

# **Green Pharmacy dan Sustainability di Indonesia: Sebuah Tinjauan Sistematis tentang Praktik, Tantangan, dan Arah Masa Depan**

M. Aditya Permana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

## **Abstrak**

Green Pharmacy merupakan pendekatan yang mengintegrasikan prinsip keberlanjutan lingkungan ke dalam praktik kefarmasian mencakup pengadaan, dispensing, hingga pembuangan obat. Tinjauan sistematis ini bertujuan memetakan bukti empiris Green Pharmacy di Indonesia periode 2016–2026. Pencarian dilakukan melalui Google Scholar dengan kata kunci green pharmacy, pharmaceutical waste, limbah farmasi, green hospital, dan sustainability dikombinasikan dengan Indonesia. Dari 800 rekaman yang diidentifikasi, 37 dieksklusi karena di luar rentang tahun, 675 dieksklusi pada skrining judul/abstrak, dan 60 dieksklusi setelah penilaian full text, sehingga 28 studi memenuhi kriteria inklusi. Studi mencakup manajemen limbah farmasi di rumah sakit dan Puskesmas (n=18, 64,3%), implementasi Green Hospital (n=6, 21,4%), literasi dan kebijakan Green Pharmacy (n=3, 10,7%), serta inovasi teknologi ramah lingkungan (n=1, 3,6%). Temuan utama menunjukkan kesenjangan antara regulasi dan implementasi manajemen limbah B3 farmasi, rendahnya kesadaran tenaga kesehatan terhadap pembuangan obat yang ramah lingkungan, keterbatasan infrastruktur pada fasilitas primer, dan kurangnya integrasi Green Pharmacy dalam kurikulum pendidikan. Rekomendasi strategis mencakup penguatan regulasi operasional, integrasi pembiayaan limbah ke dalam JKN, penguatan kurikulum farmasi berbasis keberlanjutan, dan edukasi publik tentang pembuangan obat.

**Kata kunci:** *Green Pharmacy, Indonesia, limbah farmasi, manajemen limbah, tinjauan sistematis*

## **Abstract**

Green Pharmacy is an approach that integrates environmental sustainability principles into pharmaceutical practice encompassing procurement, dispensing, and drug disposal. This systematic review aimed to map empirical evidence on Green Pharmacy in Indonesia during 2016–2026. A search was conducted through Google Scholar using keywords green pharmacy, pharmaceutical waste, green hospital, and sustainability combined with Indonesia. Of 800 identified records, 37 were excluded for being outside the date range, 675 were excluded at title/abstract screening, and 60 were excluded after full-text assessment, leaving 28 studies meeting inclusion criteria. Studies addressed pharmaceutical waste management in hospitals and health centers (n=18, 64.3%), Green Hospital implementation (n=6, 21.4%), Green Pharmacy literacy and policy (n=3, 10.7%), and environmentally friendly technological innovation (n=1, 3.6%). Key findings revealed gaps between regulations and implementation of pharmaceutical hazardous waste management, low health worker awareness of environmentally sound drug disposal, limited infrastructure at primary facilities, and insufficient integration of Green Pharmacy in educational curricula. Strategic recommendations include strengthening operational regulations, integrating waste financing into universal health coverage, enhancing sustainability-based pharmacy curricula, and strengthening public education on proper drug disposal.

**Keywords:** *Green Pharmacy, Indonesia, pharmaceutical waste, waste management, systematic review*

Korespondensi: M. Aditya Permana, M.Si, Alamat Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, HP 085268342300, e-mail: [muhammad.adityapermana@fk.unila.ac.id](mailto:muhammad.adityapermana@fk.unila.ac.id)

Diterima:

Direview:

Publish :

## **Pendahuluan**

Green Pharmacy atau farmasi hijau merupakan konsep yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan lingkungan (environmental sustainability) ke dalam praktik kefarmasian secara komprehensif. Konsep ini mencakup spektrum luas mulai dari pengadaan bahan obat yang ramah lingkungan, green prescribing, dispensing berkelanjutan, manajemen limbah obat dan pharmaceutical and personal care products (PPCPs), hingga eco-pharmacovigilance (Rogowska and Zimmermann, 2022; Hashad *et al.*, 2026).

Relevansi isu ini di Indonesia didorong oleh beberapa fakta epidemiologis. Pertama, Indonesia merupakan negara dengan beban penyakit ganda (double burden of disease) yang menyebabkan konsumsi obat tinggi baik di sektor rumah sakit, Puskesmas, maupun apotek komunitas. Kedua, data Kementerian Kesehatan RI menunjukkan bahwa lebih dari 2.813 rumah sakit di seluruh Indonesia menghasilkan sekitar 366 ton limbah medis per hari, dengan sebagian signifikannya merupakan limbah farmasi (Siswoyo and Mai, 2022; Aini, Irianto and Amar, 2023) Ketiga, regulasi terkait pengelolaan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dari

fasilitas kesehatan termasuk limbah farmasi telah ditetapkan melalui berbagai peraturan perundang-undangan, namun implementasinya masih menghadapi kesenjangan yang nyata di lapangan (Irianti and Prasetyoputra, 2019; Lelyana, 2024).

Penelitian di berbagai negara telah mendokumentasikan bahwa limbah farmasi yang tidak dikelola dengan baik berkontribusi pada kontaminasi PPCPs di sumber air permukaan dan air tanah, gangguan endokrin pada ekosistem akuatik, serta risiko resistansi antimikroba. Di Indonesia, studi di Daerah Aliran Sungai Citarum menunjukkan deteksi bahan aktif farmasi (APIs) pada kadar yang berpotensi mengganggu ekosistem (Nastiti *et al.*, 2026).

Meskipun demikian, sintesis bukti ilmiah yang komprehensif mengenai status implementasi Green Pharmacy di Indonesia mencakup praktik aktual, hambatan struktural, dan rekomendasi kebijakan berbasis bukti belum tersedia dalam satu dokumen sistematis. Tinjauan sistematis sebelumnya umumnya bersifat global atau regional tanpa memisahkan data spesifik Indonesia (Hashad *et al.*, 2026), atau berfokus pada aspek tunggal seperti manajemen limbah medis tanpa konteks kefarmasian yang lebih luas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk: (1) memetakan ruang lingkup dan distribusi bukti empiris Green Pharmacy di Indonesia berdasarkan setting, tema, dan metodologi penelitian; (2) mensintesis temuan mengenai praktik, tantangan, dan hambatan implementasi; (3) mengidentifikasi kesenjangan

penelitian yang memerlukan perhatian lebih lanjut; serta (4) merumuskan implikasi kebijakan dan praktik untuk memperkuat sistem Green Pharmacy di Indonesia.

### Metode

Penelitian ini menggunakan desain systematic review dengan mengikuti panduan Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. Protokol penelitian dikembangkan sebelum pelaksanaan proses seleksi. Pertanyaan penelitian dirumuskan menggunakan kerangka PICOS (Population/Setting, Intervention/Exposure, Comparison, Outcome, Study design).

Pencarian literatur dilakukan melalui Google menggunakan kombinasi kata kunci: ("green pharmacy", "sustainable pharmacy", "eco-pharmacy", "sustainable healthcare", "eco-pharmacovigilance") dan ("practice", "challenge", "barrier", "implementation", "policy", "waste management", "disposal") dikombinasikan dengan "Indonesia" atau "Indonesian".

Kriteria inklusi dan eksklusi disajikan pada Tabel 1. Proses seleksi dilakukan oleh dua peneliti secara independen pada tahap skrining judul/abstrak dan penilaian full text. Perbedaan penilaian diselesaikan melalui diskusi konsensus. Ekstraksi data mencakup identitas studi, desain penelitian, setting dan lokasi, populasi/subjek, tema utama Green Pharmacy yang dikaji, dan temuan kunci. Sintesis dilakukan secara naratif menggunakan pendekatan thematic synthesis karena heterogenitas desain penelitian tidak memungkinkan meta-analisis kuantitatif.

**Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Seleksi Studi**

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
1. Studi dilakukan di wilayah Indonesia	1. Studi di luar Indonesia atau studi multinasional tanpa data Indonesia terpisah
2. Setting: fasilitas kesehatan (RS, Puskesmas, apotek), industri farmasi, institusi pendidikan, atau tenaga kesehatan terkait obat	2. Studi farmasi klinis murni tanpa dimensi lingkungan; studi toksikologi lingkungan murni tanpa implikasi kefarmasian
3. Fokus Green Pharmacy/sustainability: manajemen limbah farmasi/PPCPs, green prescribing, eco-pharmacovigilance, regulasi farmasi hijau, atau green synthesis	3. Studi yang hanya menyebutkan 'sustainability' atau 'environment' sebagai latar belakang tanpa data hasil yang relevan

4. Membahas praktik terkini, tantangan, persepsi/kesadaran, atau rekomendasi strategi masa depan	4. Artikel opini, letter to editor, abstrak konferensi tanpa full text, bab buku
5. Studi empiris orisinal: kuantitatif, kualitatif, mixed-methods, case study, atau analisis kebijakan	5. Diterbitkan sebelum tahun 2016
6. Rentang publikasi: 2016–2026	

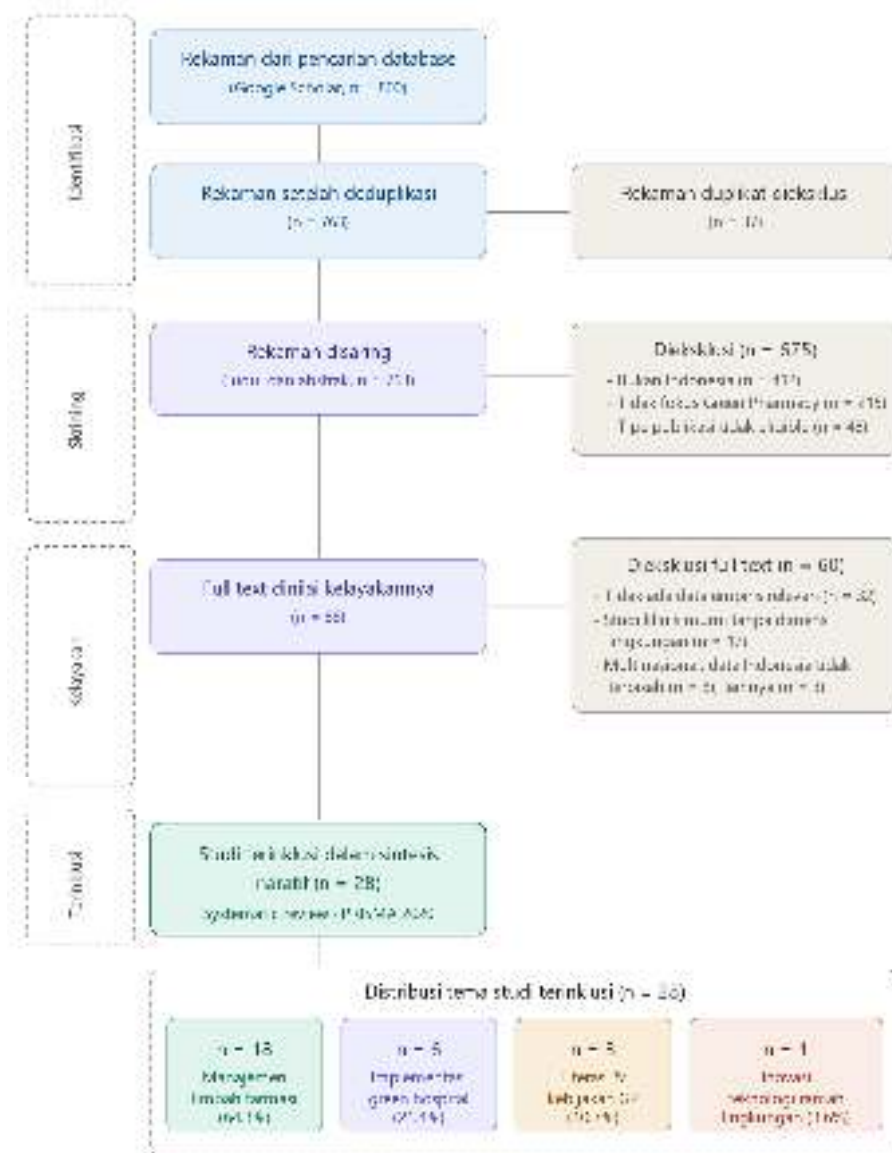
Keterangan: RS = Rumah Sakit; PPCPs = *pharmaceutical and personal care products*

## Hasil

### Seleksi Studi

Dari 800 rekaman yang diidentifikasi melalui pencarian database, 37 dieksklusi karena berada di luar rentang tahun 2016–2026. Dari 763 rekaman yang disaring berdasarkan judul dan abstrak, sebanyak 675

dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria inklusi (bukan Indonesia  $n=412$ , tidak fokus Green Pharmacy  $n=215$ , tipe publikasi tidak eligible  $n=48$ ). Sebanyak 88 studi dilakukan penilaian full text, dan 60 dieksklusi setelah penilaian kelayakan penuh. Total 28 studi memenuhi semua kriteria inklusi dan dimasukkan dalam sintesis naratif (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Seleksi Studi (PRISMA 2020)

### Karakteristik Studi Terinklusi

Dari 800 rekaman yang diidentifikasi, 28 studi memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam sintesis naratif (Tabel 2). Distribusi tahun publikasi: 2019 (n=1), 2021 (n=1), 2022 (n=2), 2023 (n=1), 2024 (n=4), 2025 (n=11), 2026 (n=8). Studi menggunakan bahasa Indonesia (n=14) maupun bahasa

Inggris (n=14). Sebaran tema: manajemen limbah farmasi/medis (n=18, 64,3%), implementasi Green Hospital (n=6, 21,4%), literasi dan kebijakan Green Pharmacy (n=3, 10,7%), dan inovasi teknologi (n=1, 3,6%). Mayoritas desain penelitian berupa deskriptif/observasional, studi kasus, dan tinjauan literatur.

**Tabel 2. Karakteristik Studi yang Terinklusi (n=28)**

No	Penulis (Tahun)	Desain	Lokasi	Populasi	Tema Utama	Metode	Temuan Kunci
1	(Rizkiana <i>et al.</i> , 2026)	Literature review	Nasional	Apoteker, masyarakat	Integrasi Green Pharmacy dalam pembuangan dan pengelolaan sisa obat	Kajian literatur	Apoteker menyatakan dukungan tinggi terhadap program Green Pharmacy, namun implementasi masih terbatas; kesenjangan antara sikap dan praktik nyata
2	(Rahmi <i>et al.</i> , 2026)	Tinjauan literatur	RS Indonesia	RS	Pengelolaan limbah farmasi RS berbasis Green Hospital	Tinjauan literatur	Kesenjangan kebijakan dan praktik berkelanjutan; lemahnya integrasi prinsip green hospital dalam pengelolaan limbah farmasi RS
3	(Limijadi and Devi, 2026)	Systematic review	Nasional	RS	Manajemen limbah RS hijau	Tinjauan sistematis	Identifikasi tantangan green hospital waste management di Indonesia: infrastruktur terbatas dan regulasi yang belum efektif
4	(Sari <i>et al.</i> , 2026)	Studi kasus	RS Batam City	Faskes	Strategi pengelolaan limbah B3 berkelanjutan	Studi kasus	Pengembangan strategi pengelolaan limbah berbahaya di faskes; hambatan utama: anggaran dan SDM terlatih
5	(Pranawati, Dhaneswari and Pratiwi, 2026)	Studi intervensi	Indonesia (tidak disebutkan spesifik)	Masyarakat	Literasi Green Pharmacy: pemanfaatan limbah rumah tangga jadi kosmetik alami	Intervensi komunitas	Peningkatan pemahaman masyarakat terhadap konsep Green Pharmacy melalui pendekatan pemanfaatan limbah rumah tangga
6	(Adisthi <i>et al.</i> , 2026)	Cross-sectional	Nasional (dominan Jawa)	RS	Kajian manajemen limbah medis Indonesia	Cross-sectional	Distribusi penelitian limbah medis Indonesia; Jawa mendominasi; kesenjangan data wilayah timur Indonesia
7	(Afriani and Fadil, 2026)	Pengembangan sistem	Bekasi, Jawa Barat	Faskes	Klasifikasi limbah medis berbasis TinyML	R&D	Sistem sensor klasifikasi limbah medis berbiaya rendah; inovasi untuk faskes dengan keterbatasan infrastruktur
8	(Effendi, Rahmawati and Syarifudin, 2025)	Cross-sectional	Puskesmas Indonesia	Tenaga kesehatan	Hubungan persepsi-praktik pengelolaan limbah medis berbahaya	Cross-sectional	Kesenjangan signifikan antara persepsi pengetahuan dan praktik aktual pengelolaan limbah berbahaya di Puskesmas

9	(Darmawan <i>et al.</i> , 2025)	Deskriptif	RS Indonesia	RS	Implementasi regulasi limbah B3 medis di RS	Deskriptif observasional	Hambatan implementasi: kapasitas insinerator tidak memadai, biaya pengolahan tinggi, SDM kurang terlatih
10	(Baroka, 2025)	Literature review	Nasional (termasuk Indonesia)	Faskes, komunitas	Sumber, dampak lingkungan, dan solusi limbah farmasi	Tinjauan literatur	Gap antara kesadaran dan perilaku pembuangan obat; Indonesia menunjukkan pola pembuangan tidak tepat yang serupa dengan negara berkembang lainnya
11	(Dewi <i>et al.</i> , 2025)	Review artikel	Industri farmasi Indonesia	Industri farmasi	Strategi pengelolaan limbah industri farmasi	Review artikel	Rekomendasi strategi pengelolaan limbah industri farmasi untuk kelestarian lingkungan; IPAL belum memenuhi baku mutu secara konsisten
12	(Saliza, Idris and Evanita, 2025)	Studi kasus	RSUD Arosuka, Sumatera Barat	RS	Pengelolaan limbah RS melalui integrasi finansial	Studi kasus multi-level	Integrasi finansial meningkatkan keberhasilan pengelolaan limbah; anggaran khusus limbah menentukan kualitas compliance
13	(Hutajulu, Fitriani and ., 2025)	Observasional	RS Indonesia	Perawat	Kepatuhan perawat terhadap protokol limbah medis	Observasional analitik	Pengetahuan berpengaruh signifikan terhadap kepatuhan (OR=1,560; p=0,019); persepsi kurang berpengaruh signifikan
14	Naeini & Elahi, 2025 (Kabiri Naeini and Elahi, 2025)	Delphi/Fuzzy	Iran (data referensi Indonesia)	Faskes	Faktor penentu pengelolaan limbah kesehatan berkelanjutan	Delphi + Fuzzy	Prioritasi faktor kunci; studi Indonesia dikutip sebagai komparator regional dalam metodologi penentuan prioritas
15	(Alidoust <i>et al.</i> , 2025)	Review	Asia-Pasifik (termasuk Indonesia)	Faskes, pertanian	SDGs, limbah pertanian, dan limbah kesehatan Asia	Review komparatif	Indonesia disebut dalam konteks pengelolaan limbah kesehatan regional; gap implementasi SDG 3 dan SDG 12 di negara berkembang
16	(Wardoyo <i>et al.</i> , 2025)	Eksperimental	Indonesia	Laboratorium faskes	Efektivitas UV waste box mengurangi kontaminasi bakteri limbah lab	Eksperimental (RCT)	UV waste box efektif menurunkan kontaminasi bakteri; solusi inovatif berbiaya rendah untuk faskes dengan keterbatasan teknologi
17	(Volinty and Utama, 2025)	Deskriptif kualitatif	RSUD Kaur, Bengkulu	RS daerah	Pengelolaan limbah B3 terpadu di RSUD	Deskriptif kualitatif	Tumpukan limbah medis RS Indonesia mencapai 8.000 ton; RSUD Kaur belum memiliki fasilitas pengolahan mandiri yang memadai
18	(Zakharia, 2025)	Studi kasus	RSUD Murung Raya, Kalteng	RS daerah	Pengelolaan limbah B3 sebagai upaya pencegahan pencemaran	Studi kasus	Gambaran implementasi pengelolaan B3 di RS daerah terpencil; keterbatasan infrastruktur dan jarak ke fasilitas pengolahan pihak ketiga

19	(Sawani, Nursia and Putra, 2025)	Deskriptif	Kabupaten Aceh Barat	Dinas Kesehatan	Pengelolaan limbah obat kadaluarsa	Deskriptif observasional	Pengelolaan obat expired di Kabupaten masih jauh dari standar; keterbatasan regulasi teknis di level kabupaten
20	(Lelyana, 2024)	Cross-sectional	Faskes Indonesia	Faskes	Kepatuhan manajemen limbah medis di faskes	Cross-sectional	Sebagian besar faskes Indonesia belum memenuhi standar pengelolaan limbah medis yang berkelanjutan; variasi kepatuhan antar wilayah
21	(Darkun <i>et al.</i> , 2024)	Eksperimental	Indonesia	Industri farmasi	Biokoagulan Aloe vera untuk pengolahan air limbah farmasi	Eksperimental laboratorium	Koagulan Aloe vera efektif menurunkan BOD, COD, dan TSS; konteks Kebijakan Green Pharmacy pemerintah Indonesia disebut eksplisit
22	(Mangunsong <i>et al.</i> , 2024)	Observasional/Kebijakan	Indonesia	Apotek, klinisi	Regulasi dispensing antibiotik dan keberlanjutan manajemen farmasi	Studi kebijakan	Implementasi regulasi resep antibiotik belum konsisten; relevansi terhadap resistansi antimikroba sebagai eksternalitas lingkungan
23	(Fani Rida Wanti <i>et al.</i> , 2024)	Deskriptif	RS PKU Muhammadiyah Surabaya	RS swasta	Manajemen limbah B3 di RS	Deskriptif observasional	Evaluasi komprehensif pengelolaan B3 RS swasta; gap antara standar prosedur dan praktik nyata di unit kerja
24	(Khansa <i>et al.</i> , 2023)	Studi kasus	RSUD Bogor	RS daerah	Manajemen limbah padat medis di RSUD	Case study	Ketidakpatuhan persisten terhadap regulasi limbah medis meski inspeksi rutin; mekanisme sanksi yang lemah
25	(Tseng <i>et al.</i> , 2022)	Mixed-methods	Industri kesehatan Indonesia	Industri kesehatan	Kinerja teknologi pengelolaan limbah: dampak lingkungan dan keselamatan kerja	Mixed-methods	Analisis kinerja teknologi pengelolaan limbah medis Indonesia; integrasi dimensi keselamatan kerja dan dampak lingkungan
26	(Pratita and Bachtiar, 2022)	Analisis kebijakan	Nasional	Pemerintah, pendidikan farmasi	Kebijakan hukum pendidikan farmasi dan urgensi UU Kefarmasian	Analisis kebijakan	Inkoherensi regulasi pendidikan farmasi dengan kebutuhan praktik; urgensi UU Kefarmasian yang mengintegrasikan prinsip green pharmacy
27	(Fettih and Elkinai, 2021)	Comparative review	Indonesia + 5 negara Asia	Faskes, pemerintah	Manajemen limbah faskes masa pandemi COVID-19	Tinjauan komparatif	Pengalaman Indonesia dalam manajemen limbah pandemi; keterbatasan infrastruktur diperparah lonjakan volume limbah medis
28	(Irianti and Prasetyoputra, 2019)	Cross-sectional	152 Puskesmas Indonesia	Puskesmas	Faktor yang mempengaruhi segregasi dan disposal limbah	Cross-sectional	Ketersediaan regulasi lokal dan kapasitas SDM adalah prediktor kepatuhan; variasi besar antar daerah

Keterangan: RS = Rumah Sakit; B3 = Bahan Berbahaya dan Beracun; SDM = Sumber Daya Manusia; PPCPs = pharmaceutical and personal care products; OR = Odds Ratio; BOD = Biological Oxygen Demand; COD = Chemical Oxygen Demand; TSS = Total Suspended Solids

## PEMBAHASAN Kesenjangan Regulasi–Implementasi

Sebanyak 21 dari 28 studi (75%) mengidentifikasi kesenjangan substansial

antara regulasi yang ada dan praktik di lapangan. Regulasi utama yang paling sering dirujuk adalah PP No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, Permenkes No. 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, dan Permenkes No. 18 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Limbah Medis Fasilitas Pelayanan Kesehatan melalui Pengolahan On-site. (Irianti and Prasetyoputra, 2019), menemukan variasi kepatuhan yang signifikan di 152 Puskesmas berdasarkan ketersediaan regulasi lokal dan kapasitas SDM terlatih. (Lelyana, 2024), melaporkan bahwa sebagian besar faskes Indonesia belum memenuhi standar pengelolaan limbah medis yang berkelanjutan.

### **Hambatan Struktural**

Sintesis temuan mengidentifikasi lima kategori hambatan yang bersifat lintas-studi. Pertama, keterbatasan infrastruktur fisik: mayoritas faskes primer dan RS di luar Jawa tidak memiliki unit pengolahan limbah B3 yang memadai, sehingga bergantung pada pihak ketiga yang sering kali tidak tersedia atau biayanya tidak terjangkau (Darmawan *et al.*, 2025; Volinty and Utama, 2025). Kedua, keterbatasan SDM terlatih: studi (Hutajulu, Fitriani and ., 2025), menemukan bahwa pengetahuan perawat tentang protokol limbah medis merupakan prediktor signifikan kepatuhan (OR=1.560, p=0.019), namun proporsi tenaga kesehatan yang telah mendapat pelatihan memadai masih rendah. Ketiga, keterbatasan finansial: (Saliza, Idris and Evanita, 2025), mendokumentasikan bahwa integrasi finansial menjadi kunci keberhasilan pengelolaan limbah RS di Sumatera Barat, namun sebagian besar RS daerah tidak mengalokasikan anggaran khusus untuk pengelolaan limbah. Keempat, lemahnya sistem monitoring dan enforcement: (Khansa *et al.*, 2023), di RSUD Bogor menemukan ketidakpatuhan yang persisten meskipun inspeksi reguler dilaksanakan, mengindikasikan lemahnya mekanisme sanksi. Kelima, absennya kebijakan Green Pharmacy yang spesifik dan operasional di tingkat institusi.

### **Kesadaran dan Literasi Tenaga Kesehatan**

Meskipun jumlah studi yang secara eksplisit mengukur tingkat kesadaran Green

Pharmacy terbatas, beberapa studi secara implisit mendokumentasikan gap literasi. (Effendi, Rahmawati and Syarifudin, 2025) menemukan kesenjangan signifikan antara persepsi (pengetahuan teoritis) dan praktik aktual pengelolaan limbah berbahaya di Puskesmas Indonesia. (Sawani, Nursia and Putra, 2025), di Aceh Barat mendokumentasikan bahwa pengelolaan obat kadaluarsa oleh petugas Dinas Kesehatan masih jauh dari standar pembuangan yang ramah lingkungan, sebagian disebabkan oleh kurangnya sosialisasi regulasi terkini.

### **Aspek Kebijakan dan Regulasi**

(Pratita and Bachtiar, 2022) dalam analisis kebijakan komprehensif mereka mengidentifikasi inkohistensi antara regulasi pendidikan farmasi, regulasi tenaga kefarmasian, dan kebutuhan praktik farmasi yang berkelanjutan. Mereka berargumentasi bahwa ketiadaan Undang-Undang Kefarmasian yang komprehensif yang dapat mengintegrasikan prinsip green pharmacy secara mandatory merupakan akar dari fragmentasi kebijakan. (Mangunsong *et al.*, 2024) menyoroti bahwa regulasi dispensing antibiotik tanpa resep yang belum ditegakkan secara konsisten juga memiliki implikasi keberlanjutan, mengingat potensi kontribusinya terhadap resistansi antimikroba sebagai eksternalitas lingkungan.

### **Diskusi**

Temuan tinjauan sistematis ini secara konsisten menggambarkan bahwa implementasi Green Pharmacy di Indonesia berada pada tahap awal, dengan kesenjangan implementasi yang nyata di semua level sistem kesehatan. Pola ini tidak unik untuk Indonesia studi global (Hashad *et al.*, 2026) yang mengulas pengetahuan dan sikap mahasiswa serta profesional farmasi dari berbagai negara juga menemukan bahwa awareness lebih tinggi daripada actual practice. Namun, konteks Indonesia memiliki dimensi-dimensi spesifik yang perlu diperhatikan dalam perumusan strategi.

Ketimpangan antara Jawa dan luar Jawa dalam kapasitas pengelolaan limbah farmasi adalah temuan yang berulang dan signifikan. (Adisthi *et al.*, 2026) menemukan

bahwa kajian ilmiah pun lebih banyak berpusat di Jawa, mencerminkan disparitas kapasitas penelitian yang berpotensi menciptakan blind spot kebijakan terhadap kondisi fasilitas kesehatan di wilayah timur Indonesia. Kelemahan ini harus diatasi melalui desentralisasi kapasitas riset dan program pelatihan yang menjangkau seluruh wilayah

### Implikasi Kebijakan

Berdasarkan sintesis temuan, lima rekomendasi strategis dirumuskan: (1) Penguatan regulasi Green Pharmacy yang operasional pada level Permenkes dan SPO institusi; (2) Integrasi pembiayaan pengelolaan limbah B3 ke dalam skema JKN/INA-CBG; (3) Integrasi modul Green Pharmacy secara mandatory dalam kurikulum pendidikan farmasi; (4) Pembangunan sistem informasi manajemen limbah terintegrasi untuk monitoring dan enforcement; (5) Penguatan kampanye edukasi publik tentang pembuangan obat sisa yang benar.

Studi ini memiliki keterbatasan: pencarian melalui satu database, sebagian abstrak bersifat truncated, dan heterogenitas desain penelitian. Aspek Green Pharmacy yang belum banyak diteliti di Indonesia mencakup green prescribing, eco-pharmacovigilance sistematis, dan green synthesis bahan alam.

### Keterbatasan Tinjauan

Tinjauan ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicatat. Pertama, pencarian dilakukan melalui satu database (Google Scholar) sehingga mungkin terdapat studi relevan yang terindeks hanya di SCOPUS, PubMed, atau basis data lokal (Portal Garuda, SINTA) yang tidak teridentifikasi. Kedua, abstrak yang tersedia untuk beberapa studi bersifat truncated (terpotong), sehingga penilaian kelayakan sebagian didasarkan pada informasi parsial. Ketiga, heterogenitas desain penelitian dan variasi definisi operasional 'Green Pharmacy' yang digunakan antar-studi menyulitkan perbandingan langsung. Keempat, sebagian studi yang terinklusi memiliki kualitas metodologis yang moderat, terutama dalam hal validitas instrumen dan representativitas sampel.

### Simpulan

Tinjauan sistematis terhadap 28 studi empiris mengungkap bahwa implementasi Green Pharmacy di Indonesia menghadapi kesenjangan yang substansial antara regulasi dan praktik lapangan. Tema dominan adalah manajemen limbah farmasi di faskes (64,3%). Hambatan utama mencakup keterbatasan infrastruktur, SDM, anggaran, dan inkohereni kebijakan. Penguatan regulasi operasional, integrasi pembiayaan limbah dalam JKN, penguatan kurikulum berbasis keberlanjutan, dan edukasi publik menjadi prioritas strategis yang perlu segera ditindaklanjuti.

### Daftar Pustaka

1. Adisthi, P. Y. *et al.* (2026) 'Green Supply Chain Management at Permata Pratama Clinic Family', *Current Science Research Bulletin*, 03(02). doi: 10.55677/csrb/03-V03I02Y2026.
2. Afriani, D. and Fadil, I. (2026) 'Development and evaluation of a TinyML-based sensor fusion system for medical waste classification on low-cost embedded devices', *MEDISAINS: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Kesehatan*, 24(1), pp. 90–94. doi: 10.30595/medisains.v24i1.29422.
3. Aini, F., Irianto, A. and Amar, S. (2023) 'Green Building, Green Innovation and Green HRM: Determinants of Green Hospital Implementation at West Pasaman Regional General Hospital', *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(9). doi: 10.18280/ijstdp.180927.
4. Alidoust, M. *et al.* (2025) 'Asian Agriculture, Waste Management, and Sustainable Development Goals', *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 4(1), pp. 1–9. doi: 10.52850/borneo.v4i1.22560.
5. Baroka, I. U. (2025) 'Pharmaceutical waste management: sources, environmental impacts, and sustainable solutions', *Pharmacy Reports*, 5(1), p. 95. doi:

- 10.51511/pr.95.
6. Darkun, K. *et al.* (2024) 'The Influence of Aloe Vera Biocoagulant and Mixing Time in Reducing Biological Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand and Total Suspended Solids Levels', *Environmental Research, Engineering and Management*, 80(3), pp. 149–161. doi: 10.5755/j01.erem.80.3.35873.
  7. Darmawan, D. *et al.* (2025) 'Implementation of Medical Hazardous and Toxic Waste Management Regulations in Hospitals', in *Proceeding of International Management Conference and Progressive Papers*.
  8. Dewi, A. P. *et al.* (2025) 'Review Artikel: Strategi Pengelolaan Limbah Industri Farmasi Untuk Meningkatkan Kelestarian Lingkungan', *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 9(1), pp. 111–120.
  9. Effendi, R., Rahmawati, R. and Syarifudin, S. (2025) 'Perception--practice relationship in hazardous medical waste management at community health centers in Indonesia', *Global Health & Environmental Perspectives*, 2(2), pp. 332–341.
  10. Fani Rida Wanti *et al.* (2024) 'Management Of Hazardous And Toxic Waste at PKU Muhammadiyah Hospital Surabaya in 2024', *International Journal of Advanced Health Science and Technology*, 4(4), pp. 160–167. doi: 10.35882/ijahst.v4i4.383.
  11. Fettih, M. L. and Elkinai, A. (2021) 'The management of healthcare waste during the (COVID-19) pandemic: Experiences of (India, Japan, Malaysia, Indonesia, China, & Thailand)', *recherches économiques. ASJP*, 16(1), pp. 28–46.
  12. Hashad, N. *et al.* (2026) 'Pharmacy students' and pharmacy professionals' knowledge, perception, and attitude regarding environmental sustainability in pharmacy practice: a systematic review', *International Journal of Pharmacy Practice*. doi: 10.1093/ijpp/riag010.
  13. Hutajulu, S. M., Fitriani, A. D. and . N. (2025) 'Nurse Compliance with Medical Waste Management Protocols: An Observational Study at Indonesian Hospitals', *The Open Public Health Journal*, 18(1). doi: 10.2174/0118749445415226250927084726.
  14. Irianti, S. and Prasetyoputra, P. (2019) 'Pengelolaan Limbah di Pusat Kesehatan Masyarakat Indonesia: Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Praktik Pemisahan Limbah dan Metode Pembuangan', *JURNAL EKOLOGI KESEHATAN*, 18(1), pp. 1–14. doi: 10.22435/jek.18.1.1831.1-14.
  15. Kabiri Naeni, M. and Elahi, Z. (2025) 'Sustainable Waste Management in Healthcare: Application of Fuzzy Determination Method to Prioritize Key Influencing Factors', *Journal of Advances in Environmental Health Research*. Kurdistan University of Medical Sciences, 13(3), pp. 199–206.
  16. Khansa, S. *et al.* (2023) 'Evaluation of Solid Medical Waste Management in Bogor Regional Public Hospitals', *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 18(4), p. 217. doi: 10.21109/kesmas.v18i4.7318.
  17. Lelyana, N. (2024) 'Analysis of Medical Waste Management Compliance in Health Facilities in Indonesia', *Miracle Journal of Public Health*, 7(2), pp. 117–133. doi: 10.36566/mjph.v7i2.357.
  18. Limijadi, E. K. S. and Devi, K. S. (2026) 'Green hospital waste management in Indonesia', in, p. 130001. doi: 10.1063/5.0313246.
  19. Mangunsong, S. *et al.* (2024) 'Should dispensing antibiotics be with a

- doctor's prescription to the public? A study examining the implementation of the rules.', *Cuestiones De Fisioterapia*, 53(03), pp. 3306–3314.
20. Nastiti, A. *et al.* (2026) 'Disposal practices, risk perceptions, and quantification of potential active pharmaceutical ingredients (APIs) from used human medicine in Upper Citarum River Basin', *International Journal of Environmental Health Research*, 36(1), pp. 12–29. doi: 10.1080/09603123.2024.2445162.
  21. Pranawati, E., Dhaneswari, P. and Pratiwi, A. D. (2026) 'Peningkatan Literasi Green Pharmacy melalui Pemanfaatan Limbah dan Bahan Rumah Tangga menjadi Kosmetik Alami', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi: Pharmacare Society*, 5(2), pp. 242–251.
  22. Pratita, R. N. and Bachtiar, A. (2022) 'A Study on Legal Policy of Pharmacy Education and Pharmacy Workers Related to the Urgency of Establishing Pharmacy Law', *Journal of Indonesian Health Policy and Administration*, 6(2). doi: 10.7454/ihpa.v6i2.4445.
  23. Rahmi, S. F. *et al.* (2026) 'Pengelolaan Limbah Farmasi Rumah Sakit Berbasis Green Hospital: Tinjauan Literatur terhadap Kebijakan dan Praktik Berkelanjutan', *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), pp. 13941–13948. doi: 10.31004/riggs.v4i4.5958.
  24. Rizkiana, D. *et al.* (2026) 'Integrasi Prinsip Green Pharmacy dalam Praktik Pembuangan dan Pengelolaan Sisa Obat: Sebuah Kajian Literatur', *Sains Medisina*, 4(3), pp. 225–231. doi: 10.63004/snsmed.v4i3.906.
  25. Rogowska, J. and Zimmermann, A. (2022) 'Household Pharmaceutical Waste Disposal as a Global Problem—A Review', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), p. 15798. doi: 10.3390/ijerph192315798.
  26. Saliza, A., Idris, I. and Evanita, S. (2025) 'Building Sustainable Hospital Waste Management through Financial Integration: A Multi-Level Approach at RSUD Arosuka, West Sumatra, Indonesia', *Journal of Cultural Analysis and Social Change*, pp. 183–197. doi: 10.64753/jcasc.v10i3.2397.
  27. Sari, N. *et al.* (2026) 'Developing a Sustainable Strategy for Solid Hazardous Waste Management in Healthcare Facilities: A Case Study from Batam City, Indonesia', *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 21(1), pp. 209–218. doi: 10.18280/ijstdp.210119.
  28. Sawani, S., Nursia, L. E. and Putra, O. (2025) 'Pengelolaan Limbah Obat Kadaluwarsa di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kabupaten Aceh Barat', *Jurnal Ilmu Kefarmasian Masyarakat*, 14(05), pp. 464–479. Available at: <https://journals.uima.ac.id/index.php/jikm/article/view/4008>.
  29. Siswoyo, E. and Mai, N. H. A. (2022) 'Environmental monitoring and policy for sustainable public facilities: case study of a hospital in Yogyakarta', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1095(1), p. 012031. doi: 10.1088/1755-1315/1095/1/012031.
  30. Tseng, M. L. *et al.* (2022) 'Sustainable waste management in the Indonesian medical and health-care industry: technological performance on environmental impacts and occupational safety', *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33(2), pp. 549–569. doi: 10.1108/MEQ-07-2021-0160.
  31. Volinty, A. G. and Utama, S. P. (2025) 'Analisis Pengelolaan Limbah B3 Secara Terpadu di Rumah Sakit Umum Daerah Kaur', *Integrative Perspectives of Social and Science*, 2(3), pp. 3292–3298. Available at: <https://ipssj.com/index.php/ojs/article/view/429>.

32. Wardoyo, S. *et al.* (2025) 'Effectiveness of a ultraviolet (UV)-equipped waste box in reducing bacterial contamination in laboratory waste', *BMC Research Notes*, 18(1), p. 416. doi: 10.1186/s13104-025-07375-0.

33. Zakharia, Y. C. (2025) *Pengelolaan*

*Limbah B3 di RSUD H. Badaruddin Kasim sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan di Kecamatan Murung*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Available at: <https://repository.uajy.ac.id/id/eprint/36284>.