

## Analisis Jaringan *Stakeholder* pada Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Sakit di Jakarta

Eva Melyna Virlya<sup>1</sup>, Tri Edhi Budhi Soesilo<sup>1\*</sup>, Edward Nixon Pakpahan<sup>2</sup>, Nova Amalia Sakina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jalan Salemba Raya No.4 Jakarta Pusat 10430, Indonesia

<sup>2</sup> Direktorat Jendral Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Berbahaya dan Beracun, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta Timur 13410, Indonesia

\*Corresponding author: tri.edhi@ui.ac.id

Info Artikel: Diterima 3 April 2023 ; Direvisi 29 Juni 2023 ; Disetujui 4 Juli 2023

Tersedia online : 12 September 2023 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2023

**Cara sitasi (Vancouver):** Virlya EM, Soesilo TEB, Pakpahan EN, Sakina NA. Analisis Jaringan Stakeholder pada Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Sakit di Jakarta. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2023 Oct;22(3):294-303. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.294-303>.

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) rumah sakit di Jakarta masih menjadi permasalahan yang kompleks, terutama pada masa Covid-19. Apabila tidak ditangani dengan baik akan berpotensi sebagai media penyebaran virus. Pengelolaan tersebut memerlukan identifikasi LB3 dan kerjasama pengelolaan dari pemangku kepentingan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis jumlah dan jenis LB3, membandingkan kinerja pelaksanaan pengelolaan limbah dan menganalisis jaringan pemangku kepentingan dalam mengelola LB3 rumah sakit di Jakarta.

**Metode:** Desain penelitian kuantitatif digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan jumlah limbah dan pengelolaan LB3 medis padat dari tahun 2018-2022. Metode *Analytical Network Theory* (ANT) dengan bantuan perangkat lunak UNICET digunakan untuk menganalisis jaringan pemangku kepentingan dalam pengelolaan limbah di 4 rumah sakit (2 swasta dan 2 pemerintah) di DKI Jakarta.

**Hasil:** Terjadi peningkatan limbah sebesar 11-264% dengan lebih dari 90% tergolong jenis limbah infeksius pada 4 rumah sakit yang diteliti. Terdapat 1 rumah sakit swasta dan 1 rumah sakit pemerintah masih memerlukan perbaikan kinerja dalam aspek non teknis pengelolaan yaitu pendataan dan pencatatan, pelaksanaan perizinan, dan pelaksanaan ketentuan dalam izin. Nilai *network centralization index* 8,81% menunjukkan aktor atau pemangku kepentingan tersebut tidak ada yang mendominasi atau tidak kuatnya sentralitas sebagai fasilitator di dalam jaringan. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) adalah pemangku kepentingan yang memiliki kemampuan sebagai fasilitator paling tinggi ke aktor lain yang tidak berhubungan langsung dengannya atau dapat dikatakan bahwa para pemangku kepentingan lain dapat melalui DLH untuk berhubungan dengan aktor lainnya.

**Simpulan:** Peningkatan LB3 terjadi di 4 rumah sakit yang diteliti sehingga perlu adanya perbaikan kinerja dalam pengelolaan LB3. DLH merupakan pemangku kepentingan yang memiliki peran penting dalam jaringan stakeholder pengolahan LB3 rumah sakit di DKI Jakarta.

**Kata kunci:** Limbah B3; Jaringan Stakeholder; Rumah Sakit

### ABSTRACT

**Title:** Stakeholder Network Analysis on Hazardous and Toxic Waste Management in Hospitals in Jakarta

**Background:** Management of Hazardous and Toxic Waste (LB3) in hospitals in Jakarta is still a complex problem, especially during the Covid-19 period. If not handled properly, it will potentially be a medium for spreading the virus. Such management requires the identification of LB3 and management cooperation from stakeholders. This

study aims to analyze the amount and type of LB3, compare the performance of waste management implementation and analyze the network of stakeholders in managing LB3 of hospitals in Jakarta.

**Methods:** Quantitative research design is used to answer research objectives. Descriptive analysis was used to describe the amount of waste and management of solid medical LB3 from 2018-2022. The Analytical Network Theory (ANT) method, with the help of UNICET software, was used to analyze stakeholder networks in waste management in 4 hospitals (2 private and two government) in DKI Jakarta.

**Results:** There was an increase in waste by 11-264%, with more than 90% classified as infectious waste types in the four hospitals studied. One private hospital and one government hospital still require performance improvement in non-technical management aspects, namely data collection and recording, implementation of permits, and implementation of permit provisions. The network centralization index value of 8.81% indicates that none of these actors or stakeholders dominates or lack centrality as facilitators in the network. The Environmental Agency (DLH) is a stakeholder who has the highest ability as a facilitator to other actors who are not directly related to him, or it can be said that other stakeholders can go through DLH to connect with other actors.

**Conclusion:** The increase in LB3 occurred in the four hospitals studied, so there is a need for improved performance in LB3 management. DLH is a stakeholder who has an essential role in the LB3 processing stakeholder network of hospitals in DKI Jakarta.

**Keywords:** Hazardous and Toxic Waste; Stakeholder Network; Hospital

## PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan kegiatan jasa pelayanan kesehatan yang beroperasi selama 24 jam dalam 7 hari dan menghasilkan limbah yang setiap tahunnya meningkat<sup>1,2</sup>. Pada masa pandemi Covid-19, rumah sakit menerima banyak pasien dan dimungkinkan limbah yang dihasilkan meningkat. Pada tahun 2018, limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3) rata-rata yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit di negara maju adalah 0,5 kg/tempat tidur/hari, sedangkan di negara berkembang sebesar 0,2 kg/tempat tidur/hari. Terjadi peningkatan LB3 hasil kegiatan rumah sakit sebesar 0,68 kg/tempat tidur/hari di Indonesia. Pada tahun 2020, terjadi peningkatan pasien yang dirawat akibat terinfeksi Covid-19 mencapai 3,4 kg/tempat tidur/hari.<sup>3,4</sup> Pada Maret 2020 di RSPI Sulianti Saroso, terjadi peningkatan jumlah limbah B3 yang semula rata-rata limbah yang dihasilkan adalah 2.750 kg/ hari menjadi 4.500 kg/hari pada tahun 2020 akibat peningkatan pasien Covid-19.<sup>5</sup>

World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa 85% dari total sampah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit adalah kategori sampah domestik, sementara 15% limbah yang dihasilkan tergolong LB3<sup>6</sup>. Sebesar 15% LB3 yang dihasilkan, 10% tergolong limbah infeksius dan 5% tergolong limbah radioaktif. Walaupun proporsinya terlihat sedikit, LB3 memiliki risiko yang tinggi terhadap kesehatan manusia. Jenis LB3 rumah sakit adalah limbah infeksius, obat kadaluwarsa, dan benda tajam yang dihasilkan dari kegiatan operasi, rawat inap, radiologi, ICU, poliklinik, bedah sentral, hemodialisis dan farmasi<sup>7</sup>. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit yang bersumber dari laboratorium klinis, fasilitas insinerator dan air dari instalasi pengolah air limbah (IPAL) masuk dalam kategori LB3 karena dapat memberikan dampak terhadap kesehatan manusia. Pada masa pandemi,

limbah infeksius yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi perantara dalam penyebaran virus SARS-CoV-2 penyebab infeksi Covid-19.<sup>9,10</sup> Pengumpul sampah, petugas kebersihan dan staf medis adalah kelompok rentan yang berpotensi terpapar virus akibat intensitas kontak langsung dengan LB3.<sup>11</sup> Maka dari itu, perlu dilakukan pengolahan LB3 yang memadai.

Penelitian pengelolaan LB3 telah dilakukan di berbagai rumah sakit di Indonesia. Rumah sakit di Sulawesi Utara menyatakan bahwa dari 18 rumah sakit yang diteliti, 61,1% mengolah secara mandiri menggunakan insinerator dan 38,9% menggunakan pihak ketiga. Dari 61,1% tersebut, 100% rumah sakit tidak memiliki izin menggunakan insinerator.<sup>12</sup> Padahal, pengelolaan LB3 harus dilakukan dengan baik karena memiliki tingkat bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pengelolaan LB3 memiliki beberapa tahap seperti identifikasi LB3, pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, penimbunan, dan pembuangan LB3 yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021. Penelitian yang dilakukan di salah satu rumah sakit di Sulawesi Barat menganalisis pengolahan limbah dengan pendekatan kualitatif<sup>14</sup>. Namun, penelitian tersebut tidak menampilkan jenis LB3 yang dihasilkan rumah sakit selama Covid-19 beserta jumlahnya<sup>15</sup>. Penelitian yang dilakukan di rumah sakit Kota Tangerang telah mengidentifikasi timbulan LB3 medis selama Covid-19 dan membandingkan pengolahan antar dua rumah sakit. Namun, pada penelitian ini tidak menjelaskan status kepemilikan rumah sakit, dan tidak membandingkan jumlah LB3 sebelum dan saat Covid-19 berdasarkan jenisnya. Sehingga, salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jumlah dan jenis dari LB3 yang dihasilkan rumah sakit selama masa pandemi Covid-19 di 4 rumah sakit yang berbeda.

Pengelolaan LB3 tidak terlepas dari peran pemangku kebijakan dan pihak terkait yang dapat

mempengaruhi pengelolaan LB3<sup>16</sup>. Seperti penelitian sebelumnya di Indonesia hanya menganalisis pengelolaan LB3 medis selama Covid-19 secara internal yaitu antar kepala rumah sakit, kepala bidang, dan karyawan yang terlibat dalam bidang sanitasi pengolahan LB3 medis<sup>17</sup>. Peraturan yang dikeluarkan oleh stakeholder akan berpengaruh pada implementasi pengelolaan LB3 di setiap rumah sakit<sup>18</sup>. Metode *Actor Network Theory (ANT)* telah digunakan dalam berbagai cara untuk mempelajari interaksi sosial yang paling berpengaruh. Metode ini telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai sektor seperti pengembangan energi di level komunitas<sup>19</sup>, kinerja informasi dalam bidang kesehatan<sup>20</sup>, dan kolaborasi lintas sektor<sup>21</sup>. Oleh karena itu, pembenahan pengelolaan LB3 medis padat harus diupayakan dengan pendekatan holistik sehingga isu lingkungan dipandang sebagai komponen strategis dan diperlukannya kolaborasi oleh pemangku kepentingan seperti pemerintah, lembaga, akademisi, industri, dan masyarakat atau sering disebut kerangka *Penta-Helix*<sup>22</sup>.

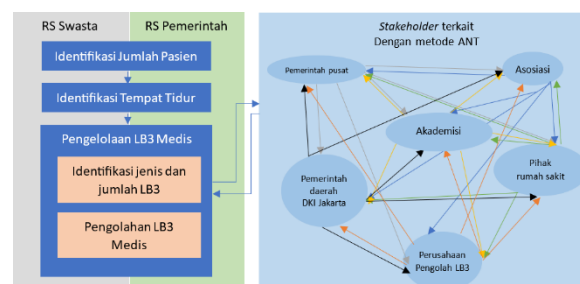
Analisis jaringan pemangku kepentingan dalam pengelolaan LB3 sangat penting dikarenakan pengelolaan LB3 rumah sakit merupakan tanggung jawab sosial dari berbagai pemangku kepentingan.<sup>23</sup> Peraturan yang dikeluarkan dari pihak yang berwenang dalam pengelolaan LB3 akan mempengaruhi implementasinya di lapangan. Dalam penyelesaian pengelolaan limbah, terutama LB3 di rumah sakit, tidak bisa hanya dilaksanakan oleh pelaku industri. Namun, harus ada lembaga yang dapat mengatur dan mengawasi pengelolaan LB3. Seperti di Bangladesh, pengelolaan limbah rumah sakit sangat dipengaruhi oleh Direktorat Bina Penyehatan Lingkungan Ditjen Cipta Karya untuk memastikan pengelolaan LB3 dilakukan secara efisien untuk mengurangi potensi bahaya yang ditimbulkan kepada lingkungan maupun kesehatan masyarakat.<sup>24</sup> Selanjutnya, Departemen Lingkungan akan menjadi pengawas pada implementasi pengolahan LB3 di rumah sakit, departemen ini akan memberikan hukuman terkait penanganan ilegal yang dilakukan rumah sakit.<sup>24</sup> Di Indonesia, jaringan stakeholder sangat kompleks untuk menangani pengelolaan LB3 rumah sakit. Pemangku kepentingan mulai dari pemerintah pusat, pemerintah daerah, asosiasi, pelayanan kesehatan, perusahaan jasa pengolahan LB3, dan akademisi sangat berpengaruh dalam implementasi pengolahan LB3 dari hulu hingga hilir. Namun, belum banyak penelitian terkait analisis jaringan pemangku kepentingan untuk mengetahui *stakeholder* yang paling berpengaruh dalam pengelolaan LB3 ini. Sehingga tujuan terakhir dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis jaringan *stakeholder* dalam pengelolaan LB3 di rumah sakit.

Jakarta merupakan daerah Ibu Kota dengan kepadatan penduduk 15.900 jiwa/km<sup>2</sup> dan terus meningkat.<sup>25</sup> Pandemi Covid-19 yang terjadi di Jakarta meningkatkan kebutuhan fasilitas pelayanan

kesehatan. Hal ini menyebabkan LB3 medis padat ikut meningkat dan membutuhkan pengelolaan yang memadai. Penelitian sebelumnya terkait pengelolaan LB3 medis padat di rumah sakit saat pandemi Covid-19 sudah banyak dilakukan seperti di India<sup>9</sup>, Ethiopia<sup>26</sup>, dan Indonesia<sup>12</sup>. Namun, dalam penelitian sebelumnya belum digambarkan jumlah LB3 sebelum dan saat terjadinya Covid-19. Pada penelitian sebelumnya juga belum menganalisis interaksi pemangku kebijakan dari sektor pemerintah, lembaga, akademisi, industri, dan masyarakat. Maka dari itu, penulisan artikel ini bertujuan untuk menggambarkan jumlah dan jenis LB3 sebelum dan saat terjadinya Covid-19, menganalisis kinerja pengolahan LB3 dan menganalisis interaksi pemangku kepentingan dalam pengelolaan LB3 medis padat di 4 rumah sakit di Jakarta. Penelitian ini akan mengisi kesenjangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu dengan membandingkan jumlah timbulan LB3 medis sebelum dan saat Covid-19, menganalisis pengolahan LB3 medis saat Pandemi Covid-19, membandingkan pengolahan LB3 berdasarkan status kepemilikan rumah sakit, serta menganalisis aktor-aktor yang berpengaruh pada pengelolaan LB3 medis Covid-19.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan desain penelitian kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Penelitian ini memiliki 3 tujuan yaitu mengidentifikasi jumlah dan jenis LB3 di 4 rumah sakit yang diteliti, menganalisis pengelolaan LB3 medis padat rumah sakit, dan analisis jaringan stakeholder dalam pengelolaan LB3 rumah sakit. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi jumlah pasien dan tempat tidur pasien, identifikasi jenis dan jumlah LB3 setiap triwulan tahun 2018 sampai dengan September 2021. Kemudian menganalisis pengolahan LB3 medis dari rumah sakit swasta dan pemerintah. Stakeholder yang terkait dianalisis menggunakan metode ANT untuk mengetahui aktor yang paling dominan terhadap pengelolaan LB3 medis rumah sakit. Alur penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Jumlah dan jenis LB3 didapatkan melalui data sekunder rumah sakit yang telah menghitung jumlah LB3 yang dihasilkan dalam satuan kg/tempat tidur/hari dan kg/hari dari tahun 2018-September 2021.

Identifikasi jumlah dilakukan dengan menimbang limbah medis yang per tempat tidur per hari dengan timbangan, sementara jenis LB3 medis padat dikategorikan menjadi limbah infeksius, benda tajam, dan obat kadaluwarsa. Data ini akan membandingkan persentase LB3 yang dihasilkan sebelum dan saat pandemi Covid-19. Analisis pelaksanaan pengelolaan LB3 medis padat dilakukan dengan evaluasi dokumen yang dilaporkan ke manajemen 4 rumah sakit yang dikategorikan menjadi 2 rumah sakit swasta dan 2 rumah sakit pemerintah dengan masing-masing rumah sakit yang mengolah LB3 secara internal dan eksternal. Rumah sakit ini dipilih dengan pertimbangan rumah sakit bersedia sebagai tempat penelitian dan berada di wilayah DKI Jakarta dengan minimal rumah sakit berada di kelas B. Analisis pengelolaan dilakukan dengan cara observasi untuk mengetahui implementasi standar, pedoman atau panduan dalam proses pelaksanaan pengurangan dan pemilahan LB3 medis padat mulai dari sumber penghasil limbah sampai ke TPS LB3 rumah sakit. Peneliti juga menelaah Laporan Pengelolaan LB3 setiap triwulan tahun 2018 sampai dengan September 2021 dan disesuaikan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan LB3 serta bagaimana perlakuan rumah sakit dalam mengolah LB3 medis padatnya.

Metode *Actor Network Theory* digunakan untuk mengetahui keterkaitan yang menghubungkan entitas berbeda (informan, benda, ide, minat, pengetahuan, sumber keuangan, dan peraturan). Metode ini telah

digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk mengetahui hubungan lintas sektor yang paling berpengaruh.<sup>26</sup> Tahap awal dari metode ini adalah mengidentifikasi responden (pemangku kepentingan terkait dalam pengelolaan LB3 medis padat) yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan jaringannya. Tahap selanjutnya mengidentifikasi interaksi jaringan responden utama dengan informan lainnya termasuk permasalahan yang timbul, pemahaman, pengetahuan, dan berbagai informasi terkait pengambilan keputusan dalam pengelolaan LB3 medis padat. Penggambaran pola jaringan relasi antara responden yang terlibat dalam pengelolaan limbah medis padat menggunakan perangkat lunak UCINET. Hasil keluaran dari perangkat lunak tersebut dapat terlihat pola informan yang dominan atau berperan besar terhadap pengelolaan limbah dari informan yang dominan atau berperan besar terhadap pengelolaan limbah dari informan lainnya menggunakan nilai 0-1 dengan nilai *indegree* dan *outdegree*. Nilai 0 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antar pemangku kepentingan dan angka 1 menunjukkan adanya hubungan interaksi antar responden.<sup>19</sup> Teknik pemilihan sampel adalah *purposive sampling* dengan jumlah responden adalah 18 yang digambarkan pada Tabel 1. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah responden yang terkait dengan pengelolaan LB3 rumah sakit, sudah bekerja lebih dari 5 tahun di bidangnya, pada sektor pemerintahan, responden yang dipilih adalah responden yang memiliki kewenangan untuk mengambil keputusan (*Top level management*).

**Tabel 1.** Kriteria responden penelitian untuk analisis jaringan pemangku kepentingan

No.	Pihak	Instansi	Jabatan	Jumlah
1.	Pemerintah Pusat	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Kementerian Kesehatan KLHK	Direktorat Lingkungan Hidup Deputi Bidang Kemaritiman dan Sumber Daya Alam Tim Kerja Pengamanan Limbah dan Radiasi Direktorat PLB3 dan Non B3 Ditjen Pengelolaan Sampah dan Limbah B3	1 1 1
2.	Pemerintah Daerah Provinsi DKI Jakarta	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Dinas Kesehatan  Dinas Lingkungan Hidup	Subbidang Sumber Daya Air dan Lingkungan Hidup Seksi Kesehatan Lingkungan, Kesehatan Kerja dan Olahraga 1. Seksi Pengendalian Limbah B3 2. Seksi Pengawasan Lingkungan dan Kebersihan	1 1 2
3.	Asosiasi	Perumda Paljaya IRSJAM HAKLI	Bagian Pengelolaan Limbah B3 Pengurus Ikatan Rumah Sakit Jakarta Metropolitan Pengurus Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia	1 1 1
4.	Fasilitas Pelayanan Kesehatan	RS	1. Kepala Kesling RS Pemerintah (2 RS) 2. Kepala Kesling RS Swasta (2 RS)	4
5.	Perusahaan Jasa Pengolah Limbah B3	1. PT. Jasa Medivest 2. PT. Tenang Jaya Sejahtera	Bagian Marketing dan Transportasi Bagian QHSE	1 1
6.	Akademisi		Peneliti / Dosen Teknik Lingkungan	2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi studi dibagi menjadi 2 yaitu rumah sakit milik pemerintah dan rumah sakit milik swasta. Masing-masing rumah sakit merepresentasikan rumah

sakit dengan pengelolaan LB3 secara internal (RS Pemerintah 1 dan RS Swasta 1) dan eksternal (RS Pemerintah 2 dan RS Swasta 2). Pada Tabel 2

menggambarkan jumlah tempat tidur dan jumlah pasien dari tahun 2018 hingga September 2022.

Jumlah tempat tidur yang disediakan rumah sakit baik swasta maupun pemerintah mengalami penurunan sekitar 15-24%, kecuali pada RS Swasta 2 yang mengalami peningkatan sebesar 4%. Jumlah pasien pada Tabel 2 menyatakan penurunan dari tahun 2018-2019 (sebelum pandemi) ke tahun 2020-2022 (saat pandemi). Hal ini disebabkan karena adanya keterbatasan pelayanan dan berfokus pada pelayanan untuk pasien Covid-19. Pembatasan pelayanan ini ditujukan agar tidak terjadi infeksi nosokomial di rumah sakit.<sup>27</sup> Walaupun demikian, jumlah limbah infeksius (kg/tempat tidur/hari) dari tahun 2018 hingga September 2022 mengalami peningkatan baik di RS pemerintah maupun swasta. Hal ini serupa dengan

peningkatan limbah infeksius di berbagai negara akibat tingginya kasus Covid-19.<sup>28,29</sup>

Tabel 3 menjelaskan jumlah LB3 medis (kg/tempat tidur/hari) padat di 4 rumah sakit di DKI Jakarta. Peningkatan jumlah LB3 terjadi pada tahun 2019-2021 sebesar 11-264%. Hal ini disebabkan karena awal tahun 2020 adalah pertama kali kasus Covid-19 ditemukan di Indonesia. Kemudian, varian delta menyebabkan infeksi Covid-19 meningkat pada tahun 2021. Hal ini menyebabkan jumlah LB3 medis padat mengalami peningkatan yang signifikan. Penelitian serupa terkait identifikasi jumlah LB3 di RSUD Kota Jakarta Utara<sup>30</sup> dan berbagai negara lainnya seperti Afrika Selatan dan Argentina.<sup>31</sup> Namun, di 4 rumah sakit yang diteliti, jumlah limbah LB3 medis padat masih lebih sedikit dibandingkan yang terjadi di Ethiopia sebesar 2,1 kg/tempat tidur/hari.<sup>26</sup>

**Tabel 2.** Jumlah Tempat Tidur dan Pasien Tahun 2018-Sept 2022

Rumah Sakit	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	Sept 2022
RS Pemerintah 1, Pengelolaan Internal					
Jumlah tempat tidur (unit)	186	186	130	130	157
Jumlah pasien (orang)	111.202	80.349	42.396	58.148	42.071
RS Pemerintah 2, Pengelolaan Eksternal					
Jumlah tempat tidur (unit)	418	418	316	316	316
Jumlah pasien (orang)	396.880	329.357	208.764	223.590	191.703
RS Swasta 2, Pengelolaan Eksternal					
Jumlah tempat tidur (unit)	192	192	200	200	200
Jumlah pasien (orang)	102.545	107.539	66.906	76.582	59.080
RS Swasta 1, Pengelolaan Internal					
Jumlah tempat tidur (unit)	405	327	311	311	311
Jumlah pasien (orang)	9.606	9.691	5.867	5.629	5.718

**Tabel 3.** Jumlah LB3 Medis Padat di 4 Rumah Sakit 2018-Sept 2022

Rumah Sakit	Jumlah LB3 Medis Padat				
	2018	2019	2020	2021	Sept 2022
RS Pemerintah 1, Pengelolaan Internal					
kg/tempat tidur/hari	0,46	0,46	1,44	2,14	1,06
kg/hari	84,80	85,03	186,76	278,51	166,66
RS Pemerintah 2, Pengelolaan Eksternal					
kg/tempat tidur/hari	0,54	0,48	0,66	0,78	0,61
kg/hari	223,75	202,24	207,86	247,55	193,59
RS Swasta 2, Pengelolaan Eksternal					
kg/tempat tidur/hari	0,63	0,54	0,68	1,11	0,89
kg/hari	120,21	104,14	136,14	222,89	178,71
RS Swasta 1, Pengelolaan Internal					
kg/tempat tidur/hari	0,21	0,27	0,52	0,99	0,72
kg/hari	84,75	87,59	162,42	308,39	224,83

Sumber: hasil olahan penulis dari Laporan Pengelolaan LB3 di 4 RS

Pada tahun 2022, jumlah limbah LB3 medis padat menurun di semua rumah sakit yang diteliti. Hal ini dikarenakan kasus Covid-19 tidak membutuhkan perawatan khusus seperti pada Covid-19 Varian Delta. Jenis LB3 medis padat dibagi menjadi 3 yaitu limbah infeksius, limbah benda tajam dan obat kadaluwarsa. Pada Tabel 4 menjelaskan persentase jenis LB3 di 4

rumah sakit. Rata-rata LB3 medis padat terbesar yang dihasilkan oleh 4 rumah sakit adalah jenis limbah infeksius (88-95%). Penggunaan alat pelindung diri (APD), masker medis, *face shield* dan sarung tangan tergolong dalam limbah infeksius pada masa pandemi Covid-19 sehingga limbah infeksius yang dihasilkan pada tahun 2019-2021 meningkat secara signifikan<sup>32</sup>.

**Tabel 4.** Persentase Jenis LB3 Medis Padat di 4 Rumah Sakit 2018-Sept 2022

Rumah Sakit	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	Sept 2022
RS Pemerintah 1, Pengelolaan Internal					
Infeksius	88%	92%	98%	99%	96%
Benda Tajam	12%	8%	2%	1%	3%
Obat kadaluwarsa	0%	0%	0%	0%	1%
RS Pemerintah 2, Pengelolaan Eksternal					
Infeksius	89%	89%	89%	87%	88%
Benda Tajam	11%	11%	10%	13%	12%
Obat kadaluwarsa	0%	0%	1%	0%	0%
RS Swasta 2, Pengelolaan Eksternal					
Infeksius	94%	92%	95%	95%	95%
Benda Tajam	6%	7%	5%	5%	5%
Obat kadaluwarsa	0%	1%	0%	0%	0%
RS Swasta 1, Pengelolaan Internal					
Infeksius	TT*	TT*	TT*	TT*	TT*
Benda Tajam	TT*	TT*	TT*	TT*	TT*
Obat kadaluwarsa	TT*	TT*	TT*	TT*	TT*

Ket: \*Tidak tersedia karena dalam laporan seluruhnya ditulis limbah padat infeksius

Pengelolaan LB3 medis padat rumah sakit dilakukan melalui beberapa tahap yaitu identifikasi jenis LB3 medis padat, pemisahan limbah, wadah penampungan sementara, pengangkutan dari sumber menuju tempat penyimpanan sementara (TPS), TPS LB3, pengolahan LB3, izin TPS LB3 yang sesuai persyaratan, izin pengoperasian insenerator, adanya standar pelaksanaan operasional, logbook LB3, neraca LB3, manifest LB3. Berdasarkan hasil observasi terhadap poin-poin tersebut, sebagian besar telah dilaksanakan dengan baik atau taat kepada peraturan pemerintah tentang pengelolaan LB3. Kinerja dalam hal pendataan dan pencatatan, RS Pemerintah 2 dan RS Swasta 2 sudah berkinerja baik melaksanakan perincian limbah yang dihasilkan sesuai jenis LB3 dalam Permen LHK No. P. 56 tahun 2015, sedangkan untuk RS Pemerintah 1 dan RS Swasta 1, belum berkinerja baik dalam melaksanakan pendataan dan pencatatan LB3 yang dihasilkan secara lebih terperinci. Rumah sakit yang diteliti telah memiliki izin penyimpanan dan pengolahan LB3, kecuali RS Swasta 1 karena belum memperpanjang izin penyimpanan dan pengolahan LB3. Pengolahan limbah B3 yang dihasilkan untuk RS Pemerintah 1 dan Swasta 1 dilakukan secara mandiri menggunakan insenerator. Sementara, RS Swasta 2 dan RS Pemerintah 2 menyerahkan LB3 ke pihak ke 3. Tabel 5 menggambarkan jenis limbah, limbah yang dihasilkan dari tahun 2018-September 2022, jumlah limbah yang dikelola, dan perlakuan pengolahan LB3.

Pada masa pandemi, penggunaan bahan dan alat sekali pakai karena pada masa Covid-19, manajemen RS menginstruksikan agar LB3 medis padat yang dihasilkan langsung ditempatkan ke TPS LB3 untuk mengurangi waktu kontak dengan limbah yang terkontaminasi tanpa adanya daur ulang. Penelitian yang dilakukan Derraik *et al.*, 2020<sup>33</sup> dan Jessop *et al.*,

2020<sup>34</sup> menyatakan bahwa APD dapat digunakan kembali setelah proses desinfeksi sebagai upaya pengurangan jumlah limbah. Namun, 4 rumah sakit tersebut tidak melaksanakan pengurangan limbah infeksius dengan pertimbangan infeksi dari limbah karena SARS-CoV-2 dapat bertahan pada permukaan pada waktu tertentu<sup>32</sup>.

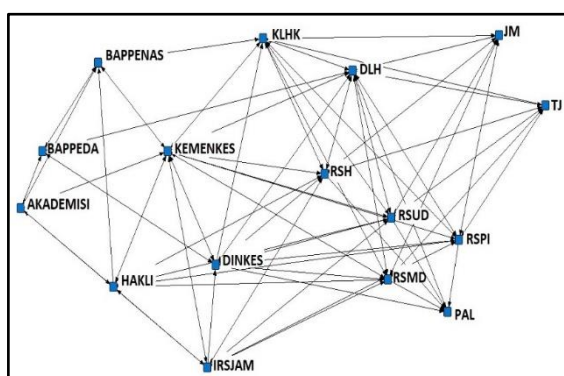
Kinerja pemilahan, pengumpulan dan pencatatan LB3 yang dihasilkan oleh ke-4 RS masih tidak sesuai dalam izin TPS LB3 yang dimiliki oleh masing-masing RS. Dalam izin tersebut tertulis jumlah dan jenis limbah yang dihasilkan RS per hari. Khusus untuk RS Swasta 1, komitmen manajemen RS dalam pelaksanaan pengelolaan LB3 medis padat kurang maksimal terlihat dalam pelaksanaan pengiriman pelaporan yang merupakan kewajiban RS setiap tiga bulan kepada DLH Provinsi DKI Jakarta dan KLHK RI. Hal ini mengakibatkan terputusnya informasi jumlah dan jenis limbah diolah oleh RS. Manajemen RS Swasta 1 belum berkomitmen dalam perpanjangan izin penyimpanan LB3 dan izin pengolahan limbah B3.

Penanganan LB3 medis padat di 4 manajemen RS dimulai dari pemisahan wadah atau tempat per jenis limbah di sumber, penggunaan beda warna plastik dan tempat khusus untuk benda tajam, alat angkut limbah dan waktu operasional pengangkutan limbah dan penanganan limbah saat di TPS LB3 telah sesuai dengan Permenlhk Nomor P.56 Tahun 2015. Pengolahan LB3 medis padat pada 2 RS di lokasi studi menggunakan pengolahan secara mandiri dengan insenerator, sementara 2 RS lainnya menggunakan pihak ketiga. Tabel 5 menggambarkan pengolahan LB3 medis padat di 4 rumah sakit. Jumlah limbah yang dihasilkan sama dengan jumlah limbah yang dikelola sehingga tidak menyisakan limbah yang tidak terolah.

**Tabel 5.** Pengolahan LB3 Medis Padat 4 RS Tahun 2018-September 2022

No.	Jenis Limbah	Limbah Dihasilkan (ton)	Limbah Dikelola (ton)	Perlakuan
<b>RS Pemerintah 1</b>				
1.	Infeksius	266,619	266,619	Dibakar dalam Insinerator
2.	Benda Tajam	10,279	10,279	Dibakar dalam Insinerator
3.	Obat Kedaluwarsa	0,598	0,598	Dibakar dalam Insinerator
<b>Total</b>		<b>277,496</b>	<b>277,496</b>	
<b>RS Swasta 1</b>				
1.	Infeksius	296,29	296,29	Dibakar dalam Insinerator
<b>Total</b>		<b>296,29</b>	<b>296,29</b>	
<b>RS Swasta 2</b>				
1.	Infeksius	247,32	247,32	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
2.	Benda Tajam	13,68	13,68	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
3.	Obat Kedaluwarsa	0,56	0,56	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
4.	Kemasan B3	0,14	0,14	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
5.	Limbah Sitotoksik	0,16	0,16	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
<b>Total</b>		<b>261,86</b>	<b>261,86</b>	
<b>RS Pemerintah 2</b>				
1.	Infeksius	331,44	331,44	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
2.	Benda Tajam	42,31	42,31	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
3.	Obat Kedaluwarsa	0,63	0,63	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
4.	Kemasan ex B3	0,39	0,39	Diserahkan ke Perusahaan Pengolah
<b>Total</b>		<b>374,77</b>	<b>374,77</b>	

Gambar NetDraw hasil analisis dari *software* UCINET versi 6.528 yang menggambarkan jaringan pemangku kebijakan dalam pengelolaan LB3 (Gambar 2). Pada gambar ini menunjukkan hubungan antar pemangku kepentingan.



Gambar 2. Net Draw Jaringan pemangku kebijakan dalam pengelolaan limbah B3

Perangkat lunak UNICET membantu untuk menganalisis aktor yang memiliki kedudukan sebagai koneksi terbanyak dalam suatu jaringan aktor dengan menganalisis *degree centrality* yang akan menghasilkan nilai *indegree* dan *outdegree*. Nilai *indegree* adalah hubungan bahwa setiap aktor yang

pada jaringan mencoba untuk berhubungan dengan aktor tersebut. Nilai *outdegree* menunjukkan aktor tersebut berusaha untuk berhubungan atau menjalin relasi dengan aktor lain (Tabel 6). Berdasarkan hasil analisis nilai *degree centrality* tertinggi adalah aktor Kemenkes untuk nilai *outdegree* dan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) untuk nilai *indegree*. Hal ini menunjukkan bahwa Kemenkes mencoba melakukan komunikasi kepada 11 aktor lain dalam jaringan dan 11 aktor lain mencoba untuk berhubungan atau berkomunikasi dengan DLH. Rata-rata nilai *indegree* dan *outdegree* aktor dalam jaringan adalah 7,125. Nilai tersebut diartikan bahwa masing-masing pemangku kepentingan berinteraksi dengan 7 aktor lainnya dalam jaringan dengan nilai *Network Centralization Indegree* dan *Outdegree* sebesar 27,556%. Langkah selanjutnya adalah menganalisis interaksi pemangku kepentingan terhadap pengelolaan LB3 medis padat di Provinsi DKI Jakarta adalah penentuan nilai *Betweenness* dan normalitas *betweenness (nbetweenness)*. *Betweenness* didefinisikan sebagai aktor yang mengendalikan informasi atau memiliki peran sebagai fasilitator dalam penyebaran informasi dalam jaringan ini. *Normalitas betweenness* digunakan untuk menilai sebaran data pada jaringan apakah data tersebut tersebar dengan baik atau tidak. Nilai *betweenness* dan *nbetweenness* terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Empat Pemangku Kepentingan dengan nilai *degree centrality tertinggi*

	<i>Outdegree</i>	<i>Indegree</i>	<i>Betweenness</i>	<i>nBetweenness</i>
Kemenkes	11,000	10,000	18,023	8,583
KLHK	9,000	10,000	14,985	7,136
DLH	8,000	11,000	26,401	12,572
Dinkes	9,000	8,000	10,890	5,186
<b>Descriptive Statistics</b>				
<i>Mean</i>	7,125	7,125	9,063	4,15
<i>Sum</i>	114,000	114,000	145,000	69,048
<i>Maximum</i>	11,000	11,000	0,000	0,000
<i>Minimum</i>	1,000	4,000	26,401	12,572
<i>Network Centralization (Outdegree) = 27,556%</i>				
<i>Network Centralization (Indegree) = 27,556%</i>				
<i>Network Centralization Index = 8,81%</i>				

Nilai *network centralization index* adalah 8,81% menunjukkan pemangku kepentingan tersebut tidak ada yang mendominasi atau tidak kuatnya sentralitas sebagai fasilitator dalam jaringan. DLH adalah pemangku kepentingan yang memiliki kemampuan sebagai fasilitator paling tinggi ke aktor lain yang tidak berhubungan langsung dengannya atau dapat dikatakan bahwa para pemangku kepentingan lain dapat melalui DLH untuk berhubungan dengan aktor lainnya. Walaupun hasil penelitian tidak menyatakan DLH sebagai aktor strategis dominan, DLH adalah fasilitator untuk para pemangku kepentingan yang paling strategis terkait pelaksanaan pengelolaan LB3 medis padat RS di Jakarta. DLH Provinsi DKI Jakarta memiliki peranan melakukan pembinaan terhadap pelaksanaan peraturan pemerintah terhadap pengelolaan LB3 dari fasyankes, pengawasan dan monitoring evaluasi terhadap pelaksanaan peraturan oleh kegiatan usaha atau fasyankes yang berlokasi di Provinsi DKI Jakarta, ANT dapat melihat tidak hanya aktor kunci tetapi mekanisme hubungan diantaranya.<sup>35</sup>

Pengawasan yang dilaksanakan oleh DLH Provinsi DKI Jakarta dilaksanakan secara langsung dan tidak langsung dan memiliki beberapa permasalahan. Untuk pengawasan dengan jumlah kegiatan usaha sekala besar, menengah dan kecil yang mencapai ribuan, jumlah petugas pengawas baik dengan jabatan khusus pengawas dan pengendali dampak ataupun berstatus aparatur sipil negara hanya sekitar 30 orang dari keseluruhan pegawai di DLH Provinsi DKI Jakarta. Permasalahan seperti ini juga terjadi di Vietnam terkait transparansi proses pengawasan manajemen limbah medis rumah sakit lintas sektor.<sup>36</sup> Permasalahan selanjutnya adalah anggaran untuk kegiatan pengendalian pengelolaan lingkungan, pengawasan dan penegakan hukum tidak lebih dari 5% dari keseluruhan anggaran DLH Provinsi DKI Jakarta sejak tahun 2018. Diperlukan kerja sama atau kolaborasi dengan Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta sebagai organisasi perangkat daerah untuk pembinaan, pengawasan dan monitoring evaluasi dalam pengelolaan LB3 Medis dari fasyankes sebagai binaan dari Dinkes. Peran pemerintah pusat dan daerah

dalam pembinaan peraturan dan pengawasan langsung maupun tidak langsung kepada kegiatan usaha dalam hal ini RS perlu dioptimalkan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Kisumu, Kenya bahwa pada praktik penanganannya limbah, peran pemerintah pusat sangat berpengaruh dalam pengelolaan limbah karena mereka memiliki legitimasi dan kemampuan untuk menentukan lintasan penyelesaian masalah<sup>37</sup>. Sosialisasi oleh pemerintah pusat dan daerah dalam hal ini Kemenkes RI, KLHK RI, Dinkes Provinsi DKI Jakarta dan DLH Provinsi DKI Jakarta bekerja sama dengan pemangku kepentingan lain seperti akademisi dan lembaga non pemerintah yang bergerak di bidang kesehatan perlu ditingkatkan. Kegiatan sosialisasi pemenuhan pelaksanaan peraturan yang telah ada kepada kegiatan usaha secara terus menerus oleh instansi terkait. Khusus untuk Pemerintah Daerah Provinsi DKI Jakarta beserta jajaran instansi didalamnya, dimana saat ini belum ada peraturan terkait dengan Pengelolaan LB3 dari fasyankes sebagai turunan peraturan pemerintah pusat untuk dapat dilaksanakan di masing-masing daerah, dapat kiranya untuk segera menyiapkan penyusunan peraturan yang lebih spesifik bagi Pengelolaan LB3 dari fasyankes dan kegiatan usaha lainnya. Hal tersebut merupakan kewajiban dan sebagai pelaksanaan tanggung jawab pemerintah daerah dalam pengelolaan lingkungan sehingga lingkungan dan kehidupan didalamnya lebih baik dan sejahtera.

## SIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah 1) Terdapat peningkatan jumlah LB3 medis padat pada 4 rumah sakit pada tahun 2020-2021 sebesar 11-264%. Jenis LB3 medis padat yang dihasilkan paling banyak adalah limbah infeksius, 2) Kinerja pengelolaan LB3 medis padat dari aspek teknis pengelolaan Limbah B3 untuk 4 RS sudah berkinerja baik karena jumlah limbah yang dihasilkan sama dengan jumlah limbah yang dikelola. Pada aspek perizinan dan pengolahan, tiga rumah sakit sudah berkinerja baik dan 1 rumah sakit belum berkinerja baik. Dua rumah sakit pada aspek non teknis sudah berkinerja dengan baik, sedangkan 2 rumah sakit lainnya belum berkinerja dengan baik 3) Interaksi antar



pemangku kepentingan dalam pengelolaan LB3 medis padat di Provinsi DKI Jakarta tidak ada yang dominan. Namun, DLH Provinsi DKI Jakarta memiliki peranan melakukan pembinaan terhadap pelaksanaan peraturan pemerintah terhadap pengelolaan LB3 dari fasyankes, pengawasan dan monitoring evaluasi terhadap pelaksanaan peraturan oleh kegiatan usaha atau fasyankes yang berlokasi di Provinsi DKI Jakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Practice Greenhealth. Hospitals generate over 29 pounds of waste per bed per day. A waste plan is critical for any sustainability programming. [Internet]. 2023. Available from: <https://practicegreenhealth.org/topics/waste/waste-0>
2. Singh E, Kumar A, Mishra R, Kumar S. Solid waste management during covid-19 pandemic: recovery techniques and responses. *Chemosphere* 2022, 288(P1):132451. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132451>.
3. Asian Development Bank. Managing Infectious Medical Waste during the COVID-19 Pandemic. China; 2020.
4. Nugraha C. Tinjauan kebijakan pengelolaan limbah medis infeksius penanganan corona virus disease 2019 (Covid-19). *J Untuk Masy Sehat*. 2020;4(2):122–6. <https://doi.org/10.52643/jukmas.v4i2.1004>
5. Prihartanto. Perkiraan timbulan limbah medis bahan berbahaya dan beracun (B3) dari rumah sakit penanganan pasien covid-19. *J Sains dan Teknol Mitigasi Bencana*. 2020;15(1):12–8. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v15i1.4118>
6. World Health Organization. Health-care waste [Internet]. World Health Organization. 2018 [cited 2023 Jan 17]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
7. Wulandari P, Kusnopranto H. Medical waste management and minimization efforts at public hospital. case study: public hospital in East Jakarta, Indonesia. *J Kesehat Masy*. 2015;9(2):77–84. <https://doi.org/10.12928/kesmas.v9i2.2127>
8. Peraturan Pemerintah RI. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta; 2021.
9. Saxena P, Pradhan IP, Kumar D. Redefining bio medical waste management during covid-19 in india: A way forward. *Mater Today Proc*. 2022;60:849–58. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.507>
10. Pramanik SK, Suja FB, Zain S, Pramanik BK. Two-phase covid-19 medical waste transport optimisation considering sustainability and infection probability. *J Clean Prod*. 2021;100310.
11. Adelodun B, Ajibade FO, Ibrahim RG, Bakare HO, Choi KS. Snowballing transmission of covid-19 (sars-cov-2) through wastewater: any sustainable preventive measures to curtail the scourge in low-income countries? *Sci Total Environ*. 2020;742:140680. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140680>
12. Nurwahyuni NT, Fitria L, Umboh O, Katiandagho D. Pengolahan limbah medis covid-19 pada rumah sakit. *J Kesehat Lingkung*. 2020;10(2):52–9. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1162>
13. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Nomor 6 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Jakarta; 2021.
14. Sukmawati, Dahlan M. Manajemen Pengelolaan limbah rumah sakit umum daerah polewali di masa pandemi covid-19. *J Ilmu Kesehat*. 2022;5(2):112. <https://doi.org/10.33006/ji-kes.v5i2.326>
15. Syaifei AN, Utomo SW, Izzati L. Pengelolaan limbah B3 Medis covid-19 dari rumah sakit di Kota Tangerang. *J Ilmu Kesehat Masy*. 2023;12(03):190–201. <https://doi.org/10.33221/jikm.v12i03.2072>
16. Kriswibowo A, Wahyuningtyas A, Kusmayadi NW, Prasetyo K. Kerjasama pemerintah dan swasta dalam pengelolaan limbah medis covid-19 di Kota Madiun. *Public Inspir J Adm Publik*. 2021;6(1):8–18. <https://doi.org/10.22225/pi.6.1.2021.8-18>
17. Ulfimora FA, Abidin Z, Ismayana A. Analisis kinerja pengelolaan limbah infeksius selama masa pandemi covid-19 studi kasus di RSUD kota depok performance analysis of infectious waste management during the covid-19 pandemic case study at depok city general hospital. *J Pengendali Pencemaran Lingkung*. 2023;5(1):10–20. <https://doi.org/10.35970/jppl.v5i1.1473>
18. Yudianto T, Setyono P, Handayani IGAKR. Implementasi kebijakan dan strategi dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Blora. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2021;20(1):21–6. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.21-26>
19. Berrou Y, Soulier E. A Methodology to analyze the development of local energy communities based on socio-energetic nodes and actor-network theory. *Procedia Comput Sci*. 2023;219:439–46. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.310>
20. Lefkowitz D. Black boxes and information pathways: an actor-network theory approach to breast cancer survivorship care. *Soc Sci Med*. 2022;307(115184). <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115184>
21. Bilodeau A, Chabot C, Martin N, Di Sante M, Bertrand L, Potvin L. A midrange theory of local cross-sector action based on the actor-network theory. *SSM - Qual Res Heal*. November 2022;2(100199). <https://doi.org/10.1016/j.ssmqr.2022.100199>
22. Hasiana D, Safira T, Fathun LM. Limbah medis pada covid-19 di Indonesia: Faktor kompleksitas dan upaya reformasi. *J Sentris*. 2021;2(2):152–65.

- <https://doi.org/10.26593/sentris.v2i2.4999.152-165>
23. Capoor MR, Parida A. Current perspectives of biomedical waste management in context of covid-19. *Indian J Med Microbiol.* 2021;39(2):171–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijmmb.2021.03.003>
  24. Dihan MR, Abu Nayeem SM, Roy H, Islam MS, Islam A, Alsukaibi AKD, et al. Healthcare waste in Bangladesh: Current status, the impact of Covid-19 and sustainable management with life cycle and circular economy framework. *Sci Total Environ.* November 2023;871(162083). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162083>
  25. Martinez R, Masron IN. Jakarta: A city of cities. *Cities.* May 2020;106. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102868>
  26. Lemma H, Asefa L, Gameda T, Dhengesu D. Infectious medical waste management during the COVID-19 pandemic in public hospitals of West Guji zone, southern Ethiopia. *Clin Epidemiol Glob Heal.* October 2022;15:101037. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101037>
  27. Takeuchi E, Katanoda K, Cheli S, Goldzweig G, Tabuchi T. Restrictions on healthcare utilization and psychological distress among patients with diseases potentially vulnerable to COVID-19. *Heal Psychol Behav Med.* 2022;10(1):229–40. <https://doi.org/10.1080/21642850.2022.2037429>
  28. Ngoc S mai V, Nguyen M anh, Nguyen T lam, Vu H. covid-19 and environmental health: a systematic analysis for the global burden of biomedical waste by this epidemic. *Case Studies in Chem and Environ Eng* 6. January 2022;100245:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100245>
  29. World Health Organization. Tonnes of covid-19 health care waste expose urgent need to improve waste management systems. Geneva; 2022.
  30. Valonda D, Hermawati E. Pengelolaan limbah medis padat rumah sakit pada masa pandemi covid-19 di RSUD Koja Jakarta. *Avicenna J Ilm.* 2022;17(1):14–20. <https://doi.org/10.36085/avicenna.v17i1.2751>
  31. Haque MS, Uddin S, Sayem SM, Mohib KM. Coronavirus disease 2019 (covid-19) induced waste scenario: A short overview. *J Environ Chem Eng.* 2021;9(1):104660. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104660>
  32. Das AK, Islam MN, Billah MM, Sarker A. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy—a mini-review. *Sci Total Environ.* 2021;778:146220. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220>
  33. Derraik JGB, Anderson WA, Connelly EA, Anderson YC. Rapid review of sars-cov-1 and sars-cov-2 viability, susceptibility to treatment, and the disinfection and reuse of ppe, particularly filtering facepiece respirators. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(17):1–31. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176117>
  34. Jessop ZM, Dobbs TD, Ali SR, Combella E, Clancy R, Ibrahim N, et al. Personal protective equipment for surgeons during COVID-19 pandemic: systematic review of availability, usage and rationing. *Br J Surg.* 2020;107(10):1262–80. <https://doi.org/10.1002/bjs.11750>
  35. Latour B. On actor-network theory. A few clarifications plus more than a few complications. *Philos Lit J Logos.* 2017;27(1):173–97. <https://doi.org/10.22394/0869-5377-2017-1-173-197>
  36. Le HT, Quoc K Le, Nguyen TA, Dang KT, Vo HK, Luong HH, et al. medical-waste chain: a medical waste collection, classification and treatment management by blockchain technology. *Computers.* 2022;11(7):1–21. <https://doi.org/10.3390/computers11070113>
  37. Salvia G, Zimmermann N, Willan C, Hale J, Gitau H, Muindi K, et al. The wicked problem of waste management: An attention-based analysis of stakeholder behaviours. *J Clean Prod.* December 2021;326(129200):1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129200>



©2023. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.