



Tinjauan Sistematis Dampak Limbah Medis terhadap Kesehatan: Analisis Artikel Tahun 2016-2025

Aisha Rizqa Aulia^{1*}, Zakianis²

^{1,2}Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia
Email: ^{1*}aisharizqa7@gmail.com

Abstract

Medical waste is one of the major public health concerns due to its potential direct impact on human health. One of the key factors contributing to the increased risk of disease transmission from medical waste is improper waste management, including the handling of sharp objects, infectious waste, and emissions from incineration processes that produce hazardous compounds. Studies have shown that exposure to medical waste can lead to infectious diseases such as Hepatitis B, Hepatitis C, as well as toxic effects caused by heavy metals and dioxin emissions from incinerators. This systematic review aims to examine the impact of medical waste exposure on human health based on studies published between 2016 and 2025. The research employed the Systematic Review method following the PRISMA guidelines. Articles were identified through databases including PubMed, Scopus, ScienceDirect, ProQuest, and SAGE Journals. A total of ten studies that met the inclusion criteria were analyzed in depth. The findings indicate that exposure to medical waste contributes to an increased risk of infectious diseases, Needlestick and Sharp Injuries (NSSI), respiratory disorders, and toxic effects on vital organs. Moreover, hazardous chemical compounds such as heavy metals, dioxins, furans, and volatile organic compounds (BTEX) were found to exert carcinogenic and cytotoxic effects on humans. Therefore, safe and sustainable medical waste management is essential to prevent long-term health impacts among healthcare workers, waste handlers, and communities living near healthcare facilities.

Keywords: Medical Waste, Health Impact, Environmental Health.

Abstrak

Limah medis merupakan salah satu permasalahan serius dalam sektor kesehatan masyarakat karena berpotensi menimbulkan dampak langsung terhadap kesehatan manusia. Salah satu faktor yang memengaruhi meningkatnya risiko penyakit akibat limbah medis adalah pengelolaan yang tidak tepat, mencakup penanganan benda tajam, limbah infeksius, serta hasil pembakaran limbah medis yang menghasilkan senyawa berbahaya. Penelitian menunjukkan bahwa paparan limbah medis dapat menyebabkan infeksi menular seperti hepatitis B, hepatitis C, serta gangguan kesehatan akibat toksisitas logam berat dan emisi dari proses insinerasi. Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk mengkaji dampak paparan limbah medis terhadap kesehatan manusia berdasarkan hasil penelitian dalam kurun waktu 2016–2025. Penelitian ini menggunakan metode

Penulis Korespondensi:

Aisha Rizqa Aulia | aisharizqa7@gmail.com

Systematic Review dengan panduan alur PRISMA. Artikel yang diidentifikasi berasal dari database PubMed, Scopus, ScienceDirect, ProQuest, dan SAGE Journals. Sebanyak 10 studi yang relevan dan memenuhi kriteria inklusi dianalisis lebih lanjut. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa paparan limbah medis berkontribusi terhadap peningkatan risiko penyakit infeksius, cedera akibat jarum suntik (*Needlestick and Sharp Injuries*), gangguan sistem pernapasan, dan efek toksik pada organ tubuh. Selain itu, bahan kimia berbahaya seperti logam berat, dioksin, furans, dan senyawa organik volatil (BTEX) terbukti menimbulkan dampak karsinogenik dan sitotoksik terhadap manusia. Dengan demikian, pengelolaan limbah medis yang aman dan berkelanjutan menjadi langkah penting dalam mencegah dampak kesehatan jangka panjang pada tenaga medis, petugas pengelola limbah, dan masyarakat sekitar fasilitas kesehatan.

Kata Kunci: Limbah Medis, Dampak Kesehatan, Kesehatan Lingkungan.

PENDAHULUAN

Limbah medis merupakan salah satu masalah serius dalam sektor kesehatan masyarakat karena berpotensi menimbulkan dampak langsung terhadap kesehatan manusia. Menurut WHO, limbah medis terdiri dari beberapa kategori, yaitu limbah infeksius, benda tajam, patologis, kimia, limbah farmasi dan sitotoksik, serta limbah radioaktif (WHO, 2024). Sekitar 85% limbah yang dihasilkan dari kegiatan pelayanan kesehatan merupakan limbah non-berbahaya, sedangkan 15% sisanya merupakan limbah berbahaya yang bersifat infeksius, radioaktif, atau toksik (Janik-Karpinska et al., 2023).

Secara global, diperkirakan setidaknya 5,2 juta orang meninggal setiap tahun, termasuk 4 juta anak-anak, akibat penyakit yang disebabkan oleh limbah medis yang tidak terkelola dengan baik (Rahman et al., 2020). Limbah medis dapat memberikan dampak jangka panjang terhadap kesehatan manusia, baik bagi individu yang menangani, mengumpulkan, dan mendaur ulang limbah tersebut, maupun bagi masyarakat umum (Janik-Karpinska et al., 2023). Lebih dari dua juta tenaga medis di seluruh dunia terpapar patogen sebagai akibat dari rutinitas kerja mereka sehari-hari (Yazie et al., 2019). Setiap orang yang berada dekat dengan limbah medis berbahaya berpotensi berisiko, termasuk tenaga kesehatan, petugas penanganan limbah, maupun pihak yang terpapar akibat praktik yang tidak aman (Janik-Karpinska et al., 2023). Kelompok yang paling berisiko mencakup dokter, perawat, tenaga penunjang kesehatan, pasien, serta petugas layanan pendukung seperti pekerja laundry, staf pengelolaan dan transportasi limbah, serta pekerja fasilitas pembuangan limbah (Padmanabhan et al., 2019).

Menurut data WHO, setiap tahun diperkirakan terdapat 16 miliar injeksi yang diberikan di seluruh dunia, namun tidak semua jarum dan spuit tersebut dibuang dengan benar setelah digunakan (WHO, 2024). Kondisi ini meningkatkan risiko terpapar limbah medis berbahaya, terutama limbah tajam yang dapat menularkan patogen berbahaya melalui luka tusuk. Temuan serupa juga dilaporkan dalam penelitian di Ethiopia, yang menunjukkan bahwa 35% fasilitas pelayanan kesehatan masih mengumpulkan dan membuang jarum, spuit, serta benda tajam lainnya dengan cara yang tidak aman, sehingga membuat tenaga kesehatan maupun masyarakat umum berada dalam risiko paparan dan cedera yang semakin meningkat (Meleko et al., 2018). Luka akibat jarum suntik bekas (*Needlestick and Sharp Injuries/NSSI*) merupakan salah satu kecelakaan kerja paling umum di rumah sakit dan sering terjadi selama prosedur medis atau pembersihan alat medis (Saadeh et al., 2020). Insiden kecelakaan tertusuk jarum sebagian besar terjadi karena jarum tidak langsung dibuang ke wadah limbah tajam, dan pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang memadai (Mohamud et al., 2023)

Limbah tajam merupakan kategori paling berbahaya karena dapat menyebabkan luka tusuk yang membawa risiko penularan patogen darah seperti hepatitis B, hepatitis C, dan HIV jika tidak ditangani dengan benar (Janik-Karpinska et al., 2023). Selain risiko infeksi, manajemen pengelolaan limbah medis yang buruk juga menghasilkan logam berat serta dioksin dari pembakaran (WHO, 2024). Emisi dioxin dan furans hasil dari insinerator limbah medis bersifat karsinogenik dan dapat menimbulkan masalah kesehatan lain (WHO, 2024)

Sementara itu, studi yang dilakukan Cook et al. (2022) menunjukkan bahwa praktik pembakaran limbah medis yang tidak terkontrol dan penggunaan kembali alat medis bekas menjadi tiga faktor utama yang mengancam kesehatan manusia, studi inimenunjukkan hubungan langsung antara praktik buruk pengelolaan limbah medis dan peningkatan morbiditas masyarakat di negara berkembang (Cook et al., 2022)

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa limbah medis berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan pada manusia baik secara langsung melalui infeksi maupun tidak langsung melalui paparan bahan toksik dan emisi pembakaran. Namun, belum terdapat kajian sistematis yang secara eksplisit menelaah bukti empiris mengenai dampak limbah medis terhadap kesehatan manusia di berbagai negara dalam rentang waktu 2016–2025. Selain itu, paparan senyawa kimia volatil seperti BTEX serta dampak kesehatan dari fasilitas pengolahan limbah non-insinerasi masih jarang dibahas, padahal hasil temuan terbaru menunjukkan bahwa kedua aspek tersebut berpotensi memberikan risiko signifikan terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji literatur dan menganalisis bukti ilmiah tentang dampak paparan limbah medis terhadap kesehatan manusia dengan menyoroti temuan baru seperti paparan BTEX dan pengolahan limbah non-insinerasi yang belum banyak diteliti di Indonesia.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan sistematis atau dapat disebut juga dengan penelitian *Systematic Review* yang menerapkan pedoman PRISMA. Artikel yang disertakan dalam tinjauan diambil dari beberapa database yaitu ScienceDirect, ProQuest, Scopus, PubMed, dan SageJournal dengan rentang waktu 10 tahun, yaitu dari tahun 2016-2025. Bahasa yang digunakan dalam artikel adalah bahasa inggris. Kata kunci pencarian artikel disusun berdasarkan format pertanyaan PEOs (*Population, Exposures, Outcomes, Study Design*). Pertanyaan penelitian dalam penelitian ini yaitu “Bagaimana Dampak Limbah Medis Terhadap Kesehatan Manusia berdasarkan Analisis Artikel Tahun 2016-2025?”. Adapun *framework* PEOs dalam penelitian disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1 *Framework* PEOs

<i>Population</i>	Populasi yang berisiko terpapar limbah medis (tenaga medis, petugas limbah, dan masyarakat sekitar fasilitas kesehatan).
<i>Exposures</i>	Paparan limbah medis padat, cair atau gas
<i>Outcomes</i>	Dampak kesehatan yang timbul akibat paparan limbah medis.
<i>Study Design</i>	Studi observasional (cohort, case-control, cross-sectional) dan studi kasus (case reports kecelakaan atau infeksi akibat limbah medis).

Kata kunci yang digunakan antara lain: “*Medical Waste*”, “*Hospital Waste*”, “*Biomedical Waste*”, “*Health Impact*”, “*Health Risks*”, dan “*Health Effects*”. Kata-kata tersebut diperoleh dari rangkaian pencarian yang dirumuskan berdasarkan komponen subjek, paparan, serta luaran yang ingin diteliti dalam studi in. Kata bantu ‘AND’ dan ‘OR’ digunakan untuk memperluas atau mempersempit hasil pencarian di basis data yang sudah ditentukan sebelumnya.

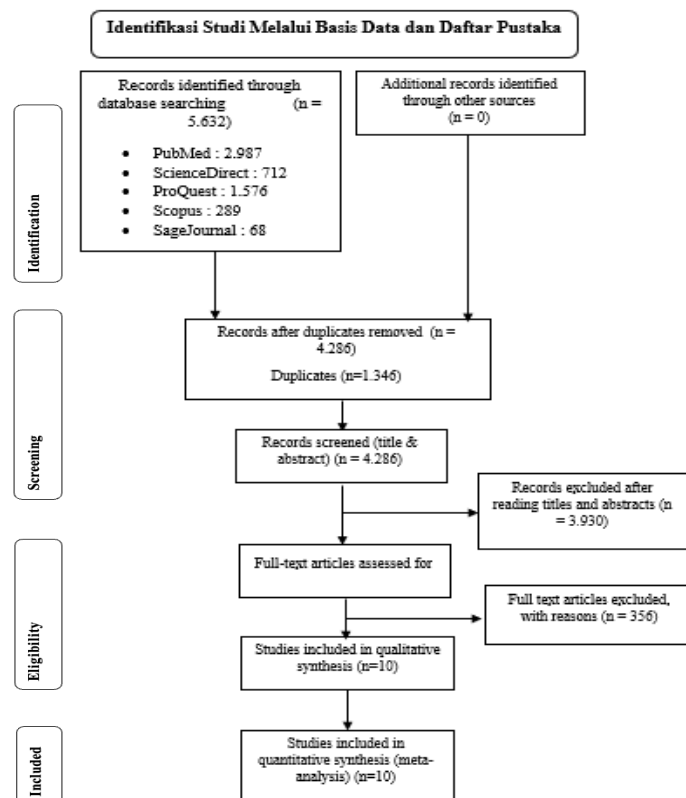
Seleksi awal berdasarkan judul dan abstrak dilakukan secara independen sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi pada penelitian sebagai berikut :

1. Studi memiliki hasil yang menyatakan dampak limbah medis terhadap kesehatan manusia.
2. Jenis studi observasional (*cross-sectional*, *cohort*, *case-control*), *case report* dan eksperimen
3. Studi diterbitkan dalam waktu 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2016-2025.
4. Artikel ditulis dalam Bahasa Inggris.

Sementara, kriteria eksklusi pada penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Studi laboratorium atau entomologi murni tanpa data epidemiologi
2. Dokumen/laporan/draf kebijakan/pedoman dari WHO atau organisasi formal.
3. Artikel yang terbit dalam Bahasa selain Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.

Penghapusan duplikasi artikel pada tiap database dilakukan sebelum memilih artikel. Selanjutnya, Artikel dianalisis secara komprehensif untuk memvalidasi keberadaan data yang relevan dan dapat digunakan untuk tinjauan sistematis. Meskipun penelitian tinjauan sistrmatis ini menggunakan data sekunder dari publikasi ilmiah, tetap mematuhi prinsip etika penelitian, yaitu termasuk sitasi yang tepat, tidak melakukan plagiarisme, dan transparansi metode.



Grafik 1 Diagram PRISMA

HASIL

Berdasarkan hasil tinjauan melalui database ScienceDirect, SageJournal, ProQuest,, Scopus, dan PubMed didapatkan total 5.632 artikel. Setelah proses penghapusan artikel duplikat sebanyak 1.346 artikel, tersisa 4.286 artikel yang disaring berdasarkan judul dan abstrak. Setelah proses penyaringan tersebut, sebanyak 3.930 artikel dikeluarkan karena tidak relevan dengan topik penelitian. Selanjutnya, 356 artikel teks lengkap dievaluasi untuk kelayakan namun sebanyak 346 artikel teks lengkap dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi, tidak sesuai nya fokus kajian, kurang memdai nya data, atau tidak terdapat hubungan yang jelas antara variabel.. Sehingga, 10 artikel yang memenuhi kriteria inklusi digunakan dalam penelitian.

Tabel 2 Hasil Temuan Artikel

No	Judul	Penulis dan Tahun	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Health and Environmental Risk Assessment of Heavy Metals Contamination from Medical Wastes Ash of Baghdad Hospitals	Kadhem et al. 2024	Iraq	Cross sectional	Analisis terhadap abu limbah medis insinerasi mengandung konsentrasi logam berat yang tinggi, terutama Zn, Pb, Cu, As, Hg, dan Cd. Logam berat ini dapat menyebabkan kanker karena terjadinya paparan yang terus menerus, terutama bagi pekerja yang terpapar secara kontinu di area insinerator.
2.	Adverse reproductive outcomes associated with exposure to a municipal solid waste incinerator	Santoro et al. 2016	Italy	Retrospective cohort	Analisis terhadap 3.153 kelahiran menunjukkan adanya indikasi peningkatan risiko kelahiran prematur pada ibu yang tinggal lebih dekat dan lebih terpapar emisi insinerator. Paparan yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko kelahiran prematur (OR 1.61; 95% CI: 0.88–2.94).
3.	The exposure rate to hepatitis B and C viruses among medical waste handlers in three government hospitals, southern Ethiopia	Amsalu et al., 2016	Ethiopia	Cross-sectional study	Hasil penelitian menunjukkan bahwa medical waste handlers (MWH) memiliki tingkat paparan seumur hidup terhadap hepatitis B yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan non-medical waste handlers (NMWH), sebagaimana ditunjukkan oleh prevalensi anti-HBc yang lebih besar dan odds ratio 3.17 (95% CI: 1.64–6.13).
4.	Seroprevalence of hepatitis B and C among domestic and healthcare waste handlers in Belo Horizonte, Brazil	Mol et al., 2016	Brazil	Cross-sectional study	Pekerja penanganan limbah domestik maupun limbah kesehatan memiliki risiko serupa terhadap infeksi hepatitis B dan Risiko infeksi virus hepatitis C (HCV) sedikit lebih tinggi pada pekerja limbah layanan kesehatan dibandingkan dengan pekerja limbah rumah tangga,

5.	Hepatitis B virus infection and its associated factors among medical waste collectors at public health facilities in eastern Ethiopia: a facility-based crosssectional study	Mengiste et al. 2021	Ethiopia	Cross-sectional study	Prevalensi hepatitis B yang tinggi di kalangan pengumpul limbah medis di fasilitas kesehatan publik di Ethiopia timur, dengan 20.4% pekerja terdeteksi positif HBsAg.
6.	Medical Waste Collectors in Eastern Ethiopia are Exposed to High Sharp Injury and Blood and Body Fluids Contamination	Alemayehu et al., 2016	Ethiopia	Cross-sectional study	Studi ini menunjukkan bahwa pengumpul limbah medis di Ethiopia timur memiliki tingkat paparan yang tinggi terhadap cedera benda tajam (30%) serta kontak dengan darah dan cairan tubuh (43.8%) selama satu tahun terakhir.
7.	Needle Stick and Sharp Injuries Among Healthcare Workers A retrospective six-year study	Saadeh et al. 2020	Jordan	Retrospektif	Menemukan 393 kasus needlestick and sharp injuries (NSSI) pada tenaga kesehatan, denganMost reported cases were among nurses (39.7%) and cleaners (36.6%). Almost half of reported injuries occurred in hospital wards (46.1%) and more than one-third of reported injuries occurred during medical waste collection (38.2%). proporsi tertinggi pada perawat dan petugas kebersihan, terutama terjadi di bangsal rumah sakit dan saat pengumpulan limbah medis.
8.	Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana	Udofia et al., 2017	Ghana	Cross-sectional study	Sebagian besar rumah tangga membuang obat tidak terpakai dan benda tajam medis ke tempat sampah umum, Bahaya dari limbah medis padat di rumah tangga dan di komunitas masing-masing dilaporkan oleh 5% dan 3% responden. Jenis limbah yang dilaporkan meliputi jarum (dengan atau tanpa spuit), botol/gelas obat yang pecah, serta pisau cukur bekas.
9.	Evaluation of Injuries Involving Exposure to Blood and Body Fluids Among Hospital Healthcare Workers	Alay et al., 2017	Turki	Retrospektif	Mayoritas kejadian pajanan pada tenaga kesehatan berasal dari cedera akibat benda tajam terutama <i>needlestick injuries</i> (72,9%), Sebanyak tiga puluh empat persen (n=13) dari 38 cedera yang dilaporkan terkait dengan pengelolaan limbah medis yang tidak tepat. Beberapa kecelakaan tersebut terjadi selama proses

					pengumpulan limbah medis, dan sebagian lainnya terjadi akibat pemisahan bahan limbah yang tidak benar saat kegiatan pembersihan.
10.	Health risk and toxicity assessment of exhaust air from non-incineration devices for hospital waste treatment in Tehran, Iran	Bahmani et al., 2025	Iran	Eksperimen	Menemukan bahwa dua rumah sakit (B dan C) memiliki tingkat paparan BTEX di ruang limbah yang melewati batas aman, baik untuk efek non-karsinogenik maupun karsinogenik serta terdapat sitotoksitas yang signifikan pada auto klaf yang dilengkaipi oleh <i>shredder</i> .

PEMBAHASAN

Paparan limbah medis telah menjadi salah satu isu penting yang berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, terutama pada kelompok tenaga medis, pengelola limbah, dan masyarakat di sekitar fasilitas pelayanan kesehatan. Berdasarkan hasil tinjauan sistematis terhadap 10 studi yang dilakukan di berbagai wilayah, termasuk Indonesia, antara tahun 2016 hingga 2025, ditemukan bahwa paparan limbah medis dalam berbagai bentuk memiliki dampak bagi kesehatan manusia seperti peningkatan resiko infeksi menular, kejadian *Needlestick and Sharp Injuries* (NSSI) serta dapat menyebabkan efek toksik terhadap organ tubuh. Penelitian dibatasi oleh keterbatasan jumlah studi yang relevan, heterogenitas metode antar penelitian, kemungkinan bias publikasi pada studi yang diinklusi seta bias pada metode penelitian *systematic review*.

Kejadian cedera akibat benda tajam, seperti tusukan jarum suntik atau NSSI, merupakan salah satu risiko yang paling sering dialami saat menangani atau berinteraksi dengan limbah medis. Berdasarkan penelitian di Turki (Alay et al., 2017), Ghana (Udofia et al. 2017), Jordan (Saadeh et al., 2020), dan Ethiopia (Alemayehu et al., 2016) menunjukkan bahwa kasus cedera akibat benda tajam sebagian besar terjadi karena kurang optimalnya sistem pengelolaan limbah medis. Penelitian lain di Ethiopia juga menunjukkan bahwa tingginya kejadian NSSI tidak terlepas dari lemahnya sistem keselamatan di fasilitas pelayanan kesehatan, terutama dalam aspek pemisahan dan pengumpulan limbah tajam (Amlak et al., 2023). Tidak hanya di fasilitas kesehatan, praktik pembuangan jarum dan alat medis bekas ke tempat sampah rumah tangga sebagaimana ditemukan di Ghana memperluas risiko penularan ke masyarakat umum (Udofia et al., 2017). Dampak dari cedera akibat benda tajam tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga menimbulkan tekanan psikologis bagi tenaga kesehatan. Studi di Arab Saudi menjelaskan bahwa tenaga kesehatan yang mengalami luka tusuk sering merasakan kecemasan dan stres akibat kekhawatiran terhadap potensi terpapar penyakit infeksi menular (Alzaaqi, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa paparan limbah tajam memiliki konsekuensi ganda, baik secara medis maupun emosional. Adapun faktor risiko utama yang berkontribusi terhadap kejadian cedera akibat benda tajam yang ada pada limbah medis tersebut meliputi tidak menggunakan sarung tangan, tidak memiliki pendidikan formal, dan tidak pernah menerima pelatihan terkait keselamatan kerja. Kondisi kerja yang buruk, rendahnya penggunaan alat pelindung diri, serta minimnya pengetahuan tentang bahaya limbah medis (Alemayehu et al., 2016).

Paparan limbah medis berpotensi menimbulkan risiko penularan penyakit infeksius seperti hepatitis B dan hepatitis C terutama pada pekerja pengelola limbah di fasilitas kesehatan. Penelitian di Ethiopia menunjukkan bahwa kelompok *medical waste handlers*

(MWH) memiliki tingkat paparan yang lebih tinggi terhadap virus hepatitis B dibandingkan populasi umum maupun pekerja non-medis (Amsalu et al., 2016). Penelitian lain di Ethiopia yang melibatkan 4.948 tenaga kesehatan dan MWH, di mana prevalensi HBV mencapai 8,6% pada MWH lebih tinggi dibandingkan tenaga kesehatan umum sebesar 4,98%. Tingginya angka tersebut berkaitan dengan minimnya cakupan vaksinasi HBV dan lemahnya kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri. (Girmay et al., 2024). Kondisi serupa dilaporkan di Ethiopia yang menyebutkan bahwa tingginya angka prevalensi hepatitis B pada pengumpul limbah medis (20,4%) di fasilitas kesehatan publik menggambarkan lemahnya penerapan standar keselamatan kerja dan perlindungan diri di lapangan, pekerja sering kali tidak memiliki akses terhadap vaksinasi hepatitis B dan masih terpapar langsung terhadap bahan infeksius tanpa pelatihan memadai (Mengiste et al., 2021). Sedangkan di Kenya, tenaga kesehatan yang telah mendapatkan vaksinasi HBV lengkap hanya 35,9% dari total responden yang diteliti, dengan hasil prevalensi infeksi HBV pada tenaga kesehatan sebesar 18,8% (Mboya et al., 2023). Penemuan di Ethiopia dan di Kenya menunjukkan kesamaan dalam hal cakupan vaksinasi yang belum optimal sebagai upaya pencegahan infeksi hepatitis B. Namun, salah satu penelitian yang dilakukan di Brazil menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dengan kedua negara tersebut, 73,8% dari seluruh MWH yang diteliti sudah melakukan vaksinasi HBV, hal ini dapat disebabkan oleh kebijakan di Brazil yang sejak Maret 2010 telah menyediakan vaksin HBV secara gratis melalui Sistem Kesehatan Terpadu (Unified Health System) bagi kelompok rentan, termasuk MWH (Mol et al., 2016). Tenaga kesehatan dan pekerja pengelola limbah termasuk dalam kelompok paling rentan terhadap transmisi patogen darah akibat kontak langsung dengan jarum suntik, alat medis tajam, atau bahan biologis dari pasien. Hal ini menunjukkan bahwa risiko infeksius yang timbul bukan hanya akibat kecelakaan kerja sesaat, melainkan hasil akumulasi dari paparan berulang dalam jangka panjang (Janik-Karpinska et al., 2023)

Proses pengolahan limbah medis melalui insinerator menghasilkan emisi dan residu yang dapat menimbulkan dampak kesehatan serius. Emisi hasil pembakaran limbah mengandung dioksin dan logam berat (Pan et al., 2022). Sisa abu hasil pembakaran limbah medis dapat memengaruhi fungsi sistem pernapasan dan kardiovaskular, karena partikel halus yang dihasilkan mudah terhirup dan menumpuk di jaringan paru serta pembuluh darah (Titto et al., 2019). Dampak ini tidak terbatas pada pekerja insinerator, tetapi juga dapat dirasakan masyarakat di sekitarnya. Temuan di Italy menyatakan bahwa ibu hamil yang tinggal dekat dengan fasilitas pembakaran limbah memiliki peningkatan risiko kelahiran prematur, mengindikasikan bahwa paparan udara tercemar dari proses insinerasi dapat memengaruhi sistem reproduksi dan perkembangan janin (Santoro et al., 2016). Logam berat yang terkandung dalam emisi hasil pembakaran limbah setelah terserap oleh tubuh memicu stres oksidatif yang menghasilkan gangguan endokrin, kerusakan DNA, peniruan ionik (ionic mimicry), dan apoptosis. Proses-proses ini mengganggu fisiologi reproduksi perempuan, yang berujung pada kerusakan plasenta, ketidakseimbangan hormonal, penurunan fertilitas, uaran kehamilan yang merugikan, serta kerusakan organ lain (Marconi et al., 2026). Logam berat dari hasil pembakaran limbah medis dapat menimbulkan gangguan pada sistem imun, saraf, ginjal, otak, dan paru-paru (Titto et al., 2019). Penelitian di Baghdad menyoroiti bahwa paparan kronis terhadap logam berat dari insinerator dapat bersifat karsinogenik dan meningkatkan risiko kanker, khususnya pada pekerja yang terlibat langsung dalam pengoperasian insinerator (Kadhem et al., 2024). Insinerator merupakan sumber utama zat dioksin dan furan yang bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan gangguan imunologis dan hormonal (Domingo et al., 2020).

Paparan senyawa organik volatil BTEX (Benzena, Toluena, Etilbenzena, dan Xilena) dari proses pengelolaan limbah medis telah diidentifikasi sebagai sumber risiko kesehatan yang penting bagi pekerja maupun masyarakat sekitar fasilitas kesehatan. Penelitian di Iran menjelaskan bahwa perangkat non-insinerasi yang digunakan dalam pengolahan limbah rumah sakit dapat melepaskan senyawa BTEX ke udara, yang kemudian menyebabkan efek kesehatan non-karsinogenik maupun karsinogenik, paparan tersebut terutama terjadi melalui inhalasi, di mana senyawa benzena diketahui bersifat karsinogenik terhadap manusia, sedangkan toluena, etilbenzena, dan xilena berhubungan dengan gangguan pada sistem saraf pusat dan fungsi hati (Bahmani et al., 2025). Studi lain yang dilakukan di Iran juga memperkuat temuan ini dengan mendeteksi adanya senyawa BTEX dalam urin pekerja autoklaf, menunjukkan bahwa paparan dapat terjadi secara langsung di lingkungan kerja bahkan pada fasilitas yang tidak menggunakan pembakaran, menandakan adanya potensi bahaya kesehatan kerja yang nyata (Rafiei et al., 2018). Temuan serupa juga dilaporkan di China yang menyebutkan bahwa pekerja yang terpapar senyawa BTEX dalam fasilitas pengelolaan limbah medis menunjukkan peningkatan risiko gangguan hematologis akibat toksisitas benzena (Li et al., 2021). Selain risiko BTEX, paparan sitotoksik dari limbah medis juga menjadi perhatian penting karena sifatnya yang merusak sel dan dapat menimbulkan efek akut maupun kronis. Penelitian di Iran menemukan adanya tingkat sitotoksitas signifikan pada seluruh perangkat pengolahan limbah rumah sakit, dengan nilai tertinggi pada autoklaf yang dilengkapi dengan shredder, diduga akibat adanya campuran limbah farmasi yang mengandung senyawa aktif kimiawi (Bahmani et al., 2025). Paparan akut zat sitotoksik biasanya menyebabkan gejala sementara, seperti pusing, sakit kepala, mual, dan rasa tidak enak badan (Janik-Karpinska et al., 2023). Secara keseluruhan, temuan-temuan ini menunjukkan bahwa baik emisi senyawa BTEX maupun paparan sitotoksik dari proses pengolahan limbah medis, termasuk metode non-insinerasi, dapat menimbulkan dampak kesehatan yang serius.

Berbagai dampak kesehatan yang terjadi akibat paparan dari limbah medis perlu diminimalkan melalui penerapan tindakan pencegahan yang komprehensif dan berkelanjutan. Studi di Ethiopia menunjukkan bahwa manfaat melakukan tindakan pencegahan yang dianggap efektif dalam meningkatkan praktik pencegahan infeksi seperti penggunaan APD secara lengkap, mencuci tangan dan menggunakan hand sanitizer, melakukan vaksinasi, serta memilah limbah secara tepat untuk melindungi diri dari mikroorganisme penyebab penyakit selama jam kerja jauh lebih besar dibandingkan hambatan yang dapat menghalangi tenaga kesehatan untuk terlibat dalam tindakan pencegahan tersebut (Bubamo et al., 2025). Selain itu, penelitian di Turki menemukan bahwa tingkat pengetahuan perawat yang bekerja di layanan kesehatan primer mengenai pemisahan dan penggunaan limbah medis masih belum memadai, terutama dalam hal proses pemilahan limbah medis (Gumus et al., 2024). Intervensi edukasi terbukti dapat meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku tenaga medis dalam menerapkan pengelolaan limbah medis padat (Sofia et al., 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tinjauan sistematis pada penelitian menunjukkan bahwa limbah medis memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan manusia, baik melalui paparan langsung maupun tidak langsung. Paparan langsung terutama disebabkan oleh cedera akibat benda tajam seperti jarum suntik bekas (*Needlestick and Sharp Injuries*) yang menjadi jalur utama penularan penyakit menular seperti hepatitis B dan hepatitis C pada tenaga kesehatan dan petugas pengelola limbah. Selain itu, paparan limbah infeksius seperti darah dan cairan tubuh menyebabkan risiko infeksi silang di fasilitas kesehatan, sedangkan paparan tidak

langsung melalui hasil pembakaran limbah medis seperti dioksin, furans, dan logam berat berpotensi menimbulkan efek toksik terhadap sistem pernapasan, saraf, ginjal, dan kardiovaskular. Studi juga menunjukkan adanya paparan senyawa organik volatil (BTEX) dari proses pengolahan limbah medis non-insinerasi yang dapat menimbulkan risiko kesehatan non-karsinogenik dan karsinogenik, serta efek sitotoksik yang berdampak pada pekerja dan lingkungan sekitar fasilitas kesehatan. Secara keseluruhan, hasil kajian menegaskan bahwa pengelolaan limbah medis yang tidak sesuai standar dan rendahnya kesadaran terhadap keselamatan kerja menjadi faktor utama penyebab paparan berulang dan peningkatan risiko gangguan kesehatan baik pada individu yang bekerja langsung dengan limbah medis maupun masyarakat sekitar fasilitas pelayanan kesehatan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperlukan penyusunan kebijakan nasional pengelolaan limbah medis yang terstandar dan terintegrasi dengan sistem kesehatan masyarakat, mencakup tahapan pemilahan, penyimpanan, pengangkutan, dan pemusnahan limbah secara aman sesuai pedoman WHO. Penguatan pengawasan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan dalam penerapan sistem manajemen limbah medis perlu dilakukan, disertai dengan pelatihan berkelanjutan bagi tenaga medis dan petugas pengelola limbah. Selain itu, perlu dikembangkan teknologi pengolahan limbah medis ramah lingkungan, seperti metode non-insinerasi (autoklaf dan sterilisasi uap) untuk mengurangi emisi dioksin dan logam berat berbahaya. Tenaga kesehatan perlu diberikan imunisasi hepatitis B dan perlindungan kerja yang memadai, termasuk ketersediaan alat pelindung diri dan wadah limbah tajam yang aman. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan menggunakan pendekatan meta-analisis kuantitatif atau pemodelan risiko kesehatan lingkungan untuk memperkirakan besaran dampak paparan limbah medis terhadap kesehatan manusia. Praktisi kesehatan juga diharapkan dapat mengoptimalkan edukasi masyarakat dan pelatihan petugas pengelola limbah di tingkat fasilitas pelayanan agar praktik pengelolaan limbah medis berjalan aman dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Dosen Pembimbing Akademik, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, dan seluruh pihak yang telah membimbing dan memberikan arahan terkait penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alay, H., Şahİner, M., Çelİk, N., & Kadiođlu, B. G. (2017). Evaluation of Injuries Involving Exposure to Blood and Body Fluids Among Hospital Healthcare Workers. *Mediterr J Infect Microb Antimicrob*, 6. <https://doi.org/10.4274/mjima.2017.8>
- Alemayehu, T., Worku, A., & Assefa, N. (2016). Medical Waste Collectors in Eastern Ethiopia are Exposed to High Sharp Injury and Blood and Body Fluids Contamination. *Journal of Prevention & Infection Control*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.21767/2471-9668.100016>
- Alzaaqui, A. (2024). Incidence, Knowledge, Attitude and Practice of Healthcare Workers Regarding Needle Stick Injuries at a Tertiary Care Hospital in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences*. <https://doi.org/10.36348/sjmeps.2024.v10i06.006>
- Amlak, B. T., Tesfa, S., Tesfamichael, B., Abebe, H., et al. (2023). Needlestick and sharp injuries and its associated factors among healthcare workers in Southern Ethiopia. *SAGE Open Medicine*, 11. <https://doi.org/10.1177/20503121221149536>

- Amsalu, A., Worku, M., Tadesse, E., & Shimelis, T. (2016). The exposure rate to hepatitis B and C viruses among medical waste handlers in three government hospitals , southern Ethiopia. *Epidemiology and Health*, 38, 1–8. <http://dx.doi.org/10.4178/epih/e2016001>
- Bahmani, Z., Yaghmaeian, K., Nabizadeh, R., & Yunesian, M. (2025). Health risk and toxicity assessment of exhaust air from non- incineration devices for hospital waste treatment in Tehran , Iran. *Scientific Reports*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-025-86817-y>
- Bubamo, F., Endale, T., & Yalew, M. (2025). Preventive practices and associated factors among healthcare workers handling medical waste in Ethiopia: A cross-sectional study. *Environmental Health Insights*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1178630225123456>
- Cook, E., Nartey, E. B., & Kpodo, K. E. (2022). Improper medical waste management practices and their effects on human health: Evidence from developing countries. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(12), 2527–2538. <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.1931192>
- Domingo, J. L., Marquès, M., Mari, M., & Schuhmacher, M. (2020). Adverse health effects for populations living near waste incinerators with special attention to hazardous waste incinerators: A review of the scientific literature. *Environmental Research*, 187, 109631. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109631>
- Gumus, F., Duman, N., & Koc, A. (2024). Knowledge and practices of primary healthcare nurses regarding medical waste management: A cross-sectional study in Turkey. *Journal of Nursing Management*, 32(3), 1124–1133. <https://doi.org/10.1111/jonm.14120>
- Janik-Karpinska, D., Pawlowska, M., & Koc-Jurczyk, J. (2023). Occupational exposure and acute symptoms associated with cytotoxic medical waste: A global overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1852. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031852>
- Kadhem, N., Hussein, I. F., & Hussain, B. A. (2024). Health and Environmental Risk Assessment of Heavy Metals Contamination from Medical Wastes Ash of Baghdad Hospitals. *Journal of Physics: Conference Series*, 2857, 1–17. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2857/1/012049>
- Li, L., Guo, H., Peng, H., Xu, J., & Song, W. (2021). Exposure to benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene (BTEX) among healthcare waste management workers and hematological effects. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(10), 654. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09377-8>
- Meleko, A., Tesfaye, T., Henok, A., & Tadele, G. (2018). Assessment of healthcare waste generation rate and management practice in health centers of Bench Maji Zone. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 28(2), 125–134. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v28i2.2>
- Mengiste, D. A., Dirbsa, A. T., Ayele, B. H., & Hailegiyorgis, T. T. (2021). Hepatitis B virus infection and its associated factors among medical waste collectors at public health facilities in eastern Ethiopia : a facility-based cross- sectional study. *BMC Infectious Disease*, 21, 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12879-021-05918-x>

- Mohamud, S., Yusuf, M., & Musa, A. (2023). Needlestick and sharp injuries and associated factors among healthcare workers in Mogadishu, Somalia: A cross-sectional study. *Infection and Drug Resistance*, 16, 2047–2056. <https://doi.org/10.2147/IDR.S403222>
- Mol, M. P. G., Gonçalves, J. P., Silva, E. A., Scarponi, C. F., Greco, D. B., Cairncross, S., & Heller, L. (2016). Seroprevalence of hepatitis B and C among domestic and healthcare waste handlers in Belo Horizonte , Brazil. *Waste Management & Research*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/0734242X16649686>
- Rafiei, A., Mansouri, N., & Jafari, A. J. (2018). Occupational exposure to BTEX compounds and their urinary metabolites among autoclave operators in healthcare waste treatment facilities. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(5), 1274–1285. <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1417185>
- Rahman, M. M., Khan, I. T., & Ahmed, S. (2020). Medical waste management and its impact on human health and environment: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(25), 30630–30643. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09470-9>
- Saadeh, R., Khairallah, K., Abozeid, H., Al Rashdan, L., Alfaqih, M., & Alkhatatbeh, O. (2020). Needle Stick and Sharp Injuries Among Healthcare Workers A retrospective six-year study. *Sultan Qaboos University Med J*, 20(February), 54–62. <https://doi.org/10.18295/squmj.2020.20.01.008>
- Santoro, M., Minichilli, F., Linzalone, N., & Coi, A. (2016). *Adverse reproductive outcomes associated with exposure to a municipal solid waste incinerator*. 52(4), 576–581. <https://doi.org/10.4415/ANN>
- Sofia, R., Permana, A., & Nugroho, T. (2021). Effect of educational intervention on knowledge, attitude, and practices regarding solid medical waste management among healthcare workers. *Global Journal of Health Science*, 13(7), 85–94. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v13n7p85>
- Padmanabhan, K. K., & Barik, D. (2019). Health hazards of medical waste and its disposal. *Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation* (pp. 99–118). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102528-4.00007-3>
- Titto, R. E., et al. (2019). Health implications of emissions from medical waste incineration: a review. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Udofia, E. A., Gulis, G., & Fobil, J. (2017). Solid medical waste : a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. *BMC Public Health*, 17, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4366-9>
- World Health Organization. (2024). Health-Care Waste [Web page]. WHO Southeast Asia. Retrieved November 13, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- Yazie, T. D., Chufa, K. A., & Tebeje, M. G. (2019). Healthcare waste management current status and potential challenges in Ethiopia: A systematic review. *BMC Research Notes*, 12(1), 285. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4329-7>