

## Literature Review : Krisis Pengolahan dan Pencemaran Limbah Medis Rumah Sakit

Carmelia Santania Fahik<sup>1</sup>

Program Studi Sains Biomedis, Fakultas Kesehatan, Universitas Ivet Semarang  
Gajah mungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Corresponding author email: [carmeliafahik18@gmail.com](mailto:carmeliafahik18@gmail.com)

### ABSTRAK

Limbah medis adalah bagian dari limbah yang dihasilkan di fasilitas pelayanan kesehatan, seperti rumah sakit, praktek dokter, praktek dokter gigi, bank darah, dan rumah sakit/klinik hewan, serta fasilitas penelitian medis dan laboratorium. Secara umum, limbah medis adalah limbah kesehatan yang dapat terkontaminasi oleh darah, cairan tubuh, atau bahan lain yang berpotensi menular. Kemudian penelitian ini menggunakan metode *literature review* pada 20 jurnal yang terdiri dari 10 jurnal nasional dan 10 jurnal internasional, kemudian adapun beberapa pembahasan yang berlatar belakang pada limbah medis waktu Indonesia dilanda pandemic C-19. Mayoritas memiliki hasil kesimpulan tentang krisis dalam proses pengelolaan dan pencemaran limbah medis rumah sakit.

**Kata Kunci :** Krisis Pengelolaan, Krisis Pencemaran, Pengelolaan Limbah, Pencemaran Limbah, Limbah Medis.

### ABSTRACT

**Hospital Medical Waste Processing and Pollution Crisis.** Medical waste is part of the waste generated in health care facilities, such as hospitals, doctor's practices, dentist's practices, blood banks, and animal hospitals/clinics, as well as medical and laboratory research facilities. In general, medical waste is health waste that can be contaminated with blood, body fluids, or other potentially infectious materials. Then this study used the literary review method on 20 journals consisting of 10 national journals and 10 international journals, then there were several discussions with a background on medical waste when Indonesia was hit by the C-19 pandemic. The majority have conclusions about the crisis in the process of managing and polluting hospital medical waste.

**Keywords:** Crisis Management, Pollution Crisis, Waste Management, Sewage Pollution, Medical Waste

---

## PENDAHULUAN

Limbah medis adalah bagian dari limbah yang dihasilkan di fasilitas pelayanan kesehatan, seperti rumah sakit, praktek dokter, praktek dokter gigi, bank darah, dan rumah sakit/klinik hewan, serta fasilitas penelitian medis dan laboratorium. Secara umum, limbah medis adalah limbah kesehatan yang dapat terkontaminasi oleh darah, cairan tubuh, atau bahan lain yang berpotensi menular dan sering disebut sebagai limbah medis yang diatur ([www.epa.gov](http://www.epa.gov), 2021). Limbah medis rumah sakit adalah sampah yang dihasilkan selama operasi normal rumah sakit. Sementara limbah yang dihasilkan dari pengecer pakaian atau restoran (misalnya) dapat ditangani melalui saluran pengumpulan limbah kota biasa, limbah medis rumah sakit harus ditangani dan dibuang dengan cara yang sangat teratur untuk memastikan dokter, staf rumah sakit, dan staf layanan hilir. tidak terkena kontaminan yang berpotensi berbahaya (David Skinner, 2021).

“C-19 telah memaksa dunia untuk memperhitungkan celah dan mengabaikan aspek aliran limbah dan bagaimana kita memproduksi, menggunakan, dan membuang sumber daya perawatan kesehatan kita, dari buaian hingga liang lahat,” kata Dr Maria Neira, Direktur, Lingkungan, Iklim Perubahan dan Kesehatan di WHO. “Perubahan signifikan di semua tingkatan, dari tingkat global hingga lantai rumah sakit, dalam cara kami mengelola aliran limbah perawatan kesehatan merupakan persyaratan dasar sistem perawatan kesehatan cerdas iklim, yang menjadi komitmen banyak negara pada Konferensi Perubahan Iklim PBB baru-baru ini, dan , tentu saja, pemulihan yang sehat dari C-19 dan kesiapsiagaan untuk keadaan darurat kesehatan lainnya di masa depan.” Laporan tersebut menjabarkan serangkaian rekomendasi untuk mengintegrasikan praktik limbah yang lebih baik, lebih aman, dan lebih ramah lingkungan ke dalam respons C-19 saat ini dan upaya kesiapsiagaan pandemi di masa mendatang serta menyoroti kisah dari negara dan organisasi yang telah mempraktikkannya dalam semangat “membangun kembali lebih baik”.

Rekomendasi termasuk menggunakan pengemasan dan pengiriman yang ramah lingkungan, APD yang aman dan dapat digunakan kembali (misalnya, sarung tangan dan masker medis), bahan yang dapat didaur ulang atau terurai secara hayati; investasi dalam teknologi pengolahan limbah tanpa pembakaran, seperti otoklaf; logistik terbalik untuk mendukung perawatan terpusat dan investasi di sektor daur ulang untuk memastikan bahan, seperti plastik, dapat memiliki kehidupan kedua. Tantangan limbah C-19 dan meningkatnya urgensi untuk menangani kelestarian lingkungan menawarkan peluang untuk memperkuat sistem guna mengurangi dan mengelola limbah perawatan kesehatan secara aman dan berkelanjutan. Hal ini dapat dilakukan melalui kebijakan dan peraturan nasional yang kuat, pemantauan dan pelaporan berkala dan peningkatan akuntabilitas, dukungan perubahan perilaku dan pengembangan tenaga kerja, serta peningkatan anggaran dan pembiayaan. “Perubahan sistemik dalam cara layanan kesehatan mengelola limbahnya akan mencakup pengawasan yang lebih luas dan sistematis serta praktik pengadaan yang lebih baik,” kata Dr Anne Woolridge, Ketua Kelompok Kerja Limbah Perawatan Kesehatan, International Solid Waste Association (ISWA).

“Ada apresiasi yang berkembang bahwa investasi kesehatan harus mempertimbangkan implikasi lingkungan dan iklim, serta kesadaran yang lebih besar akan manfaat tambahan dari tindakan. Misalnya, penggunaan APD yang aman dan rasional tidak hanya akan mengurangi kerusakan lingkungan akibat limbah, tetapi juga akan menghemat uang, mengurangi potensi kekurangan pasokan, dan selanjutnya mendukung pencegahan infeksi dengan mengubah perilaku.” Analisis tersebut dilakukan pada saat sektor kesehatan berada di bawah tekanan yang meningkat untuk mengurangi jejak karbonnya dan meminimalkan jumlah limbah yang dikirim ke TPA sebagian karena kekhawatiran besar tentang proliferasi limbah plastik dan dampaknya terhadap air, makanan, sistem dan kesehatan manusia dan ekosistem.

Masalah pemicu pandemi di Indonesia: Tumpukan limbah medis dari masker dan sarung tangan hingga infus dan tes COVID, reporter Adi Renaldi mengunjungi TPA dan tempat pembuangan sampah yang kini menjadi rumah bagi limbah medis beracun. Bau menyengat adalah hal pertama yang saya perhatikan, memenuhi hidung saya dan membuat mata saya berair. Lalu saya melihat tumpukan sampah yang membusuk. Inilah Burangkeng, salah satu TPA terbesar di Indonesia, di kota Bekasi sekitar 30 km dari ibu kota, Jakarta. Di permukaan

terlihat seperti tempat pembuangan sampah besar lainnya, tetapi di antara sampah biasa terdapat limbah medis beracun yang jumlahnya terus bertambah. Dari garis tetesan berisi darah hingga masker, sarung tangan medis, dan tes C-19 (al JAZEERA, 2021).



Bagong Suyoto, from the NGO National Waste Coalition, holds up intravenous drip lines with needles still attached, collected by scavengers from landfills on the outskirts of Jakarta, Indonesia [101 East/Al Jazeera]

By Adi Renaldi

1 Oct 2021



Seorang pria berusia awal 50-an, dia mengenal situs ini dengan baik dan mengunjunginya secara teratur. Dia mengepalai sebuah LSM bernama Koalisi Sampah Nasional (KPNas) dan selama lebih dari dua dekade telah mengadvokasi pengelolaan sampah yang lebih baik di Indonesia. “Awalnya saya tidak paham soal sampah, malah tidak tertarik. Tapi setelah saya selidiki, saya menemukan bahwa sampah adalah masalah bagi lingkungan dan kemanusiaan,” katanya.

## METODE

Metode yang sistematis, eksplisit dan reproduibel untuk melakukan identifikasi, evaluasi dan sintesis terhadap karya-karya hasil penelitian dan hasil pemikiran yang sudah dihasilkan oleh para peneliti dan praktisi disebut sebagai metode *Literature review* bahwa digunakannya strategi dalam mencari jurnal, pertanyaan yang digunakan untuk melakukan review jurnal yang disesuaikan dengan judul diatas mengenai krisis pengolaan limbah RS. Jurnal yang digunakan dalam literature review didapatkan melalui database penyedia jurnal international dan jurnal nasional melalui google scholar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian (Etim et al., 2022) memiliki hasil kesimpulan bahwa makalah ini memberikan pemahaman tentang ketidakcukupan sistem MWM yang rapuh, terutama di masa Pandemi. Berdasarkan tinjauan ini, diperlukan strategi yang lebih inklusif dan komprehensif untuk rencana pengelolaan limbah pandemi di Nigeria. Tantangan Sistem MWM yang efektif

di Nigeria terkait dengan pemahaman yang buruk atau tidak memadai tentang proses pengelolaan limbah di antara petugas kesehatan dan penanganan limbah. Karena MWM adalah siklus proses yang dipesan yang berasal dari produksi sumber, pembangkitan limbah, pemisahan dan pelabelan, pengumpulan, penyimpanan, transportasi, pemulihan, penggunaan kembali, daur ulang, pengolahan, dan pembuangan akhir, penting agar setiap proses ditangani secara efektif dan efisien. Keterjalinan proses-proses ini membuat “cacat dalam satu - cacat dalam semua.” Terlepas dari berbagai upaya pemerintah, regulator, swasta, dan publik, banyak tindakan yang ditargetkan perlu dilakukan untuk memperkuat kebijakan MWM yang ada. Selain itu, munculnya COVID-19 telah mengembangkan minat untuk memahami keterkaitan antara MWM dan pandemi. Oleh karena itu, temuan penelitian tambahan diperlukan untuk memperkuat epidemiologi lingkungan setelah COVID-19 dan epidemi terkait lainnya (Ebola, Demam Lassa, Cacar Monyet, dll.) di Nigeria karena memengaruhi pengelolaan limbah. Oleh karena itu, untuk menghilangkan masalah pengelolaan sampah dan penyebaran SARS-CoV-2, diperlukan upaya bersama dari pemerintah, lembaga komunal dan swasta, lembaga kesehatan, dan masyarakat umum, dengan mayoritas masyarakat menunjukkan kesiapan untuk bekerja sama dengan kebijakan yang dirancang. untuk meningkatkan struktur pengelolaan limbah di Nigeria.

Berdasarkan penelitian (Ilyas et al., 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa potensi penyebaran SARS-CoV-2 melalui fomites limbah COVID tidak dikesampingkan. Faktanya, novel coronavirus dapat bertahan lama di luar organisme inangnya seperti 72 jam di permukaan masker bedah. Oleh karena itu, limbah COVID dapat menyebar ke masyarakat jika ditangani dengan tidak tepat. Disinfeksi kimia menggunakan larutan NaOCl 1% adalah salah satu praktik in-situ terbaik yang juga mudah disemprotkan dan tidak terbatas pada limbah COVID tetapi juga efektif untuk membersihkan ruang yang lebih besar, pusat perbelanjaan, gedung/bangsral rumah sakit, dan pusat isolasi. Teknik disinfeksi gelombang mikro berguna untuk membersihkan APD dan kain yang dapat didaur ulang dan digunakan kembali; sedangkan, insinerasi berguna untuk mengatasi limbah COVID dalam volume yang lebih besar yang merupakan proses intensif energi tetapi proses yang andal karena suhu operasi yang tinggi (800–1200 ° C). Strategi seperti “Identifikasi, isolasi, disinfektan, dan praktik perawatan yang aman” terbukti efektif untuk pengelolaan limbah COVID yang lebih aman. Pengolahan limbah COVID di tempat sesuai model China untuk mengendalikan penyebaran infeksi menarik, namun, kapasitas yang terbatas merupakan rintangan besar bersama dengan tidak adanya catatan emisi yang terbukti. Praktik pengelolaan Catalonia (Spanyol) menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya yang ada secara efisien dapat membantu mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh limbah COVID. Partisipasi publik dalam pengumpulan limbah COVID secara terpisah dan tepat waktu bersama dengan prioritas pembuangan volume limbah adalah faktor kunci untuk pengelolaan yang efektif dari kategori BMW yang muncul. Praktik-praktik yang dibahas di sini akan sangat membantu pengembangan strategi untuk mencegah/mengendalikan pandemi episode serupa di masa mendatang.

Berdasarkan penelitian (Singh et al., 2022) memaparkan hasil kesimpulan bahwa melalui penelitian ini, kami menemukan bahwa sejumlah besar limbah medis yang dihasilkan di lingkungan perawatan kesehatan di seluruh dunia tidak dikelola dengan baik, dan pekerja yang terlibat dalam praktik pengelolaan limbah medis kurang memiliki pengetahuan dan kesadaran

penting tentang praktik yang aman. Di antara negara-negara yang diikutsertakan dalam penelitian ini, hanya 45% pekerja yang sadar dan memiliki pengetahuan tentang pengelolaan limbah medis yang benar. Sekitar 40% pekerja mengalami cedera selama penanganan limbah, termasuk gangguan muskuloskeletal, cedera mata, infeksi kulit, dan kecacatan. Timbulan limbah medis rata-rata 2 kg/tempat tidur/hari, berkisar antara 0,3-8,4 kg/tempat tidur/hari, yang meliputi rata-rata 67% merupakan limbah umum, 27% limbah infeksius atau beracun, dan 4% benda tajam. Plastik mewakili sekitar 36% dari total limbah yang dihasilkan. Rata-rata hanya 33,4% limbah medis yang dipisahkan di negara-negara yang diteliti dan rata-rata hanya 41% pekerja yang dilatih dalam pelayanan untuk pembuangan limbah medis. Selain itu, penelitian ini mengungkapkan bahwa ada korelasi positif antara tingkat timbulan limbah medis dan IPM, LE, dan HE karena indeks ini mewakili kualitas hidup dan layanan kesehatan yang lebih baik. Korelasi negatif antara timbulan limbah medis dan skor EPI menunjukkan hasil positif bagi negara-negara penghasil 18N. SINGH ET AL. limbah medis karena skor EPI mereka yang lebih tinggi, dibandingkan dengan negara-negara dengan ekonomi dalam transisi di mana pembuangan limbah medis yang aman sangat menakutkan. negara-negara yang sedang menghadapi pandemi COVID-19.

Berdasarkan penelitian (Conrardy et al., 2010) memaparkan hasil kesimpulan bahwa limbah medis adalah produk sampingan yang diperlukan dari setiap lingkungan rumah sakit; namun, sebagian besar limbah medis yang diatur diproduksi di dalam OR dari penggunaan perlengkapan bedah sekali pakai (misalnya, gorden, jubah mandi, baskom, sarung tangan, spons). Kami melakukan proyek perbandingan konsep di OR dari dua pusat medis besar di Bethesda, Maryland, dan Washington, DC, untuk mengevaluasi efek penggunaan bak, gaun, dan meja bedah yang dapat digunakan kembali serta penutup penyangga Mayo sebagai pengganti produk sekali pakai. Hasil survei menunjukkan bahwa ahli bedah dan teknolog bedah menemukan produk yang dapat digunakan kembali lebih disukai daripada produk sekali pakai yang saat ini digunakan. Selain itu, penggunaan produk yang dapat digunakan kembali menyediakan sarana untuk mengurangi limbah medis teregulasi yang dihasilkan di OR rata-rata 65% serta mengurangi biaya pembuangan limbah. AORN merekomendasikan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari penggunaan produk yang dapat digunakan kembali, dapat digunakan kembali, dan sekali pakai; temuan kami memberikan bukti yang mungkin berguna untuk fasilitas bedah yang berusaha mengadopsi pendekatan "hijau".

Berdasarkan penelitian (Shiferaw et al., 2012) memaparkan hasil kesimpulan bahwa Tingkat kejadian paparan SI dan BBF pada MM di antara MWH di Addis Ababa sebanding dengan penelitian serupa di Inggris (Blenkharn dan Odd, 2008) dan China (Min et al., 2009). Meskipun peningkatan desain APD tahan tusukan bersama dengan pelatihan dan pengawasan ekstensif untuk penangan limbah dapat mengurangi kejadian paparan SI dan BBF, kelompok kerja utama ini akan tetap berisiko sampai ada peningkatan lebih lanjut dalam standar pemilahan limbah. dan pembuangan oleh fasilitas kesehatan. Tidak ada aturan atau peraturan yang jelas tentang cara memisahkan bahan limbah oleh departemen rumah sakit yang berbeda. Semua rumah sakit mengumpulkan semua jenis bahan limbah secara bersamaan. Pemisahan HCW yang buruk dapat menyebabkan percikan SI dan BBF. Kantor pemerintah terkait harus mendorong rumah sakit untuk memiliki kebijakan dan strategi HCWM mereka sendiri, dan mengadopsi sistem pemilahan sampah tiga tempat, seperti yang direkomendasikan dalam

Pedoman HCWM Nasional (Depkes, 2008). kegiatan pelatihan dan peningkatan kesadaran tentang pemisahan limbah yang benar dan penggunaan APD harus dilakukan, menargetkan staf medis dan MWH. Masalah keuangan untuk pengelolaan limbah, setidaknya dalam situasi saat ini di Ethiopia, tidak dapat dicapai hanya dengan pendanaan Pemerintah. Akibatnya, sektor pemerintah yang bertanggung jawab harus memperkuat kerjasama mereka dengan berbagai LSM dalam mendanai sektor pengelolaan limbah di Ethiopia. Selanjutnya, administrator rumah sakit harus menyediakan peralatan pengelolaan limbah yang berorientasi pada tujuan dan APD yang pas. Karena masalah keuangan, tidak ada profilaksis pasca pajanan untuk HBV. Badan-badan yang bertanggung jawab harus bekerja keras untuk memberikan profilaksis ini, setidaknya untuk kelompok berisiko.

Berdasarkan penelitian **(Babanyara & Ibrahim, 2015)** memaparkan hasil kesimpulan bahwa Nigeria akan mendapatkan banyak manfaat dari manfaat kesehatan masyarakat dari Pengelolaan Limbah Medis. Masih belum dipahami dengan baik mengapa Nigeria pada tingkat perkembangannya, pengelolaan Limbah Medis tidak diatur dengan baik dan dengan demikian perhatian yang tepat belum diberikan kepadanya oleh regulator Lingkungan dan operator Perawatan Kesehatan. Isu-isu tersebut harus diperlakukan sebagai mendesak dan sangat kritis oleh Pemerintah. Intervensi segera juga diperlukan. Semua tangan termasuk Badan Orientasi Nasional dan masyarakat harus siap untuk mengatasi tantangan ini.

Berdasarkan penelitian (Aung et al., 2019) memaparkan hasil kesimpulan bahwa Kerangka kriteria evaluasi baru untuk pengelolaan limbah medis dikembangkan dan diterapkan di 8 rumah sakit di Myanmar. Penggunaan MCDA adalah alat penilaian yang lebih baik karena lebih mencerminkan kompleksitas masalah limbah layanan kesehatan. Para pengambil keputusan telah mampu membandingkan hasil dari berbagai analisis dan mengevaluasi kinerja masing-masing rumah sakit. Jumlah rumah sakit swasta dan pemerintah di Myanmar secara bertahap meningkat yang mengarah pada peningkatan jumlah total limbah medis yang dihasilkan. Namun, tidak ada peraturan khusus yang ditujukan untuk memastikan penanganan dan pengolahan limbah medis yang tepat di Myanmar. Meskipun beberapa rumah sakit telah mengembangkan kebijakan, kebijakan ini masih perlu dipraktikkan.

Penyelidikan menunjukkan bahwa semua rumah sakit yang ditinjau memisahkan limbah medis mereka, meskipun faktanya tidak ada undang-undang atau kebijakan pengelolaan limbah nasional di Myanmar. Namun demikian, metode pengolahan dan pembuangan akhir limbah sebagian besar bergantung pada pembakaran terbuka, insinerasi, dan pembuangan yang tidak terkendali. Kekurangan juga diamati dalam pengumpulan, penyimpanan, dan transportasi limbah, khususnya di rumah sakit umum. Ada juga kurangnya mekanisme program pelatihan dan pendidikan yang memadai di rumah sakit umum. Temuan dari penelitian ini menyoroti kekurangan yang ada dalam sistem pengelolaan sampah Myanmar. Untuk mengatasi masalah ini, undang-undang dan peraturan pengelolaan limbah medis khusus di negara ini perlu ditetapkan. Peraturan harus menekankan pembentukan komite pemantauan pengelolaan limbah di setiap fasilitas layanan kesehatan, dengan perhatian khusus diberikan kepada rumah sakit pemerintah. Menetapkan anggaran terpisah untuk pengelolaan limbah medis sangat dianjurkan untuk meningkatkan kualitas sistem pengelolaan limbah di fasilitas pemerintah.

Tingkat timbunan limbah medis harus diukur secara sistematis di seluruh negeri dan harus ada pedoman pengurangan limbah untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan. Penekanan harus diberikan untuk memberikan pelatihan yang tepat kepada semua orang yang terlibat selama proses pengelolaan limbah. Harus ada kontrol yang lebih ketat terhadap pengumpulan dan penyimpanan limbah di dalam rumah sakit. Myanmar perlu berinvestasi dalam fasilitas pembuangan dan teknologi pembuangan limbah medis. Alternatif baru teknologi ramah lingkungan harus diterapkan. Fasilitas pengolahan onsite dan offsite juga harus ditingkatkan. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa rumah sakit swasta mengungguli rumah sakit umum di setiap bidang pengelolaan limbah. Rumah sakit umum didorong untuk terlibat dengan rumah sakit swasta untuk memanfaatkan kapasitas dan sumber daya fasilitas perawatan kesehatan swasta. Pendekatan kemitraan publik-swasta yang sistematis juga sangat direkomendasikan untuk memperkuat kualitas pengelolaan sampah di sektor publik, terutama untuk pengolahan sampah, pembuangan, pengelolaan sampah di epidemi dan peningkatan kapasitas. Penelitian tersebut memberikan beberapa implikasi bagi negara-negara berkembang berpendapatan rendah dengan skenario serupa.

Kerangka evaluasi pengelolaan limbah layanan kesehatan terpadu yang dikembangkan dan diterapkan dalam penelitian ini dapat menjadi alat yang berguna untuk memantau efektivitas praktik limbah layanan kesehatan di negara berkembang dengan sedikit penyesuaian. Namun, metode MCDA adalah proses pendukung keputusan dengan penilaian dan pengalaman pribadi untuk menghasilkan serangkaian solusi pilihan dan peringkat umum. Keterbatasan metode ini adalah alokasi bobot untuk setiap kriteria dan penilaian kriteria bersifat subyektif, dan sulit untuk mencapai konsensus di antara para ahli untuk memprioritaskan atribut. Penelitian selanjutnya harus bertujuan untuk memperluas studi ini dengan menggabungkan metode observasi langsung dengan studi lapangan untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Berdasarkan penelitian (Chisholm et al., 2021) memaparkan hasil kesimpulan bahwa Penanganan limbah medis yang tidak tepat telah terbukti memiliki efek melemahkan lingkungan, termasuk satwa liar, kualitas air, dan risiko besar penyebaran penyakit. Selain biaya pembuangan limbah layanan kesehatan, faktor-faktor seperti kontaminasi dan polusi, harus dipertimbangkan ketika jenis limbah ini disimpan dan diangkut, dan keputusan dibuat berdasarkan teknologi pembuangan yang tepat. Kami telah menunjukkan contoh negara-negara di Afrika di atas yang menggunakan banyak teknologi pembuangan dan solusi ekonomi. Kode warna dan stempel yang direkam telah terbukti menjadi proses yang efisien, dan mereka mengikuti protokol dari banyak undang-undang dan kebijakan yang mencegah dampak negatif limbah layanan kesehatan terhadap lingkungan. Karena pasti ada celah untuk diskusi tentang sistem pengelolaan limbah berkelanjutan untuk memberikan ekonomi yang lebih sirkular di seluruh benua Afrika, makalah ini telah mengenali beberapa isu utama di Afrika modern. Kesimpulannya, dan sebagai pengakuan atas keprihatinan yang diajukan, Afrika memiliki potensi penuh untuk perubahan ekonomi yang berkembang. Namun, hal ini memerlukan investasi baik dari pemerintah maupun dana internasional dan sumber energi berkelanjutan, dengan tambahan pengelolaan limbah yang ekstensif, teknologi inovatif, dan penerapan penegakan politik. Program hijau dan kebulatan suara di seluruh Afrika akan membangun masa depan yang berkembang. Jelas bahwa mengendalikan limbah dengan cara mengurangi produksi

akan menjadi kesimpulan yang tepat, serta memastikan hanya limbah berbahaya yang terakumulasi untuk pengolahan, dan semua limbah layanan kesehatan lainnya diolah sesuai dengan itu. Selain itu, memisahkan materi, seperti limbah makanan dan daur ulang dari limbah rumah sakit biasa, juga akan berkontribusi pada pengelolaan limbah yang efisien dengan memungkinkan penggunaan biomassa dari limbah makanan dan daur ulang kertas/karton. Kemasan blister medis yang didaur ulang dengan benar dapat meningkatkan keberlanjutan lebih lanjut. Meskipun banyak bagian di benua ini masih sangat kekurangan karena kekurangan air bersih, pendidikan yang buruk, sumber daya listrik yang terbatas, dan limbah yang tidak pandang bulu, menerapkan program universal yang sesuai dengan semua negara di seluruh benua memiliki potensi untuk secara signifikan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Berdasarkan penelitian (Peng et al., 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa SARS-CoV-2 adalah virus yang baru ditemukan, sangat patogen, dan menular, semua aspek pencegahan dan pengendalian harus sangat dihargai. Standardisasi dan implementasi yang ketat dari pengelolaan limbah medis terkait COVID-19 harus dengan pertimbangan yang cermat untuk mengurangi risiko epidemi di dalam rumah sakit. Berdasarkan penelitian (Yu et al., 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa makalah ini menyelidiki desain jaringan logistik terbalik untuk pengelolaan limbah medis yang efektif dalam wabah epidemi, yang berfokus terutama pada pengambilan keputusan jangka pendek untuk pembentukan dan pengoperasian sistem sementara. Untuk meningkatkan keputusan lokasi fasilitas sementara dan perencanaan operasional sistem sementara, model pemrograman bilangan bulat campuran multi-objektif multi-periode baru diusulkan dalam makalah ini.

Model ini bertujuan untuk menyeimbangkan trade-off antara risiko pada sumber, risiko pengangkutan dan pengolahan limbah medis, dan total biaya. Pendekatan fuzzy interaktif digunakan untuk memecahkan masalah optimasi multi-objektif dan menghasilkan satu set solusi optimal Pareto yang efisien. Penerapan model matematika dan metode solusi diilustrasikan dengan studi kasus dunia nyata berdasarkan wabah COVID-19 di Wuhan. Untuk memperkirakan timbulan limbah medis dalam cakrawala perencanaan, model SEIR pertama kali dibuat dalam paket simulasi AnyLogic. Model optimisasi kemudian diselesaikan oleh Lingo 18.0 berdasarkan data nyata pada saat penelitian ini dan beberapa asumsi. Mempertimbangkan keumuman masalah yang sedang diselidiki, empat rekomendasi kebijakan diberikan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dari desain logistik terbalik untuk pengelolaan limbah medis dalam wabah epidemi. Selain itu, wabah COVID-19 sedang dalam tahap berkembang dan kecenderungan penyebarannya ke depan masih belum jelas. Secara khusus, jumlah infeksi telah meningkat secara signifikan tidak hanya di Cina tetapi juga di seluruh dunia. Oleh karena itu, perencanaan dan pembentukan sistem logistik sementara untuk pengelolaan limbah medis dapat segera menjadi tantangan di banyak negara.

Berdasarkan penelitian (**Djoko Saputro & Dwiprigitaningtias, 2022b**) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode mengolah dan membuang sampah medis tergantung pada faktor-faktor khusus yang sesuai dengan institusi yang berkaitan dengan peraturan yang berlaku dan aspek lingkungan yang berpengaruh terhadap masyarakat dalam melakukan proses penanganan limbah dari sumber dapat dilakukan dengan beberapa langkah yang cukup mudah dilakukan oleh masyarakat secara umum yaitu pemilahan,



pewadahan dan desinfeksi, serta pelabelan. Untuk menyerap dan mentransformasikan kearifan lokal dalam sistem hukum formil maka hal yang paling logis adalah mengakomodirnya dalam peraturan daerah. Berdasarkan penelitian (Tri Nurwahyuni et al., 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode kuantitatif pada hasilnya mengemukaakan 11 rumah sakit rujukan mengelola limbah medis C-19 dengan menggunakan alat insinerator yang dimiliki rumah sakit sendiri dan semuanya tidak memiliki izin operasional dari (KLHK).

Berdasarkan penelitian (Arisma, 2021) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode deskriptif menghasilkan proses pemilahan, pewadahan dan pengangkutan limbah rumah sakit belum memenuhi syarat. Masih terdapat limbah medis padat yang tercampur dengan limbah non medis. Maka perlu diadakannya pelatihan bagi petugas pengelola limbah sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman tentang pengelolaan limbah medis padat serta ketersediaan SOP sebagai arahan bagi petugas pengelola limbah. Berdasarkan penelitian (Andi Muhammad Asrun\*, 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode pendekatan yuridis normative yang memaparkan hasilnya yaitu pemusnahan oleh pihak ketiga dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu alat pembakar sampah/limbah yang dioperasikan dengan menggunakan teknologi pembakaran pada suhu tertentu, sehingga sampah/limbah dapat terbakar dengan habis.

Berdasarkan penelitian (Absori & Latif, 2020) memaparkan hasil penelitian dengan metode yang sama pada penelitian sebelumnya bahwa kebijakan dalam pengelolaan limbah B3 yaitu pada AMDAL maupun UKL-UPL secara keseluruhan mengacu pada UU 32/2009. Berdasarkan penelitian (Zuhriyani, 2019) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan hasil yaitu belum sepenuhnya sesuai dengan Peraturan MLH Nomor : P.56/MenLHK-Setjen/2015. Berdasarkan penelitian (Timbulan et al., 2020) memaparkan hasil kesimpulan bahwa menggunakan metode tinjauan studi terdapat timbulan kumulatif limbah medis B3 C-19 berkisar antara 1.250ton pada skenario intervensi tinggi hingga 6.250ton pada skenario tanpa intervensi. Dengan kapasitas total maksimum insinerator limbah medis B3 di 90 Fasyankes dan 6 perusahaan jasa pengolahan limbah B3 di Indonesia sebesar 313,28 ton/hari, dengan demikian lama pengoperasian efektif insinerator tersebut berkisar antara 4 hari kerja pada skenario intervensi tinggi dan mencapai 20 hari kerja pada skenario tanpa intervensi.

Berdasarkan uraian *literature review* beberapa jurnal internasional dan nasional yang terindeks diatas maka dapat dipaparkan pula *literature* jurnal diatas dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil *Literature Review*

| No | Penulis                          | Judul                                               | Metode Penelitian     | Hasil                                                        |
|----|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1  | (Mar'atus Sholihah et al., 2021) | Evaluasi Pengelolaan pada RS Sentra Medika Cikarang | Kualitatif deskriptif | Kesesuaian dengan regulasi yang telah ditetapkan pemerintah. |

|   |                                             |                                                                    |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | (Putri et al., 2022)                        | Analisis Pengelolaan RS Kab. Mojokerto                             | Deskriptif kualitatif                                                                                                                                                                                        | Kesesuaian limbah B3 medis yang sesuai dengan peraturan yaitu tahapan pemilahan, pengurangan dan pengolahan.                                                                                              |
| 3 | (Djoko Saputro & Dwiprigitaningtias, 2022a) | Penanganan Pada Limbah Infeksius guna Kelestarian Lingkungan Hidup | Mengolah dan membuang sampah medis tergantung pada faktor-faktor khusus yang sesuai dengan institusi yang berkaitan dengan peraturan yang berlaku dan aspek lingkungan yang berpengaruh terhadap masyarakat. | Melakukan proses penanganan limbah dari sumber dapat dilakukan dengan beberapa langkah yang cukup mudah dilakukan oleh masyarakat secara umum yaitu pemilahan, pewadahan dan desinfeksi, serta pelabelan. |
| 4 | (Pudjiastuti et al., 2021)                  | Pengelolaan Melalui Kearifan Lokal.                                | Studi literatur                                                                                                                                                                                              | Untuk menyerap dan mentransformasikan kearifan lokal dalam sistem hukum formil maka hal yang paling logis adalah mengakomodirnya dalam peraturan daerah.                                                  |
| 5 | (Tri Nurwahyuni et al., 2020)               | Pengolahan Limbah Pada Rumah Sakit                                 | Kuantitatif                                                                                                                                                                                                  | 11 rumah sakit rujukan mengelola limbah medis C-19 dengan menggunakan alat tinsinerator.                                                                                                                  |
| 6 | (Arisma, 2021)                              | Pengelolaan Limbah di RS Hi Muhammas Yusuf Kalibalangan Kota Bumi  | Deskriptif                                                                                                                                                                                                   | Proses pemilihan belum memenuhi syarat, maka perlu dilakukan pelatihan khusus bagi petugas dalam melakukan aksi pengelolaan limbah medis.                                                                 |
| 7 | (Andi Muhammad Asrun*, 2020)                | Dampak Pengelolaan Sampah Medis                                    | yuridis normative                                                                                                                                                                                            | Pemusnahan oleh pihak ketiga dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu alat pembakar                                                                                                                 |

|    |                         |                                                                                                                                 |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                         |                                                                                                                                 |                                                          | sampah/limbah yang dioperasikan dengan menggunakan teknologi pembakaran pada suhu tertentu, sehingga sampah/limbah dapat terbakar dengan habis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | (Absori & Latif, 2020)  | Kebijakan Hukum dalam Pengelolaan Limbah Medis di RS Salatiga                                                                   | Deskriptif kualitatif                                    | AMDAL maupun UKL-UPL secara keseluruhan mengacu pada UU 32/2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9  | (Zuhriyani, 2019)       | Analisis Pengelolaan Limbah Medis Padat di RS Umum Raden Mattaheer Jambi                                                        | Deskriptif kualitatif                                    | Belum sepenuhnya sesuai dengan Peraturan MLH Nomor : P.56/MenLHK-Setjen/2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | (Timbulan et al., 2020) | Prediksi Pada Pengelolaan Limbah Medis RS                                                                                       | Tinjauan studi                                           | Kumulatif kasus C-19, maka timbulan kumulatif limbah medis B3 C-19 berkisar antara 1.250ton pada skenario intervensi tinggi hingga 6.250ton pada skenario tanpa intervensi. Dengan kapasitas total maksimum insinerator limbah medis B3 di 90 Fasyankes dan 6 perusahaan jasa pengolahan limbah B3 di Indonesia sebesar 313,28 ton/hari, dengan demikian lama pengoperasian efektif insinerator tersebut berkisar antara 4 hari kerja pada skenario intervensi tinggi dan mencapai 20 hari kerja pada skenario tanpa intervensi. |
| 11 | (Yu et al., 2020)       | Desain jaringan logistik terbalik untuk pengelolaan limbah medis yang efektif dalam wabah epidemik: Wawasan dari wabah penyakit | Matematika dan solusi diilustrasikan dengan studi kasus. | Mempertimbangkan keumuman masalah yang ditanggung, empat rekomendasi kebijakan diberikan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dari desain logistik terbalik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                         |                                                                                                         |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                         | coronavirus 2019 (COVID-19) di Wuhan (Cina)                                                             |                                           | untuk pengelolaan limbah medis dalam wabah epidemi.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | (Peng et al., 2020)     | Praktik pengelolaan limbah medis selama pandemi 2019-2020: Pengalaman di rumah sakit umum               | Pembuangan limbah medis asli rumah sakit. | SARS-CoV-2 adalah virus yang baru ditemukan, sangat patogen, dan menular, semua aspek pencegahan dan pengendalian harus sangat dihargai. Standardisasi dan implementasi yang ketat dari pengelolaan limbah medis terkait C-19 harus dengan pertimbangan yang cermat untuk mengurangi risiko epidemi di dalam rumah sakit. |
| 13 | (Chisholm et al., 2021) | Pengelolaan limbah limbah medis yang berkelanjutan di negara-negara berkembang Afrika: Tinjauan naratif | Teknologi ramah lingkungan                | Memerlukan investasi baik dari pemerintah maupun dana internasional dan sumber energi berkelanjutan, dengan tambahan pengelolaan limbah yang ekstensif, teknologi inovatif, dan penerapan penegakan politik. Program hijau dan kebulatan suara di seluruh Afrika akan membangun masa depan yang berkembang.               |
| 14 | (Aung et al., 2019)     | Penerapan pendekatan multi-kriteria-keputusan untuk analisis sistem pengelolaan limbah medis di Myanmar | Observasi langsung.                       | Kekurangan yang ada dalam sistem pengelolaan sampah Myanmar, Maka Myanmar perlu berinvestasi dalam fasilitas pembuangan dan teknologi pembuangan limbah medis. Alternatif baru teknologi ramah lingkungan harus diterapkan. Fasilitas pengolahan onsite dan offsite juga harus ditingkatkan.                              |

|    |                             |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | (Babanyara & Ibrahim, 2015) | Praktik Pengelolaan Limbah Medis yang Buruk (MWM) dan risikonya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan: tinjauan pustaka Proyek Tampilan Pencemaran Lingkungan Proyek Tampilan Pekerjaan Lapangan | Pembakaran dan Autoklaf                                                                                                                                  | Nigeria pada tingkat perkembangannya, pengelolaan Limbah Medis tidak diatur dengan baik                                                                                                                                                                                                                                |
| 16 | (Shiferaw et al., 2012)     | Cedera benda tajam dan paparan darah dan cairan tubuh berlumuran darah yang melibatkan penanganan limbah medis                                                                                       | Metode yang aman dan ramah lingkungan                                                                                                                    | Peningkatan desain APD tahan tusukan bersama dengan pelatihan dan pengawasan ekstensif untuk penanganan limbah dapat mengurangi kejadian paparan SI dan BBF, kelompok kerja utama ini akan tetap berisiko sampai ada peningkatan lebih lanjut dalam standar pemilahan limbah. dan pembuangan oleh fasilitas kesehatan. |
| 17 | (Conrardy et al., 2010)     | Mengurangi limbah medis                                                                                                                                                                              | Metode yang membantu mengurangi limbah medis yang diatur adalah penggunaan produk yang dapat digunakan kembali, seperti gaun bedah, linen, dan bak cuci. | Produk yang dapat digunakan kembali lebih disukai daripada produk sekali pakai yang saat ini digunakan. Selain itu, penggunaan produk yang dapat digunakan kembali menyediakan sarana untuk mengurangi limbah medis teregulasi yang dihasilkan di OR rata-rata 65% serta mengurangi biaya pembuangan limbah            |
| 18 | (Singh et al., 2022)        | Limbah medis: Tantangan saat ini dan peluang masa depan untuk pengelolaan berkelanjutan                                                                                                              | Metodologi studi                                                                                                                                         | Sekitar 40% pekerja mengalami cedera selama penanganan limbah, termasuk gangguan muskuloskeletal, cedera mata, infeksi kulit, dan                                                                                                                                                                                      |

|    |                      |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                      |                                                                                           |                            | kecacatan. Timbulan limbah medis rata-rata 2 kg/tempat tidur/hari, berkisar antara 0,3-8,4 kg/tempat tidur/hari, yang meliputi rata-rata 67% merupakan limbah umum, 27% limbah infeksius atau beracun, dan 4% benda tajam. Plastik mewakili sekitar 36% dari total limbah yang dihasilkan. Rata-rata hanya 33,4% limbah medis yang dipisahkan di negara-negara yang diteliti dan rata-rata hanya 41% pekerja yang dilatih dalam pelayanan untuk pembuangan limbah medis. |
| 19 | (Ilyas et al., 2020) | Teknologi dan strategi disinfeksi untuk rumah sakit C-19 dan pengelolaan limbah bio-medis | Tinjau metodologi          | Pengelolaan sumber daya yang ada secara efisien dapat membantu mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh limbah COVID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 20 | (Etim et al., 2022)  | Dampak C-19 pada praktik pengelolaan dan pembuangan limbah medis di Nigeria               | Kuantitatif dan kualitatif | Diperlukan untuk memperkuat epidemiologi lingkungan setelah COVID-19 dan epidemi terkait lainnya (Ebola, Demam Lassa, Cacar Monyet, dll.) di Nigeria karena memengaruhi pengelolaan limbah.                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari 20 penelitian diatas yang telah dipaparkan maka kesimpulan dari krisis pengelolaan dan pencemaran limbah medis rumah sakit bahwa dalam penanganan Limbah Infeksius guna Kelestarian Lingkungan Hidup dengan dilakukannya aksi oleh masyarakat untuk melakukan pemilahan, pewadahan dan desinfeksi, serta pelabelan. Kemudian dari 18 RS rujukan C-19 maka tersisa 11 RS rujukan dalam melakukan aksi mengelola limbah medis C-19 dengan menggunakan alat tinsinatorator. Kemudian adapun krisis dalam proses pengelolaanya menurut timbulan kumulatif limbah medis B3 C-19 berkisar antara 1.250ton pada skenario intervensi tinggi hingga 6.250ton pada skenario tanpa intervensi. Dengan

kapasitas total maksimum insinerator limbah medis B3 di 90 Fasyankes dan 6 perusahaan jasa pengolahan limbah B3 di Indonesia sebesar 313,28 ton/hari, dengan demikian lama pengoperasian efektif insinerator tersebut berkisar antara 4 hari kerja pada skenario intervensi tinggi dan mencapai 20 hari kerja pada skenario tanpa intervensi.

Kemudian adajuga jenis baru Bernama SARS-CoV-2 adalah virus yang baru ditemukan, sangat patogen, dan menular, semua aspek pencegahan dan pengendalian harus sangat dihargai. Maka standarisasi dan implementasi yang ketat dari pengelolaan limbah medis terkait C-19 harus dengan pertimbangan yang cermat untuk mengurangi risiko epidemi di dalam rumah sakit. Kemudian sekitar 40% pekerja mengalami cedera selama penanganan limbah, termasuk gangguan muskuloskeletal, cedera mata, infeksi kulit, dan kecacatan. Timbulan limbah medis rata-rata 2 kg/tempat tidur/hari, berkisar antara 0,3-8,4 kg/tempat tidur/hari, yang meliputi rata-rata 67% merupakan limbah umum, 27% limbah infeksius atau beracun, dan 4% benda tajam. Plastik mewakili sekitar 36% dari total limbah yang dihasilkan. Rata-rata hanya 33,4% limbah medis yang dipisahkan di negara-negara yang diteliti dan rata-rata hanya 41% pekerja yang dilatih dalam pelayanan untuk pembuangan limbah medis. Hal hal diatas kesimpulan dari krisis dalam proses pengelolaan dan krisisnya pencemaran limbah medis terhadap kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan sekitar yang akan sangat berdampak.

### Saran

Untuk dilakukannya penelitian selanjutnya disarankan selain menggunakan dasar hukum dalam pengelolaanya perlu menggunakan data-data yang detail yang bertujuan untuk mendapatkan hasil secara maksimal dan sangat dianjurkan untuk dilakukannya penanganan yang sangat tepat dan cepat agar tidak terjadi dampak negatif secara berkelanjutan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Absori, A., & Latif, M. (2020). Kebijakan Hukum dalam Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3): Studi Implementasi Pengelolaan Limbah Medis di Rumah Sakit Salatiga. *JIL : Journal of Indonesian Law*, 1(1), 91–117. <https://doi.org/10.18326/jil.v1i1.91-117>
- al JAZEERA. (2021). Indonesia's pandemic-fuelled problem: Mounds of medical waste. *Aljazeera.Com*.
- Andi Muhammad Asrun\*, L. A. S. Y. N. (2020). DAMPAK PENGELOLAAN SAMPAH MEDIS DIHUBUNGKAN DENGAN UNDANG-UNDANG No 36 TAHUN 2009 TENTANG KESEHATAN DAN UNDANG-UNDANG No. 32 TAHUN 2009 TENTANG PERLINDUNGAN DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP.
- Arisma, N. (2021). GAMBARAN PENGELOLAAN LIMBAH MEDIS PADAT DI RUMAH SAKIT Hi MUHAMMAD YUSUF KALIBALANGAN KOTABUMI TAHUN 2019. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 85. <https://doi.org/10.26630/rj.v15i2.2808>
- Aung, T. S., Luan, S., & Xu, Q. (2019). Application of multi-criteria-decision approach for the analysis of medical waste management systems in Myanmar. *Journal of Cleaner Production*, 222, 733–745. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.049>
- Babanyara, Y. Y., & Ibrahim, D. (2015). *Poor Medical Waste Management (MWM) practices and its risks to human health and the environment: a literature review Environmental Pollution View project Field Work View project*. <https://www.researchgate.net/publication/285242270>
- Chisholm, J. M., Zamani, R., Negm, A. M., Said, N., Abdel daiem, M. M., Dibaj, M., & Akrami, M. (2021). Sustainable waste management of medical waste in African developing countries: A narrative review. *Waste Management and Research*, 39(9), 1149–1163. <https://doi.org/10.1177/0734242X211029175>

- Conrardy, J., Hillanbrand, M., Myers, S., & Nussbaum, G. F. (2010). Reducing medical waste. *AORN Journal*, 91(6), 711–721. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.12.029>
- David Skinner. (2021). What is Hospital Medical Waste. *Danielshealth.Com*.
- Djoko Saputro, H., & Dwiprigitaningtias, I. (2022a). PENANGANAN PADA LIMBAH INFEKSIUS (SAMPAH MEDIS) AKIBAT COVID 19 UNTUK KELESTARIAN LINGKUNGAN HIDUP. *Jurnal Dialektika Hukum*, 4(1). <https://doi.org/10.22435/mpk.v12i2Jun.1063>
- Djoko Saputro, H., & Dwiprigitaningtias, I. (2022b). PENANGANAN PADA LIMBAH INFEKSIUS (SAMPAH MEDIS) AKIBAT COVID 19 UNTUK KELESTARIAN LINGKUNGAN HIDUP. *Jurnal Dialektika Hukum*, 4(1). <https://doi.org/10.22435/mpk.v12i2Jun.1063>
- Etim, M. A., Omole, D. O., & Araoye, O. v. (2022). Impact of COVID-19 on medical waste management and disposal practices in Nigeria. In *Cogent Engineering* (Vol. 9, Issue 1). Cogent OA. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2038345>
- Ilyas, S., Srivastava, R. R., & Kim, H. (2020). Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of the Total Environment*, 749. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141652>
- Mar'atus Sholihah, E., Sjaaf, A. C., & Djunawan, A. (2021). *Evaluasi Pengelolaan Limbah Medis Di Rumah Sakit Sentra Medika Cikarang* Medical Waste Management Evaluation at Sentra Medika Hospital Cikarang.
- Peng, J., Wu, X., Wang, R., Li, C., Zhang, Q., & Wei, D. (2020). Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: Experience in a general hospital. *American Journal of Infection Control*, 48(8), 918–921. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.035>
- Pudjiastuti, D., Rahmatiar, Y., Guntara, D., Kunci, K., Medis, L., & Lokal, K. (2021). *PENGLOLAAN LIMBAH MEDIS COVID 19 MELALUI KEARIFAN LOKAL* (Vol. 6, Issue 2). <https://regional.kompas.com/read/2021/02/>
- Putri, N. V., Supriyadi, S., Kurniawan, A., & Hapsari, A. (2022). Analisis Pengelolaan Limbah B3 Medis di Rumah Sakit X Kabupaten Mojokerto pada Masa Pandemi Covid-19. *Sport Science and Health*, 4(7), 665–679. <https://doi.org/10.17977/um062v4i72022p665-679>
- Shiferaw, Y., Abebe, T., & Mihret, A. (2012). Sharps injuries and exposure to blood and bloodstained body fluids involving medical waste handlers. *Waste Management and Research*, 30(12), 1299–1305. <https://doi.org/10.1177/0734242X12459550>
- Singh, N., Ogunseitan, O. A., & Tang, Y. (2022). Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. In *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* (Vol. 52, Issue 11, pp. 2000–2022). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1885325>
- Timbulan, P., Medis, L., Berbahaya, B., Beracun, D., Rumah, D., Penanganan, S., Covid-19 Prihartanto, P., Reduksi, P. T., Bencana, R., Bidang, K., Pengembangan, T., Alam, S., Pengkajian, B., & Teknologi, P. (2020). PREDICTION OF MEDICAL HAZARDOUS WASTE GENERATION FROM COVID-19 PATIENT HANDLING HOSPITALS. In *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana* (Vol. 15, Issue 1).
- Tri Nurwahyuni, N., Fitria, L., Umboh, O., & Katiandagho, D. (2020). Pengolahan Limbah Medis COVID-19 Pada Rumah Sakit COVID-19 Medical Waste Treatment at Hospitals. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 52–59. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1162>
- www.epa.gov. (2021). Medical Waste. *Epa.Gov*.
- Yu, H., Sun, X., Solvang, W. D., & Zhao, X. (2020). Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). *International*



*Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17051770>  
Zuhriyani. (2019). *Analisis Sistem Pengelolaan Limbah Medis Padat Berkelanjutan di Rumah Sakit Umum Raden Mattaher Jambi*.

## **PROFIL SINGKAT**

Carmelia Santania Fahik, lahir di Surabaya, 18 April 2002, penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDI RSS Oesapa (lulus tahun 2014), melanjutkan ke SMPK St. Theresia (lulus tahun 2017), dan SMAK St. Ignatius (lulus tahun 2020), hingga akhirnya bisa menempuh pendidikan di Program studi Sains Biomedis, Fakultas Kesehatan, Universitas Ivet Semarang.