

REVIEW JURNAL PERAN TEKNOLOGI TERBARU KEMASAN SEDIAAN FARMASI

Khairatunnisa^{1*}, Tiara Maulida², Nor Latifah³

Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin,
Kalimantan Selatan, Indonesia

E-mail: khairatunnisa.sky@gmail.com^{1*}, tiaramau26@gmail.com²

Abstract

The pharmaceutical industry sector is highly dependent on packaging, to ensure the quality, safety, and stability of pharmaceutical preparations. Along with technological advances, the need for more innovative and multifunctional pharmaceutical packaging is increasing. This is driven by various factors, including the increasing complexity of drug formulations, demands for personalized therapy, and concerns about environmental sustainability. This study uses a qualitative approach method. Where literature studies with relevant data sources according to information related to drug packaging such as scientific journals, books, articles, and websites. The results of this study include several of the latest technologies such as smart packaging, Internet of Packaging (IoP), 3D printing, biodegradable polymers (such as PHA), and the integration of artificial intelligence (AI) have brought about a major transformation in the design and function of drug packaging. These technologies allow packaging to interact digitally, monitor storage conditions, prevent counterfeiting, and provide real-time information to users.

Keywords: *Pharmaceutical Industry, Technology; Drug Packaging.*

Abstrak

Sektor industri farmasi sangat bergantung pada kemasan, guna menjamin mutu, keamanan, dan stabilitas sediaan farmasi. Seiring dengan kemajuan teknologi, kebutuhan akan kemasan farmasi yang lebih inovatif dan multifungsi semakin meningkat. Hal ini didorong oleh berbagai faktor, termasuk meningkatnya kompleksitas formulasi obat, tuntutan akan personalisasi terapi, serta perhatian terhadap keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kualitatif. Dimana studi literatur dengan sumber data yang relevan sesuai informasi terkait pengemasan obat seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, dan situs web. Hasil penelitian ini terdapat beberapa teknologi terbaru seperti *smart packaging*, *Internet of Packaging* (IoP), *3D printing*, polimer *biodegradable* (seperti PHA), serta integrasi kecerdasan buatan (AI) telah membawa transformasi besar dalam desain dan fungsi kemasan obat. Teknologi-teknologi tersebut

Article history

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :

10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

memungkinkan kemasan untuk berinteraksi secara digital, memantau kondisi penyimpanan, mencegah pemalsuan, hingga memberikan informasi secara real-time kepada pengguna.

Kata Kunci: Industri Farmasi, Teknologi; Kemasan Obat.

PENDAHULUAN

Industri farmasi merupakan sektor yang sangat bergantung pada kemasan sebagai komponen utama dalam menjamin mutu, keamanan, dan stabilitas sediaan farmasi. Kemasan tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik terhadap kontaminasi lingkungan seperti cahaya, udara, kelembapan, dan mikroorganisme, tetapi juga memiliki peran penting dalam memfasilitasi penanganan, penyimpanan, distribusi, serta meningkatkan kepatuhan pasien terhadap terapi obat (Rahmayanti, 2021).

Potensi industri pangan yang juga ditopang oleh sumber daya alam yang ada, juga dapat dilihat dari perkembangan produk pangan di Indonesia sejak dulu hingga sekarang, mulai dari produk pangan tradisional hingga kontemporer. Hal ini menunjukkan bahwa produsen pangan terus berinovasi untuk memastikan produk yang dibuat sesuai dengan kebutuhan konsumen dan kereta api saat ini, terutama dalam hal penggunaan kemasan.

Penggunaan kemasan produk sudah ada sejak dahulu kala. Kemasan produk tersebut antara lain daun-daun, kulit buah, kulit kayu, pelepah, batu-batuan, kerang, dan kulit binatang, yang mana tujuan penggunaan bahan-bahan sederhana tersebut juga untuk mengangkut bahan makanan yang belum siap dikonsumsi ke daerah lain (Mardhiah et al., 2023). Akibat pengaruh zaman terhadap kehidupan dan kebutuhan sehari-hari, fungsi dan jenis kemasannya pun sangat berbeda dengan kemasan pada zaman prasejarah. Kemasan tidak hanya digunakan sebagai wadah tetapi juga sebagai sumber informasi bagi konsumen yang ingin menggunakan atau membeli produk yang dimaksud (Ropikah et al., 2024).

Seiring dengan kemajuan teknologi, kebutuhan akan kemasan farmasi yang lebih inovatif dan multifungsi semakin meningkat. Hal ini didorong oleh berbagai faktor, termasuk meningkatnya kompleksitas formulasi obat, tuntutan akan personalisasi terapi, serta perhatian terhadap keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, inovasi teknologi dalam bidang kemasan, seperti penggunaan bahan biodegradable, kemasan cerdas (*smart packaging*), teknologi 3D printing, serta sistem pelepasan obat terkontrol, menjadi fokus utama dalam pengembangan kemasan farmasi modern (Douaki et al., 2024).

Salah satu inovasi penting adalah *smart packaging*, yang memungkinkan integrasi sensor dan sistem komunikasi dalam kemasan untuk memantau kondisi sediaan secara real-time. Teknologi ini dapat memperingatkan pasien atau tenaga kesehatan bila terjadi penyimpangan kondisi seperti suhu atau kelembapan yang dapat merusak stabilitas obat (Douaki et al., 2024). Di sisi lain, teknologi 3D printing memungkinkan pencetakan kemasan yang dipersonalisasi dan kompleks, serta mendukung pembuatan sediaan dengan pelepasan obat yang terkontrol (Kumar et al., 2024).

Selain itu, meningkatnya perhatian terhadap isu lingkungan mendorong pengembangan material kemasan farmasi yang ramah lingkungan. Penggunaan polimer biodegradable dan daur ulang menjadi strategi utama dalam mendukung keberlanjutan tanpa mengorbankan keamanan produk (Hidayat et al., 2022). Inovasi ini juga sejalan dengan prinsip farmasi hijau (*green*

pharmacy), yang menekankan efisiensi dan pengurangan limbah dalam produksi dan distribusi farmasi.

Dengan berkembangnya kebutuhan dan tantangan dalam industri farmasi, pemanfaatan teknologi terbaru dalam kemasan menjadi sangat penting. Penelitian dan pengembangan di bidang ini tidak hanya bertujuan meningkatkan kualitas produk, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi logistik, pengurangan risiko, serta peningkatan pengalaman pasien. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai teknologi kemasan terkini sangat dibutuhkan dalam menghadapi era digitalisasi dan personalisasi layanan kesehatan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kualitatif. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan detail mengenai fenomena yang diteliti. Penelitian ini menggunakan studi literatur dengan sumber data yang relevan sesuai informasi terkait pengemasan obat. Adapun teknik yang digunakan dalam studi literatur ini adalah dengan melakukan pencarian literatur dari berbagai sumber terpercaya seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, dan situs web yang berkaitan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. HASIL

Berdasarkan pengamatan dari *startus- insights* dalam Rofikoh *et al.*, (2024) terdapat 10 inovasi dan trend dalam industri packaging yang akan berkembang secara pesat di tahun 2024. Inovasi dan tren tersebut antara lain adalah *Internet of Packaging*, *digital printing*, yaitu konten yang dicetak secara berkala sehingga kualitas dan akurasi desain dapat dipertahankan tanpa menaikkan harga, dan *active packaging*, yaitu teknik yang dapat memperpanjang umur produk dalam industri makanan, minuman, dan farmasi. Misalnya, pengemasan yang dapat digunakan untuk mengaplikasikan agen antimikroba guna menghentikan pertumbuhan bakteri dalam produk, *Packaging automation*, yaitu sistem penggunaan robot secara otomatis berbasis kecerdasan buatan (AI), dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan pengendalian mutu; *biodegradable packaging*, yaitu kemasan yang dapat terurai secara alami; *recyclable packaging*, yaitu kemasan yang dapat digunakan untuk membuat ulang; *3D printing*; *edible packaging*, yaitu kemasan yang dapat dibuat sendiri; *nanotechnology*, yaitu partikel kecil yang dapat menciptakan material baru yang unik; dan *custom packaging*, yaitu kemasan yang memiliki karakteristik unik

Menurut Ivankovic *et al.* (2017) dalam Rofikoh *et al.* (2024), *biodegradable* memiliki kelebihan dibandingkan kemasan. Penggunaan material *biodegradable* semakin meningkat, sebagian karena semakin populernya material *biodegradable* dan sebagian lagi karena kenaikan harga yang saat ini belum dapat dibenarkan jika dibandingkan dengan harga material *biodegradable* lainnya.

Menurut Boey *et al.* (2021), *polihidroksialkanoat* (PHA) dan poliasam laktat (PLA) memiliki sifat-sifat penting meliputi *biodegradabilitas*, *biokompatibilitas*, dan *nondegradabilitas*. Sifat-sifat unik biopolimer telah memunculkan berbagai macam aplikasi dalam industri, mulai dari material *biodegradable* hingga alat kesehatan dan rekayasa jaringan yang biokompatibel. PHA, PLA, dan komposisinya memiliki banyak potensi untuk digunakan sebagai pengemas. Selama bertahun-tahun, penggunaan berbagai produk *biosampling* biomassa

yang terjangkau dan tersedia secara lokal telah menciptakan jalur produksi biopolimer dengan tingkat kompleksitas yang tinggi. Material yang paling besar sekalipun harus memiliki kualitas biodegradable hingga mengalami dekomposisi, baik secara menyeluruh maupun lebih menyeluruh, melalui biodegradasi. Ada banyak karakteristik yang berasal dari material-material tersebut yang berbeda dengan material yang berasal dari minyak bumi.

b. PEMBAHASAN

Pengemasan adalah proses membungkus, melindungi, dan menyajikan suatu produk dengan menggunakan bahan atau wadah tertentu agar produk tersebut tetap aman, stabil, dan mudah ditangani selama penyimpanan, distribusi, dan penggunaan. Menurut Rahmayanti, (2021) dalam konteks farmasi, pengemasan sediaan farmasi mencakup:

- 1) Perlindungan produk: dari pengaruh luar seperti cahaya, udara, kelembapan, mikroorganisme, dan kontaminasi lainnya.
- 2) Penyimpanan dan distribusi: memudahkan transportasi dan pengaturan logistik.
- 3) Penyediaan informasi: kemasan menyertakan label berisi nama obat, dosis, tanggal kedaluwarsa, nomor batch, aturan pakai, dan lainnya.
- 4) Keamanan pasien: mencegah pemalsuan (*tamper-evident*), memberi akses mudah tetapi aman bagi pengguna.
- 5) Kepatuhan penggunaan: desain kemasan dapat memengaruhi cara pasien mengonsumsi obat secara benar.

Syarat pengemasan obat yaitu harus memenuhi keamanan, menjamin mutu, serta stabilitas produk farmasi dari proses produksi hingga dikonsumsi pasien. Selain itu perlu adanya identifikasi dan informasi dengan kesesuaian fungsi penggunaannya. Disamping itu perlu adanya pengemasan yang ramah lingkungan, dimana perlu adanya penggunaan bahan yang bersifat *biodegradable* atau dapat didaur ulang guna keberlanjutan yang lebih baik, (Wijaya *et al*, 2023).

1) Pengaruh *Internet of Packaging* Terhadap Kemasan Obat Farmasi

Internet of Packaging adalah aplikasi teknologi seperti sensor, QR code, RFID, NFC, dan konektivitas internet ke dalam kemasan produk untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mentransmisikan data. Pada konteks farmasi, *Internet of Packaging* menjadikan kemasan "pintar", yang tidak hanya melindungi produk, tetapi juga berfungsi sebagai media interaktif antara produsen, distributor, tenaga medis, dan pasien. Selain itu adanya *Internet of Packaging* memungkinkan dalam mengumpulkan, menyimpan, mengirim, dan menerima data secara real-time kemasan. Sehingga tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik, tetapi juga sebagai alat komunikasi digital antara produk, produsen, distributor, dan pengguna (pasien).

Dalam *Internet of Packaging* terdapat sensor pintar atau *smart sensors* yang berguna mendeteksi suhu, kelembapan serta tekanan. Selain itu terdapat pula Kode QR/RFID/NFC yang berguna untuk melakukan pelacakan, autentikasi produk serta mengakses informasi terhadap suatu produk. Serta terdapat konektivitas internet yang menghubungkan kemasan ke system *cloud* atau aplikasi mobile.

Penerapan *Internet of Packaging* pada industry farmasi dapat digunakan pada vial vaksin yang digunakan untuk mengirimkan notifikasi jika suhu penyimpanan tidak stabil. Serta digunakan pada kemasan tablet dengan pengingat digital yang dapat terhubung langsung dengan aplikasi kesehatan. Pada *Internet of Packaging* juga terdapat kode QR untuk melakukan pemindaian pasien dalam melihat informasi produk, video cara penggunaan serta efek samping

terhadap suatu produk farmasi yang akan digunakan.

2) Pengaruh *Artificial Intelligence* (AI) terhadap Kemasan Obat Farmasi

Artificial Intelligence (AI) memainkan peran yang semakin besar dalam pengembangan dan pengelolaan kemasan obat farmasi. Menurut (Sariwardani, 2024) AI mempunyai kemampuan menganalisis data dalam jumlah besar dan mengambil keputusan otomatis, AI memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek pengemasan, dari desain hingga distribusi.

Penggunaan AI memiliki pengaruh terhadap dunia farmasi salah satunya dalam proses pengemasan obat, (Khasanah *et al.*, 2025). Pada desain kemasan yang lebih presisi dan ergonomis AI digunakan untuk menganalisis preferensi pasien, jenis obat, dan kondisi pengguna (misalnya lansia atau anak-anak), guna merancang kemasan yang mudah digunakan, aman, dan sesuai kebutuhan. Selain itu deteksi kualitas dan cacat otomatis dengan bantuan vision-based AI systems, proses produksi kemasan dapat diawasi secara real-time untuk mendeteksi kerusakan fisik, kebocoran, atau kesalahan label yang sulit dikenali manusia. Proses optimalisasi rantai pasok dan pelacakan produk AI mengelola logistik dan distribusi obat secara efisien, termasuk pelacakan kemasan melalui integrasi dengan *IoT* dan *blockchain*, sehingga memperkecil risiko obat rusak, kedaluwarsa, atau pemalsuan. Pada konteks obat berbasis personalisasi (*precision medicine*), AI membantu menyusun dosis dan kemasan khusus untuk tiap pasien berdasarkan data medis dan riwayat penyakit. Serta AI terintegrasi dalam kemasan pintar (*smart packaging*) yang bisa mengingatkan pasien untuk minum obat, mendeteksi apakah obat sudah diambil, dan mengirim data ke sistem kesehatan atau dokter.

3) Pengaruh 3D *printing* terhadap Kemasan Obat Farmasi

3D printing (pencetakan tiga dimensi) atau additive manufacturing adalah teknologi pembuatan objek fisik secara berlapis dari model digital. Pada industri farmasi, 3D printing tidak hanya digunakan untuk mencetak tablet atau bentuk sediaan, tetapi juga mulai dimanfaatkan untuk membuat kemasan obat yang lebih fungsional, personal, dan efisien.

Menurut Wang *et al.*, 2023 beberapa kelebihan penggunaan 3D printing pada kemasan obat farmasi antara lain:

- a) Personalisasi kemasan obat yaitu 3D *printing* memungkinkan pencetakan kemasan yang disesuaikan dengan pasien, seperti kemasan untuk pasien anak-anak dengan desain menarik dan dosis yang tepat. Selain itu pada kemasan individual untuk terapi personalisasi atau pasien dengan kebutuhan khusus (disabilitas, lansia).
- b) Pembuatan kemasan kompleks dan fungsional yaitu teknologi ini memungkinkan pembuatan desain kemasan kompleks yang sulit atau mahal diproduksi dengan teknik konvensional, seperti kemasan multi-kompartemen untuk obat kombinasi dengan struktur pelindung unik untuk obat sensitif seperti vaksin atau enzim.
- c) Integrasi kemasan pintar (*Smart Packaging*) yakni 3D *printing* memungkinkan integrasi komponen sensorik, QR code, atau chip kecil ke dalam kemasan secara langsung, sehingga menunjang fungsi kemasan cerdas untuk monitoring suhu, kelembapan, atau waktu pemakaian.
- d) Efisiensi produksi dan prototipe. Adanya 3D *printing*, prototipe kemasan bisa dibuat lebih cepat dan murah. Ini mempercepat pengembangan produk baru karena produsen dapat menguji bentuk, ukuran, dan fungsi kemasan dalam waktu singkat.
- e) Potensi pengurangan limbah yakni 3D *printing* bisa meminimalkan limbah produksi karena hanya menggunakan bahan yang dibutuhkan sesuai desain. Bila digabung dengan

biopolimer, hal ini mendukung prinsip kemasan berkelanjutan (*green packaging*).

Menurut Wang *et al.*, (2023) juga ada beberapa kendala dan tantangan dalam penggunaan 3D printing pada kemasan obat farmasi antara lain:

- a) Bahan cetak 3D yang digunakan untuk kemasan farmasi harus biokompatibel, steril, dan stabil.
- b) Belum semua bahan kemasan tradisional bisa digantikan oleh material cetak 3D.
- c) Regulasi untuk kemasan cetak 3D di industri farmasi masih berkembang.
- 4) Pengaruh 2D kode bar terhadap Kemasan Obat Farmasi

2D kode bar merupakan jenis kode batang yang terdiri dari dua dimensi: baris dan kolom, (Suradi, 2023). Hal ini memungkinkan penyimpanan informasi yang lebih akurat. Biasanya, kode batang 2D terdiri dari pola kotak atau panjang yang disertai dengan pola titik atau garis yang lebih kompleks, (Id, 2021). Beberapa contoh format 2D kode bar yang digunakan dalam industri farmasi adalah QR code dan Data Matrix. Kode-kode ini digunakan untuk menyimpan informasi penting tentang produk farmasi, seperti:

- a) Nomor batch, identifikasi batch produksi obat.
- b) Tanggal kedaluwarsa, memberikan informasi tentang kapan obat tersebut harus digunakan atau dibuang.
- c) Nomor seri, identifikasi unik dari setiap unit obat.
- d) Nama produk, informasi tentang jenis obat.
- e) Informasi terkait regulasi, seperti nomor registrasi atau sertifikasi.

Manfaat utama 2D kode bar ini adalah kemampuannya untuk menyimpan lebih banyak data daripada kode batang tradisional dalam satu dimensi. Hal ini memungkinkan pengemasan dan pendistribusian obat-obatan yang lebih efektif dan transparan. Selain itu, 2D kode bar sering digunakan untuk memastikan kualitas produk, menyederhanakan proses verifikasi, dan mendukung sistem manajemen rantai farmasi yang lebih efisien.

Menurut (Seham, 2021) penggunaan 2D kode bar dalam penanganan farmasi memiliki dampak yang signifikan, baik dari segi efisiensi operasional, keamanan, maupun kepatuhan terhadap peraturan. Kode bar 2D membantu dalam memverifikasi efektivitas penanganan, yang sangat penting untuk mencegah kegagalan. Informasi yang terdapat dalam kode, seperti nomor batch, nomor seri, dan tanggal kedaluwarsa, konsumen atau pihak yang berkepentingan dapat memverifikasi bahwa produk tersebut asli. Kebocoran obat merupakan masalah serius dalam industri farmasi yang dapat mematikan pasien. 2D kode bar dapat diintegrasikan dengan banyak platform digital, seperti aplikasi telepon pintar atau sistem manajemen rumah. Integrasi ini memungkinkan data yang lebih terhubung dan efisien untuk digunakan dalam pemberian obat-obatan, seperti penyesuaian dosis untuk pasien.

KESIMPULAN

Kemasan sediaan farmasi tidak lagi hanya berfungsi sebagai pelindung fisik, tetapi telah berkembang menjadi bagian penting dalam menjamin mutu, keamanan, efisiensi distribusi, dan kepatuhan pasien. Perkembangan teknologi terbaru seperti *smart packaging*, *Internet of Packaging* (IoP), *3D printing*, polimer *biodegradable* (seperti PHA), serta integrasi kecerdasan buatan (AI) telah membawa transformasi besar dalam desain dan fungsi kemasan obat. Teknologi-teknologi tersebut memungkinkan kemasan untuk berinteraksi secara digital, memantau kondisi penyimpanan, mencegah pemalsuan, hingga memberikan informasi secara

real-time kepada pengguna. Selain itu, inovasi dalam material kemasan yang ramah lingkungan mendukung keberlanjutan dan tanggung jawab industri farmasi terhadap lingkungan.

Dengan demikian, pemanfaatan teknologi terbaru dalam kemasan sediaan farmasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem distribusi obat, tetapi juga berkontribusi pada kualitas pelayanan kesehatan yang lebih baik dan berorientasi masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boey, Jet Yin, Lydia Mohamad, Yong Sen Khok, Guan Seng Tay, and Siti Baidurah. 2021. "A Review of the Applications and Biodegradation of Polyhydroxyalkanoates and Poly (lactic acid) and Its Composites" *Polymers*, 13, no. 10: 1544.
- Douaki, A., Wang, Y., Goudar, V. S., et al. (2024). Battery-free, Stretchable, and Autonomous Smart Packaging for Real-Time Monitoring of Pharmaceuticals. *arXiv preprint arXiv:2501.14764*.
- Hidayat, T., Sukmawati, I., Setiawan, F., Gustaman, F., & Zain, D. N. (2022). Polimer dalam Kemasan Sediaan Steril: Studi Literatur. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 22(2).
- Khasanah, K., Ananta, I. G. B. T., Herlina, N., Yulianita, Y., Ambarwati, R., Sri, T., ... & Wahyuningrum, C. (2025). *Buku Ajar Pengantar Ilmu Farmasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Kumar, R., Singh, V., & Gupta, P. (2024). Revolutionizing Pharmaceutical Manufacturing: Advances and Challenges of 3D Printing System and Control. *arXiv preprint arXiv:2409.11712*.
- Mardhiah, A., Musran, & Handayani, L. (2023). Intelligent packaging dalam perspektif filsafat ilmu. *Jurnal Sains Riset (JSR)*, 13(1), 125-133.
- Rahmayanti, S. U. (2021). Tren dan Kemajuan Terbaru Teknologi Kemasan Sediaan Farmasi. *Farmaka*, 19(1).
- Ropikoh, S., Widjayanti, W., Idris, M., Nuh, G. M., & Fanani, M. Z. (2024). Perkembangan teknologi pengemasan dan penyimpanan produk pangan. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(1), 30-38.
- Sariwardani, A., & Si, S. E. M. (2024). Manajemen Produksi dan Operasi. *Manaj. Produksi dan Operasi Era Revolusi Ind*, 4, 35.
- Wang, S., Chen, X., Han, X., Hong, X., Li, X., Zhang, H., ... & Zheng, A. (2023). A review of 3D printing technology in pharmaceuticals: technology and applications, now and future. *Pharmaceutics*, 15(2), 416.
- Wijaya, H., Syamsul, E. S., Octavia, D. R., Mardiana, L., Sentat, T., Rusnaeni, R., ... & Retno, E. K. (2023). *Farmasetika: Dasar-Dasar Ilmu Farmasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.