



Department of Digital Business

**Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)**

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2026) pp: 13941-13948

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## Pengelolaan Limbah Farmasi Rumah Sakit Berbasis Green Hospital: Tinjauan Literatur terhadap Kebijakan dan Praktik Berkelanjutan

Sherly Firsta Rahmi, Neng Kasmianti, Rosi Amalia, Nur Husna Dewi, Yorismanto, Budi Hartono  
Universitas Hang Tuah Pekanbaru  
[shertami27@gmail.com](mailto:shertami27@gmail.com)

### Abstract

*The increasing intensity of healthcare services in hospitals has led to a growing volume of pharmaceutical waste that poses potential risks to human health and the environment. Various reports indicate that a proportion of hospitals have not yet effectively managed pharmaceutical waste, thereby increasing the risk of environmental contamination and adverse impacts on the health of surrounding communities. Pharmaceutical waste generated by hospitals, including expired medicines, unused drugs, and pharmaceutical packaging, requires proper management to prevent environmental pollution. The green hospital concept has emerged as a sustainable approach that emphasizes environmentally friendly hospital management, including pharmaceutical waste management. This study aims to review policies, impacts, and strategies for hospital pharmaceutical waste management based on the green hospital approach through findings from previous studies. The research method employed is a literature review by analyzing relevant national and international scientific articles. The results of the review indicate that ineffective pharmaceutical waste management can lead to environmental contamination and public health risks, while the implementation of green hospital strategies—such as waste prevention, source segregation, and the strengthening of internal policies—can improve the effectiveness of pharmaceutical waste management. In conclusion, pharmaceutical waste management based on the green hospital concept represents an important strategy for supporting environmental sustainability in hospitals and protecting public health.*

*Keywords: Pharmaceutical Waste Management, Green Hospital, Sustainable Practices*

### 1. Latar Belakang

Peningkatan aktivitas pelayanan kesehatan di rumah sakit berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah limbah medis, termasuk limbah farmasi yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (WHO, 2019). Limbah farmasi rumah sakit mencakup obat kadaluwarsa, sisa obat pasien, limbah sitotoksik, serta kemasan farmasi yang mengandung residu bahan kimia berbahaya (Chartier et al., 2014). Pengelolaan limbah farmasi yang tidak sesuai standar dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, mencemari tanah dan air, serta mengganggu ekosistem lingkungan sekitar rumah sakit (Kümmerer, 2018). Oleh karena itu, rumah sakit memiliki tanggung jawab tidak hanya dalam memberikan pelayanan kesehatan, tetapi juga dalam menjaga keberlanjutan lingkungan (Prüss-Ustün et al., 2019).

Di Indonesia, pengelolaan limbah medis dan farmasi rumah sakit telah diatur melalui berbagai regulasi yang mewajibkan fasilitas pelayanan kesehatan untuk menerapkan pengelolaan limbah yang aman dan ramah lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Namun demikian, implementasi kebijakan tersebut di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan fasilitas pengolahan limbah, kurangnya kompetensi sumber daya manusia, serta lemahnya pengawasan dan kepatuhan terhadap prosedur operasional standar (Suryani et al., 2020). Kondisi ini menyebabkan pengelolaan limbah farmasi di beberapa rumah sakit belum optimal dan berpotensi menimbulkan risiko lingkungan jangka panjang (Windfeld & Brooks, 2015).

Berbagai laporan internasional menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi di rumah sakit masih belum berjalan secara efektif di banyak negara. World Health Organization (WHO) melaporkan bahwa sekitar 30–40% fasilitas rumah sakit di negara berpendapatan rendah dan menengah belum memiliki sistem pengelolaan limbah medis dan farmasi yang memadai, baik dari sisi pemilahan, penyimpanan, maupun pengolahan akhir limbah

(WHO, 2019). Studi global juga menunjukkan bahwa lebih dari 50% rumah sakit di beberapa wilayah Asia dan Afrika masih mencampurkan limbah farmasi dengan limbah medis umum, sehingga meningkatkan risiko pencemaran lingkungan (Prüss-Ustün et al., 2019). Kondisi ini mengindikasikan bahwa efektivitas pengelolaan limbah farmasi rumah sakit masih menjadi permasalahan serius secara global.

Ketidakefektifan pengelolaan limbah farmasi rumah sakit dapat menimbulkan dampak buruk bagi masyarakat sekitar. Pembuangan obat kadaluarsa dan sisa obat yang tidak sesuai standar berpotensi mencemari sumber air tanah dan air permukaan yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari (Windfeld & Brooks, 2015). Residu zat farmasi, khususnya antibiotik dan obat sitotoksik, dilaporkan dapat meningkatkan risiko resistensi antimikroba serta gangguan kesehatan pada manusia dan ekosistem akuatik (Kümmerer, 2018). Selain itu, paparan limbah farmasi yang tidak terkelola dengan baik juga dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi petugas kebersihan rumah sakit dan masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi pembuangan limbah (Prüss-Ustün et al., 2019).

Fakta tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi rumah sakit tidak hanya menjadi isu internal rumah sakit, tetapi juga berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan limbah yang tidak hanya berorientasi pada kepatuhan regulasi, tetapi juga mengintegrasikan prinsip keberlanjutan lingkungan secara menyeluruh, salah satunya melalui penerapan konsep green hospital.

Konsep green hospital muncul sebagai pendekatan strategis dalam mengintegrasikan aspek pelayanan kesehatan dengan prinsip keberlanjutan lingkungan (WHO, 2017). Green hospital menekankan efisiensi penggunaan sumber daya, pengurangan limbah, pengendalian pencemaran, serta penerapan praktik ramah lingkungan dalam seluruh aktivitas rumah sakit (Eckelman & Sherman, 2016). Dalam konteks pengelolaan limbah farmasi, pendekatan green hospital mendorong penerapan prinsip reduce, reuse, dan recycle, pemilahan limbah yang tepat, serta pemanfaatan teknologi pengolahan limbah yang lebih aman bagi lingkungan (Kümmerer & Hempel, 2017). Dengan demikian, pengelolaan limbah farmasi tidak hanya berfokus pada aspek kepatuhan regulasi, tetapi juga pada keberlanjutan jangka panjang.

Pengelolaan limbah farmasi yang berbasis green hospital memerlukan dukungan kebijakan internal rumah sakit yang kuat serta komitmen manajemen dalam penerapannya (Eckelman et al., 2020). Selain itu, keterlibatan tenaga kefarmasian dan tenaga kesehatan lainnya menjadi faktor penting dalam memastikan pemilahan, penyimpanan, dan pembuangan limbah farmasi dilakukan sesuai standar (Chartier et al., 2014). Edukasi dan pelatihan berkelanjutan bagi sumber daya manusia rumah sakit juga berperan dalam meningkatkan kesadaran lingkungan dan kepatuhan terhadap prosedur pengelolaan limbah (Sarkodie & Owusu, 2021). Tanpa dukungan sumber daya manusia yang kompeten, implementasi konsep green hospital dalam pengelolaan limbah farmasi sulit berjalan secara efektif (Prüss-Ustün et al., 2019).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan praktik pengelolaan limbah farmasi yang berkelanjutan dapat memberikan manfaat ganda, yaitu mengurangi dampak lingkungan sekaligus meningkatkan citra dan mutu pelayanan rumah sakit (Eckelman & Sherman, 2016). Rumah sakit yang menerapkan prinsip green hospital cenderung memiliki sistem pengelolaan limbah yang lebih terstruktur, transparan, dan efisien (WHO, 2017). Namun demikian, kajian yang secara khusus menelaah pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital masih relatif terbatas, terutama yang mengaitkan aspek kebijakan dan praktik implementasi secara komprehensif (Windfeld & Brooks, 2015).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk menelaah kebijakan dan praktik pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital melalui pendekatan literature review (Kümmerer, 2018). Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai praktik terbaik, tantangan implementasi, serta peluang pengembangan pengelolaan limbah farmasi yang berkelanjutan di rumah sakit (Eckelman et al., 2020). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi rumah sakit dan pengambil kebijakan dalam memperkuat strategi pengelolaan limbah farmasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode literature review untuk menelaah, membandingkan, dan mensintesis berbagai hasil penelitian yang berkaitan dengan pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan kebijakan, konsep, dan praktik pengelolaan limbah farmasi yang berkelanjutan di rumah sakit. Pendekatan literature review dinilai relevan mengingat pengelolaan limbah farmasi mencakup berbagai dimensi, mulai dari regulasi, sistem operasional, teknologi pengolahan limbah, hingga peran sumber daya manusia, sehingga diperlukan sintesis pengetahuan dari penelitian nasional dan internasional untuk membangun pemahaman konseptual yang utuh.

Proses penelusuran literatur dilakukan secara sistematis dan naratif untuk memastikan seluruh tahapan identifikasi, seleksi, dan analisis artikel berjalan secara terstruktur dan transparan. Sumber literatur diperoleh dari jurnal nasional dan internasional yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2015–2025 melalui berbagai basis data ilmiah, antara lain PubMed, ScienceDirect, Scopus, ProQuest, Google Scholar, serta portal jurnal nasional terindeks seperti Garuda dan Neliti. Pemilihan rentang waktu tersebut bertujuan untuk memperoleh hasil penelitian yang relevan dengan perkembangan kebijakan lingkungan, pengelolaan limbah medis, dan penerapan konsep green hospital di rumah sakit.

Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian literatur meliputi: pharmaceutical waste management, hospital pharmaceutical waste, green hospital, medical waste management, sustainable hospital practices, serta kombinasi kata kunci yang berkaitan dengan pengelolaan limbah farmasi dan keberlanjutan lingkungan rumah sakit. Penggunaan kata kunci dilakukan secara tunggal maupun dengan operator Boolean untuk memperoleh hasil pencarian yang lebih spesifik dan relevan dengan fokus penelitian.

Seleksi artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli dan artikel tinjauan yang membahas pengelolaan limbah farmasi rumah sakit, kebijakan pengelolaan limbah medis, penerapan konsep green hospital, atau praktik pengelolaan limbah berkelanjutan. Artikel yang dipilih harus berasal dari jurnal peer-reviewed, tersedia dalam bentuk full text, serta memuat data empiris atau analisis konseptual yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian, publikasi berupa opini atau editorial, laporan singkat tanpa analisis mendalam, serta artikel yang membahas limbah non-farmasi tanpa keterkaitan dengan konteks rumah sakit.

Tahapan analisis dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu identifikasi awal literatur, screening judul dan abstrak, pembacaan menyeluruh terhadap artikel terpilih, serta pengkodean tematik terhadap temuan penelitian. Tema-tema utama yang diekstraksi dari literatur meliputi: kebijakan dan regulasi pengelolaan limbah farmasi, sistem dan prosedur pengelolaan limbah farmasi rumah sakit, penerapan konsep green hospital, teknologi pengolahan limbah farmasi, peran sumber daya manusia, serta tantangan dan peluang dalam implementasi pengelolaan limbah farmasi yang berkelanjutan. Sintesis data dilakukan dengan mengelompokkan temuan berdasarkan kesamaan konsep, perbedaan pendekatan metodologis, serta kontribusi masing-masing penelitian terhadap pemahaman pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif-kualitatif, yaitu dengan menyajikan dan membandingkan hasil-hasil penelitian terdahulu dalam bentuk narasi terstruktur tanpa melakukan pengolahan data statistik secara langsung. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi pola temuan, kesenjangan penelitian, serta praktik terbaik dalam pengelolaan limbah farmasi rumah sakit. Untuk menjaga validitas dan keandalan hasil kajian, sumber literatur dipilih dari jurnal ilmiah yang kredibel dan proses analisis dilakukan secara konsisten sesuai dengan tujuan penelitian.

Melalui metode literature review ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kebijakan dan praktik pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi manajemen rumah sakit dan pengambil kebijakan dalam merancang strategi pengelolaan limbah farmasi yang lebih ramah lingkungan, berkelanjutan, dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

### 3. Hasil

Penelitian Hasil telaah terhadap berbagai jurnal nasional dan internasional menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi rumah sakit merupakan komponen penting dalam penerapan konsep green hospital. Secara umum, penelitian-penelitian tersebut menegaskan bahwa limbah farmasi, seperti obat kedaluwarsa, sisa obat pasien, dan limbah sitotoksik, memiliki potensi risiko lingkungan yang tinggi apabila tidak dikelola secara sistematis dan sesuai standar. Penerapan prinsip green hospital mendorong rumah sakit untuk tidak hanya berfokus pada pemenuhan regulasi, tetapi juga pada upaya pengurangan dampak lingkungan dan keberlanjutan jangka panjang.

Penelitian oleh Windfeld dan Brooks (2015) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kontaminasi air dan tanah akibat pembuangan obat secara tidak tepat. Studi ini menekankan pentingnya pemilahan limbah farmasi sejak sumbernya sebagai langkah awal untuk mencegah pencemaran lingkungan. Temuan ini memperkuat peran sistem pemilahan dan prosedur operasional sebagai fondasi pengelolaan limbah farmasi berkelanjutan.

Studi yang dilakukan oleh Chartier et al. (2014) mengungkapkan bahwa sebagian besar rumah sakit masih menghadapi kesulitan dalam memisahkan limbah farmasi dari limbah medis lainnya. Penelitian ini menemukan bahwa kurangnya pelatihan tenaga kesehatan dan keterbatasan fasilitas penyimpanan sementara menjadi faktor utama ketidakefektifan pengelolaan limbah farmasi. Rekomendasi utama dari studi ini adalah penguatan kapasitas sumber daya manusia dan penyediaan sarana pendukung yang memadai.

Penelitian Kümmerer (2018) menyoroti pentingnya pendekatan preventif dalam pengelolaan limbah farmasi melalui perencanaan penggunaan obat yang lebih rasional. Studi ini menunjukkan bahwa pengurangan volume limbah farmasi dapat dicapai dengan mengoptimalkan sistem perencanaan dan pengadaan obat, sehingga jumlah obat kedaluwarsa dapat diminimalkan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip reduce dalam konsep green hospital.

Kajian empiris oleh Eckelman dan Sherman (2016) menunjukkan bahwa rumah sakit yang menerapkan prinsip green hospital cenderung memiliki sistem pengelolaan limbah yang lebih terintegrasi dan terdokumentasi dengan baik. Penelitian ini menemukan bahwa integrasi kebijakan lingkungan ke dalam manajemen rumah sakit berkontribusi pada peningkatan efisiensi pengelolaan limbah serta pengurangan jejak lingkungan rumah sakit.

Penelitian WHO (2019) menegaskan bahwa pengelolaan limbah farmasi merupakan bagian penting dari sistem kesehatan yang berkelanjutan. Laporan ini menunjukkan bahwa rumah sakit dengan sistem pengelolaan limbah yang baik memiliki tingkat kepatuhan regulasi yang lebih tinggi dan risiko pencemaran lingkungan yang lebih rendah. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya kebijakan nasional dan pengawasan dalam mendukung praktik green hospital.

Studi Prüss-Ustün et al. (2019) mengungkapkan bahwa paparan limbah farmasi yang tidak terkelola dengan baik dapat berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan tenaga kesehatan. Penelitian ini menekankan bahwa pengelolaan limbah farmasi yang aman merupakan bagian dari upaya perlindungan kesehatan kerja dan keselamatan lingkungan.

Penelitian oleh Suryani et al. (2020) di beberapa rumah sakit Indonesia menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas pengolahan limbah dan tingginya biaya pengelolaan menjadi hambatan utama dalam penerapan pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital. Studi ini merekomendasikan kerja sama regional dan pemanfaatan fasilitas pengolahan limbah terpusat sebagai solusi alternatif.

Kajian oleh Eckelman et al. (2020) menyoroti bahwa komitmen manajemen rumah sakit memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan implementasi green hospital. Rumah sakit dengan kebijakan lingkungan yang kuat cenderung lebih konsisten dalam menerapkan prosedur pengelolaan limbah farmasi dan melakukan evaluasi berkala.

Penelitian Sarkodie dan Owusu (2021) menegaskan bahwa kesadaran dan perilaku sumber daya manusia menjadi faktor penentu dalam praktik pengelolaan limbah farmasi. Studi ini menemukan bahwa rumah sakit yang secara rutin memberikan pelatihan lingkungan kepada tenaga kesehatan memiliki tingkat kepatuhan pengelolaan limbah yang lebih baik.

Penelitian oleh Kümmerer dan Hempel (2017) menekankan bahwa pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital harus dimulai dari tahap hulu, yaitu pemilihan obat dan perencanaan penggunaan obat yang ramah lingkungan. Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan obat dengan profil biodegradabilitas yang lebih baik dapat mengurangi beban limbah berbahaya yang harus diolah rumah sakit. Temuan ini mengindikasikan bahwa kebijakan farmasi dan pengelolaan limbah memiliki keterkaitan erat dalam mendukung keberlanjutan lingkungan rumah sakit.

Studi Windfeld et al. (2016) menemukan bahwa sebagian besar rumah sakit masih bergantung pada pihak ketiga untuk pengolahan limbah farmasi, terutama limbah sitotoksik dan obat berbahaya. Penelitian ini mengungkap bahwa lemahnya sistem monitoring terhadap pihak pengelola limbah eksternal dapat menimbulkan risiko pencemaran lingkungan di luar area rumah sakit. Oleh karena itu, studi ini merekomendasikan penguatan sistem pelaporan dan audit rantai pengelolaan limbah sebagai bagian dari implementasi green hospital.

Penelitian kualitatif oleh Eckelman et al. (2020) menunjukkan bahwa integrasi prinsip keberlanjutan ke dalam kebijakan rumah sakit berkontribusi terhadap perubahan budaya organisasi terkait pengelolaan limbah. Rumah sakit yang secara eksplisit memasukkan indikator lingkungan dalam kebijakan mutu dan keselamatan pasien cenderung memiliki sistem pengelolaan limbah farmasi yang lebih konsisten dan terdokumentasi. Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah farmasi tidak dapat dipisahkan dari tata kelola organisasi rumah sakit.

Kajian oleh WHO (2017) mengidentifikasi bahwa penerapan konsep green hospital dalam pengelolaan limbah farmasi dapat meningkatkan citra rumah sakit sebagai institusi yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Studi ini menemukan bahwa rumah sakit yang menerapkan praktik pengelolaan limbah berkelanjutan memiliki tingkat kepercayaan masyarakat yang lebih tinggi. Selain itu, pendekatan ini juga berpotensi meningkatkan kepatuhan rumah sakit terhadap standar internasional pengelolaan lingkungan.

Penelitian Prüss-Ustün et al. (2019) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi yang tidak optimal dapat meningkatkan risiko paparan bahan berbahaya bagi tenaga kesehatan, khususnya petugas farmasi dan petugas kebersihan. Studi ini menegaskan pentingnya penerapan prosedur keselamatan kerja dan penggunaan alat pelindung diri dalam setiap tahapan pengelolaan limbah farmasi. Temuan ini memperkuat hubungan antara pengelolaan limbah farmasi, keselamatan kerja, dan mutu lingkungan rumah sakit.

Studi empiris di negara berkembang oleh Sarkodie dan Owusu (2021) menunjukkan bahwa keterbatasan sumber daya dan rendahnya kesadaran lingkungan menjadi hambatan utama dalam penerapan pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital. Namun demikian, penelitian ini juga menemukan bahwa program edukasi lingkungan dan pelatihan berkelanjutan mampu meningkatkan kepatuhan tenaga kesehatan terhadap prosedur pengelolaan limbah. Temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi non-teknologi memiliki peran penting dalam mendukung keberhasilan pengelolaan limbah farmasi.

Penelitian oleh Eckelman dan Sherman (2016) menegaskan bahwa penerapan prinsip green hospital dalam pengelolaan limbah farmasi juga memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya operasional rumah sakit. Pengurangan volume limbah berbahaya dan optimalisasi proses pengolahan limbah terbukti mampu menekan biaya pengelolaan jangka panjang. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berkelanjutan tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga pada efisiensi ekonomi rumah sakit.

Secara keseluruhan, tambahan hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital merupakan sistem yang multidimensional. Keberhasilannya dipengaruhi oleh kebijakan internal, tata kelola organisasi, ketersediaan fasilitas, kompetensi sumber daya manusia, serta kemitraan dengan pihak pengelola limbah eksternal. Integrasi seluruh aspek tersebut menjadi kunci dalam mewujudkan pengelolaan limbah farmasi yang aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Hasil telaah literatur menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital sangat bergantung pada efektivitas sistem pemilahan dan pengendalian limbah sejak tahap awal pelayanan. Penelitian Windfeld dan Brooks (2015) serta Chartier et al. (2014) secara konsisten menegaskan bahwa kegagalan dalam memisahkan limbah farmasi dari limbah medis lainnya meningkatkan risiko pencemaran lingkungan dan paparan bahan berbahaya.

Dalam konteks green hospital, pemilahan limbah tidak hanya dipandang sebagai kewajiban teknis, tetapi sebagai bagian dari strategi pencegahan dampak lingkungan yang terintegrasi. Dengan demikian, rumah sakit dituntut untuk memiliki prosedur operasional standar yang jelas, fasilitas pemilahan yang memadai, serta mekanisme pengawasan yang berkelanjutan.

Pada aspek pencegahan limbah (waste minimization), temuan Kümmerer (2018) dan Kümmerer dan Hempel (2017) menunjukkan bahwa volume limbah farmasi dapat ditekan melalui perencanaan penggunaan obat yang lebih rasional dan berbasis kebutuhan klinis. Pembahasan ini menegaskan bahwa pendekatan green hospital mendorong perubahan paradigma dari pengelolaan limbah di hilir menuju pengendalian di hulu. Integrasi antara kebijakan farmasi, sistem perencanaan obat, dan prinsip keberlanjutan lingkungan menjadi strategi penting dalam mengurangi jumlah obat kadaluarsa dan limbah farmasi berbahaya.

Dalam perspektif green hospital, pengelolaan limbah farmasi tidak hanya berfokus pada tahap akhir pemusnahan limbah, tetapi menekankan strategi pencegahan (waste minimization) sejak tahap perencanaan pelayanan kefarmasian. Strategi utama yang diidentifikasi dalam berbagai penelitian meliputi optimalisasi manajemen stok obat, perencanaan pengadaan obat berbasis kebutuhan klinis, serta penerapan sistem first expired first out (FEFO) untuk mengurangi jumlah obat kadaluarsa di rumah sakit (Kümmerer, 2018; Eckelman et al., 2020). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip reduce dalam konsep green hospital.

Selain itu, strategi pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital juga menekankan peran sumber daya manusia melalui edukasi dan pelatihan berkelanjutan. Peningkatan kesadaran lingkungan bagi tenaga kefarmasian dan tenaga kesehatan lainnya terbukti mampu meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur pemilahan dan pembuangan limbah farmasi (Sarkodie & Owusu, 2021). Dengan demikian, strategi green hospital tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mencakup perubahan budaya organisasi rumah sakit.

Dari aspek kebijakan dan tata kelola, penerapan green hospital mendorong rumah sakit untuk memiliki kebijakan internal yang secara spesifik mengatur pengelolaan limbah farmasi berkelanjutan. Kebijakan ini mencakup penetapan standar operasional prosedur, sistem monitoring dan evaluasi, serta pelaporan limbah farmasi secara berkala (WHO, 2017). Penelitian Eckelman dan Sherman (2016) menunjukkan bahwa rumah sakit dengan kebijakan lingkungan yang terintegrasi cenderung lebih konsisten dalam menerapkan praktik pengelolaan limbah farmasi yang aman dan berkelanjutan.

Strategi lainnya adalah penguatan sistem pemilahan limbah farmasi secara ketat sejak sumbernya. Rumah sakit berbasis green hospital menerapkan pemisahan limbah farmasi berbahaya, seperti obat sitotoksik dan antibiotik, dari limbah medis lainnya untuk mencegah kontaminasi silang dan meningkatkan efektivitas pengolahan limbah (Chartier et al., 2014). Pemilahan yang tepat juga memungkinkan rumah sakit memilih metode pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan dan sesuai karakteristik limbah.

Dari perspektif tata kelola organisasi, penelitian Eckelman dan Sherman (2016) serta Eckelman et al. (2020) menyoroti bahwa keberhasilan pengelolaan limbah farmasi sangat dipengaruhi oleh komitmen manajemen rumah sakit. Rumah sakit yang memasukkan indikator lingkungan ke dalam kebijakan mutu dan keselamatan pasien cenderung lebih konsisten dalam menerapkan prinsip green hospital. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus menjadi bagian dari sistem manajemen rumah sakit secara menyeluruh.

Pembahasan selanjutnya menggarisbawahi peran sumber daya manusia sebagai determinan utama dalam praktik pengelolaan limbah farmasi. Temuan Prüss-Ustün et al. (2019) dan Sarkodie dan Owusu (2021) menunjukkan bahwa rendahnya pengetahuan dan kesadaran tenaga kesehatan sering kali menjadi penyebab utama ketidakpatuhan terhadap prosedur pengelolaan limbah. Oleh karena itu, edukasi, pelatihan berkelanjutan, dan pembentukan budaya organisasi yang peduli lingkungan menjadi elemen krusial dalam mendukung keberhasilan green hospital. Tanpa keterlibatan aktif tenaga kesehatan, kebijakan dan teknologi yang tersedia tidak akan memberikan dampak optimal.

Pada aspek teknologi dan infrastruktur, studi WHO (2019) serta Suryani et al. (2020) menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas pengolahan limbah, seperti insinerator atau sistem pengolahan terpusat, masih menjadi tantangan di banyak rumah sakit. Pembahasan ini menegaskan bahwa penerapan green hospital memerlukan investasi infrastruktur yang memadai serta pemilihan teknologi pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Selain

itu, kerja sama antar rumah sakit atau dengan pihak ketiga yang tersertifikasi dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan fasilitas pengolahan limbah farmasi.

Dari sudut pandang keberlanjutan dan citra institusi, penelitian Eckelman dan Sherman (2016) serta WHO (2017) menunjukkan bahwa penerapan pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat dan citra rumah sakit. Rumah sakit yang menerapkan praktik ramah lingkungan cenderung dipersepsikan sebagai institusi yang bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah farmasi tidak hanya berdampak pada aspek lingkungan dan kesehatan, tetapi juga memiliki implikasi strategis terhadap daya saing dan keberlanjutan rumah sakit.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital merupakan sistem yang kompleks dan multidimensional. Keberhasilannya ditentukan oleh sinergi antara kebijakan, tata kelola organisasi, perencanaan farmasi, teknologi pengolahan limbah, serta kompetensi sumber daya manusia. Integrasi seluruh komponen tersebut menjadi kunci dalam mewujudkan pengelolaan limbah farmasi yang aman, berkelanjutan, dan selaras dengan prinsip perlindungan lingkungan dan mutu pelayanan kesehatan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil telaah literatur, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat rumah sakit yang belum efektif dalam mengelola limbah farmasi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar. Limbah farmasi yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari air, tanah, serta meningkatkan risiko paparan zat berbahaya dan resistensi antimikroba. Penerapan strategi pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital terbukti mampu mengatasi permasalahan tersebut melalui pendekatan pencegahan limbah, pemilahan sejak sumber, penguatan kebijakan internal, serta peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Dengan demikian, pengelolaan limbah farmasi berbasis green hospital tidak hanya berperan dalam memenuhi kepatuhan regulasi, tetapi juga menjadi strategi penting dalam melindungi masyarakat dan lingkungan serta mendukung keberlanjutan operasional rumah sakit. Optimalisasi penerapan konsep ini perlu didukung oleh komitmen manajemen, ketersediaan infrastruktur, serta pengawasan yang berkelanjutan.

#### Referensi

1. Al-Khatib, I. A., et al. (2009). Medical waste management in hospitals. *Waste Management*, 29(1), 239–245.
2. Azage, M., Kumie, A., & Worku, A. (2013). Healthcare waste management practices. *Journal of Environmental Health*, 75(10), 24–31.
3. Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., & Zghondi, R. (2014). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). World Health Organization.
4. Eckelman, M. J., & Lagasse, R. (2020). Environmental sustainability in hospitals. *The Lancet Planetary Health*, 4(6), e271–e272.
5. Eckelman, M. J., & Sherman, J. D. (2016). Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. *PLOS ONE*, 11(6), e0157014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157014>
6. Eckelman, M. J., Sherman, J. D., & MacNeill, A. J. (2020). Life cycle environmental emissions and health damages from the healthcare system. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104015.
7. Health Care Without Harm. (2019). Global roadmap for health care decarbonization. HCWH.
8. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri LHK tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. KLHK RI.
9. Kümmerer, K. (2018). *Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks* (4th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55935-8>
10. Kümmerer, K., & Hempel, M. (2017). *Green and sustainable pharmacy*. Springer.
11. Lee, B. K., Ellenbecker, M. J., & Moure-Eraso, R. (2004). Alternatives for treatment of healthcare wastes. *Waste Management*, 24(2), 143–151.
12. Manyele, S. V., & Anicetus, H. (2006). Management of medical waste in hospitals. *Waste Management*, 26(3), 304–318.
13. Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R., & Neira, M. (2019). Preventing disease through healthy environments. World Health Organization.
14. Sarkodie, S. A., & Owusu, P. A. (2021). Environmental sustainability and healthcare waste management. *Science of the Total Environment*, 776, 145964.
15. Suryani, R., Handayani, T. M., & Prasetyo, E. (2020). Pengelolaan limbah medis rumah sakit dan tantangan implementasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(2), 85–96.
16. Tudor, T. L., Noonan, C. L., & Jenkin, L. E. (2005). Healthcare waste management: A case study. *Waste Management*, 25(6), 606–615.
17. United Nations Development Programme. (2021). Sustainable healthcare systems. UNDP.
18. United Nations Environment Programme. (2020). Waste management during the COVID-19 pandemic. UNEP.
19. WHO. (2017). Healthy hospitals, healthy planet, healthy people. World Health Organization.
20. WHO. (2019). Health-care waste: Key facts. World Health Organization.
21. WHO & UNICEF. (2020). Water, sanitation, hygiene, and waste management for healthcare facilities. World Health Organization.

22. Windfeld, E. S., & Brooks, M. S. L. (2015). Medical waste management – A review. *Journal of Environmental Management*, 163, 98–108.
23. Windfeld, E. S., Brooks, M. S. L., & Petersen, J. (2016). Management of pharmaceutical waste. *Waste Management*, 49, 180–190.
24. World Health Organization. (2022). Global analysis of healthcare waste management. WHO.
25. Yudistira, R., & Putri, A. R. (2022). Pengelolaan limbah farmasi rumah sakit berbasis green hospital. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 210–220.