberikan manfaat yang optimal. Uraian disusun dengan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh berbagai kalangan, tidak terbatas pada bidang tertentu, serta dapat dinikmati oleh masyarakat umum yang ingin mengenal lebih dekat cara kerja obat dalam tubuh.

Buku ini dijual untuk masyarakat luas dan dapat dimiliki oleh siapa saja yang ingin menambah wawasan tentang teknologi penghantaran obat. Semoga buku ini memberikan manfaat serta membantu pembaca memahami pentingnya pengembangan sistem yang mendukung efektivitas terapi dalam dunia kesehatan.

Jakarta, Juli 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
Bab 1: Konsep Dasar Sistem Penghantaran Obat	1
1.1 Pengertian dan Ruang Lingkup Penghantaran Obat.....	1
1.2 Perkembangan Teknologi Penghantaran Obat	4
1.3 Tujuan dan Karakteristik Sistem Penghantaran Obat.....	9
1.4 Peran Sistem Penghantaran dalam Keberhasilan Terapi	12
Bab 2: Biofarmasetika dan Farmakokinetika Penghantaran Obat	16
2.1 Proses Liberasi, Absorpsi, Distribusi, Metabolisme, dan Ekskresi	16
2.2 Bioavailabilitas dan Bioekivalensi Obat	19
2.3 Faktor Fisiologis yang Memengaruhi Penghantaran Obat ...	24
2.4 Hubungan Farmakokinetika dengan Desain Sediaan	28
Bab 3: Karakteristik Bahan Aktif dan Formulasi	32
3.1 Sifat Fisikokimia Bahan Aktif Farmasi.....	32
3.2 Kelarutan, Disolusi, dan Permeabilitas Obat.....	35
3.3 Stabilitas Bahan Aktif dalam Sistem Penghantaran	39
3.4 Pemilihan Eksipien dan Bahan Pembawa	43
Bab 4: Sistem Penghantaran Obat Konvensional.....	47
4.1 Penghantaran Obat melalui Sediaan Oral.....	47
4.2 Penghantaran Obat melalui Sediaan Parenteral.....	50
4.3 Penghantaran Obat melalui Sediaan Topikal	54
4.4 Penghantaran Obat melalui Rute Rektal dan Vaginal	57
Bab 5: Sistem Pelepasan Obat Termodifikasi	61
5.1 Konsep Pelepasan Segera dan Pelepasan Terkendali.....	61
5.2 Sistem Pelepasan Diperpanjang dan Berkelanjutan	64
5.3 Sistem Pelepasan Tertunda dan Berdenyut	69
5.4 Mekanisme Difusi, Disolusi, Osmosis, dan Erosi	73
Bab 6: Sistem Penghantaran Obat Berbasis Partikulat	77
6.1 Mikropartikel dan Mikrokapsul.....	77

6.2 Nanopartikel Polimerik	80
6.3 Liposom dan Vesikel Lipid	85
6.4 Solid Lipid Nanoparticles dan Nanostructured Lipid Carriers	89
Bab 7: Sistem Penghantaran Obat Bertarget.....	93
7.1 Konsep dan Prinsip Penghantaran Obat Bertarget	93
7.2 Penargetan Pasif dan Penargetan Aktif	96
7.3 Ligan, Antibodi, dan Reseptor sebagai Sistem Penargetan	101
7.4 Aplikasi Penghantaran Bertarget pada Berbagai Penyakit	105
Bab 8: Penghantaran Obat melalui Rute Khusus.....	109
8.1 Sistem Penghantaran Obat Transdermal	109
8.2 Sistem Penghantaran Obat Pulmonal dan Nasal	112
8.3 Sistem Penghantaran Obat Okular	117
8.4 Sistem Penghantaran Obat melalui Mukosa.....	121
Bab 9: Sistem Penghantaran Obat Biologis dan Makromolekul	125
9.1 Karakteristik Protein, Peptida, dan Asam Nukleat.....	125
9.2 Penghantaran Vaksin dan Produk Biologis	128
9.3 Penghantaran Gen dan RNA Terapeutik	133
9.4 Strategi Perlindungan dan Peningkatan Stabilitas Makromolekul	137
Bab 10: Evaluasi dan Pengembangan Sistem Penghantaran Obat.....	141
10.1 Karakterisasi Fisikokimia Sistem Penghantaran	141
10.2 Pengujian Pelepasan Obat secara In Vitro	144
10.3 Evaluasi Biokompatibilitas, Keamanan, dan Efektivitas	149
10.4 Penerapan Quality by Design dalam Pengembangan Produk	153
Daftar Pustaka.....	157
Profil Penulis	165

Daftar Pustaka

- Allen, L. V., Ansel, H. C., & Popovich, N. G. (2023). *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems* (13th ed.). Wolters Kluwer.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S., De Smedt, S., & Leroux, J. C. (2024). *Drug Delivery Research for the Future: Expanding the Nano Horizons and Beyond*. *Nature Reviews Drug Discovery*.
- Park, K., & Kim, K. (2023). Advances in controlled drug delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 359, 1–15.
- Tiwari, G., Tiwari, R., Sriwastawa, B., Bhati, L., Pandey, S., Pandey, P., & Bannerjee, S. K. (2024). *Drug Delivery Systems: An Updated Review and Future Perspectives*. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 92, 105298.
- Torchilin, V. P. (2024). Multifunctional nanocarriers and targeted drug delivery: Current advances and future perspectives. *Nature Reviews Drug Discovery*, 23(2), 120–138.
- Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (2023). *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* (14th ed.). McGraw-Hill Education.
- Davit, B. M., & Nwakama, P. E. (2024). Bioequivalence studies and therapeutic equivalence in generic drug development. *Pharmaceutical Medicine*, 38(1), 15–28.

- Macheras, P., & Iliadis, A. (2024). Modeling in Biopharmaceutics, Pharmacokinetics, and Pharmacodynamics: Homogeneous and Heterogeneous Approaches (3rd ed.). Springer.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Mould, D. R., & Upton, R. N. (2024). Basic Concepts in Population Modeling, Simulation, and Model-Based Drug Development. CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology.
- Rowland, M., & Tozer, T. N. (2024). Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics: Concepts and applications (6th ed.). Wolters Kluwer.
- Shargel, L., Yu, A. B. C., & Wu-Pong, S. (2023). Applied Biopharmaceutics and Pharmacokinetics (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Amidon, G. L., & Lennernäs, H. (2024). Biopharmaceutics Classification System: Scientific principles and pharmaceutical applications. Springer.
- Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (2023). Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines (6th ed.). Elsevier.
- Blessy, M., Patel, R. D., Prajapati, P. N., & Agrawal, Y. K. (2024). Development of Forced Degradation and Stability Indicating Studies of Drugs: A Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*.

- Dressman, J. B., & Reppas, C. (2023). In vitro–in vivo correlations for oral dosage forms. *Pharmaceutical Research*, 40(5), 1121–1135.
- Florence, A. T., & Attwood, D. (2024). *Physicochemical principles of pharmacy* (8th ed.). Pharmaceutical Press.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Thakur, R. R. S., Tekade, R. K., & Jain, N. K. (2024). *Advanced Pharmaceutical Excipients and Drug Delivery Systems*. *Drug Delivery and Translational Research*, 14(2), 421–438.
- Allen, L. V. (2023). *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems* (13th ed.). Wolters Kluwer.
- Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (2023). *Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines* (7th ed.). Elsevier.
- Barry, B. W. (2023). *Dermatological Formulations: Percutaneous Absorption*. CRC Press.
- Benson, H. A. E., & Watkinson, A. C. (2024). *Topical and Transdermal Drug Delivery: Principles and Practice*. Wiley.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Allen, L. V. (2024). *Ansel's pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems* (13th ed.). Wolters Kluwer.

- Dash, A. K., & Cudworth, G. C. (2024). Therapeutic applications of controlled drug delivery systems. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 113(2), 455–469.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Siepmann, J., & Peppas, N. A. (2023). Fundamentals and applications of controlled drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 197, 114796.
- Singh, B. N., & Kim, K. H. (2023). Pulsatile Drug Delivery Systems: Concepts and Applications. *Drug Development and Industrial Pharmacy*.
- Doktorovova, S., & Souto, E. B. (2024). Lipid Nanoparticle-Based Drug Delivery Systems: Current Advances and Future Perspectives. *Pharmaceutics*, 16(2), 245.
- Kumari, A., Yadav, S. K., & Yadav, S. C. (2024). Biodegradable polymeric nanoparticles based drug delivery systems: Current status and future perspectives. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 236, 113845.
- Makadia, H. K., & Siegel, S. J. (2023). Poly lactic-co-glycolic acid (PLGA) as biodegradable controlled drug delivery carrier. *Polymers*, 15(8), 1847.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research

- for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Müller, R. H., Keck, C. M., & Mäder, K. (2023). *Solid Lipid Nanoparticles (SLN) and Nanostructured Lipid Carriers (NLC) in Drug Delivery: Principles and Applications*. Springer.
- Park, K., & De Jong, W. H. (2024). Advances in particulate drug delivery systems: Microspheres, microcapsules, and emerging therapeutic applications. *Journal of Controlled Release*, 367, 1–15.
- Sercombe, L., Veerati, T., Moheimani, F., Wu, S. Y., Sood, A. K., & Hua, S. (2024). Advances and Challenges of Liposome Assisted Drug Delivery. *Frontiers in Pharmacology*.
- Torchilin, V. P. (2023). Recent Advances with Liposomes as Pharmaceutical Carriers. *Nature Reviews Drug Discovery*.
- Allen, T. M., & Cullis, P. R. (2024). Drug delivery systems: Entering the mainstream. *Science Translational Medicine*, 16(731).
- Bae, Y. H., & Park, K. (2024). Targeted drug delivery to tumors: Myths, reality and possibility. *Journal of Controlled Release*, 368, 728–742.
- Bazak, R., Houri, M., El Achy, S., Kamel, S., & Refaat, T. (2024). Cancer Active Targeting by Nanoparticles: A Comprehensive Review of Literature. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*.
- Lammers, T., & Ferrari, M. (2023). The Success of Nanomedicine in Targeted Drug Delivery. *Nature Reviews Materials*.

- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Torchilin, V. P. (2023). Multifunctional and stimuli-sensitive pharmaceutical nanocarriers. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(9), 681–702.
- Barry, B. W., & Williams, A. C. (2024). Penetration enhancers and transdermal drug delivery systems. CRC Press.
- Gaudana, R., Ananthula, H. K., Parenky, A., & Mitra, A. K. (2023). Ocular Drug Delivery. *The AAPS Journal*, 12(3), 348–360.
- Illum, L. (2023). Nasal drug delivery: New developments and strategies for systemic and brain targeting. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 203, 114683.
- Labiris, N. R., & Dolovich, M. B. (2024). Pulmonary drug delivery and future therapeutic applications. *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery*, 37(1), 1–15.
- Patel, A., Cholkar, K., Agrahari, V., & Mitra, A. K. (2024). Recent Advances in Ocular Drug Delivery Systems. *Expert Opinion on Drug Delivery*.
- Prausnitz, M. R., & Langer, R. (2023). Transdermal drug delivery. *Nature Biotechnology*, 41(9), 1213–1225.
- Rathbone, M. J., Hadgraft, J., & Roberts, M. S. (2023). Modified-Release Drug Delivery Technology. CRC Press.

- Smart, J. D. (2024). Drug Delivery Using Mucosal Routes: Recent Advances and Future Perspectives. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 206, 115160.
- Cullis, P. R., & Hope, M. J. (2023). Lipid Nanoparticle Systems for Enabling Gene Therapies. *Molecular Therapy*.
- Hou, X., Zaks, T., & Langer, R. (2024). Lipid nanoparticles for mRNA delivery: Principles and clinical translation. *Nature Reviews Materials*, 9(2), 89–107.
- Langer, R., & Peppas, N. A. (2024). Advances in biomaterials, drug delivery, and bionanotechnology. *AIChE Journal*, 70(2), e18145.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Pardi, N., Hogan, M. J., Porter, F. W., & Weissman, D. (2023). mRNA vaccines — A new era in vaccinology. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(4), 261–279.
- Torchilin, V. P. (2024). *Drug Delivery: Fundamentals and Applications*. Springer.
- Walsh, G. (2023). *Biopharmaceuticals: Biochemistry and Biotechnology* (4th ed.). Wiley.
- Costa, P., & Sousa Lobo, J. M. (2024). Modeling and comparison of dissolution profiles in pharmaceutical development. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 195, 106678.

- Dressman, J. B., & Krämer, J. (2023). Pharmaceutical dissolution testing. Taylor & Francis.
- Florence, A. T., & Attwood, D. (2024). Physicochemical principles of pharmacy (8th ed.). Pharmaceutical Press.
- Lawrence, X. Y., Amidon, G., Khan, M. A., Hoag, S. W., Polli, J., Raju, G. K., & Woodcock, J. (2024). Understanding Pharmaceutical Quality by Design. *The AAPS Journal*, 26(1), 15–29.
- Mitragotri, S., Lammers, T., Bae, Y. H., Schwendeman, S. P., De Smedt, S. C., & Leroux, J. C. (2023). Drug delivery research for the future: Expanding the nano horizons and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(8), 601–622.
- Park, K. (2024). Drug Delivery Systems: Past, Present, and Future. *Journal of Controlled Release*.
- Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2023). *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine* (5th ed.). Elsevier.
- Yu, L. X., Kopcha, M., & Woodcock, J. (2023). The Applications of Pharmaceutical Quality by Design in Product Development and Manufacturing. *Pharmaceutical Research*, 40(8), 1741–1752.

Buku referensi berjudul: Sistem Penghantaran Obat: Prinsip, Teknologi, dan Aplikasi membahas bagaimana obat dirancang agar dapat bekerja secara tepat di dalam tubuh. Uraian di dalamnya menjelaskan cara obat dibawa menuju target kerja, bagaimana pelepasan zat aktif diatur, serta berbagai inovasi teknologi yang membuat terapi menjadi lebih efektif dan terarah.

Pembaca juga diperkenalkan pada berbagai bentuk penghantaran modern, mulai dari sediaan konvensional hingga sistem yang dirancang khusus untuk meningkatkan kenyamanan dan hasil penggunaan obat dalam kehidupan sehari-hari.

