

## TINJAUAN HASIL-HASIL PENELITIAN TENTANG TIMBULAN LIMBAH B3 MEDIS DAN RUMAH TANGGA SELAMA BENCANA PANDEMIK COVID-19

### RESEARCHES REVIEW ON GENERATION OF MEDICAL AND MUNICIPAL HAZARDOUS WASTE DURING COVID-19 PANDEMIC DISASTER

Prihartanto

Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana, Kedeputan Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung 820, Geostech, Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang 15314, telepon: (021) 7579 1378  
e-mail: prihartanto@bppt.go.id

#### ABSTRACT

*The generation of medical and municipal waste during the COVID-19 pandemic has the potential to become a medium for spreading the virus if it is not handled properly. The lack of information regarding the generation of medical and the effectiveness of handling infectious waste is one of the factor that influence the handling of Covid-19 hazardous waste. In this study, a literature review will be presented regarding several studies on the generation of Covid-19 medical hazardous waste that have been carried out in several developing and developed countries from December 2019 to mid-2020. In addition, a comparison of the handling of infectious municipal waste in developing and developed countries will be presented in this paper during a pandemic. It is hoped that this research can be used as a reference for further research on the generation of hazardous medical waste and handling municipal-scale infectious waste due to the Covid-19 pandemic.*

**Keywords:** Covid-19, hazardous waste, waste generation, medical waste, municipal waste

#### ABSTRAK

Timbulan limbah medis dan rumah tangga pada masa pandemi COVID-19, berpotensi menjadi media penyebaran virus bila tidak ditangani dengan benar. Minimnya informasi mengenai timbulan limbah medis dan efektivitas penanganan limbah infeksius menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penanganan limbah B3 Covid-19 ini. Dalam kajian ini akan disampaikan tinjauan pustaka mengenai beberapa penelitian tentang timbulan limbah medis B3 Covid-19 yang pernah dilakukan di beberapa negara berkembang dan negara maju sejak Desember 2019 hingga pertengahan 2020. Di samping itu, dalam makalah ini akan dipaparkan perbandingan penanganan limbah infeksius rumah tangga di negara berkembang dan negara maju selama terjadi pandemi. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu rujukan bagi penelitian lanjutan tentang timbulan limbah medis B3 serta penanganan limbah infeksius skala rumah tangga akibat pandemi Covid-19.

**Kata kunci:** Covid-19, limbah beracun dan berbahaya, timbulan limbah, limbah medis, limbah rumah tangga

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semenjak ditetapkannya Covid-19 sebagai bencana pandemik global pada tanggal 12 Maret 2020 oleh *World Health Organization* (WHO), telah mengakibatkan peningkatan kasus total kumulatif kasus positif global hingga pertengahan bulan Oktober 2020 sebesar 38,4

juta jiwa, sembuh sebanyak 26,6 juta jiwa dan menimbulkan korban meninggal sebanyak 1,09 juta jiwa (Google Berita, 2020). Meningkatnya kasus Covid-19 tersebut telah mendorong banyak peneliti di dunia untuk melakukan penelitian terkait dengan berbagai aspek yang terkait Covid-19. Namun demikian, semenjak

terjadi epidemi Covid-19 yang dimulai dari Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China pada akhir tahun 2019 hingga pertengahan Oktober 2020 masih sedikit sekali penelitian yang terkait dengan peningkatan timbulan limbah medis B3 Covid-19.

Perawatan penderita Covid-19 yang dilakukan di rumah sakit atau melalui isolasi mandiri berpotensi menghasilkan limbah padat Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah tersebut berupa barang atau bahan sisa hasil kegiatan yang tidak digunakan kembali yang berpotensi terkontaminasi oleh zat yang bersifat infeksius atau kontak dengan pasien dan/atau petugas di fasilitas pelayanan kesehatan (fasyankes) terutama yang menangani pasien Covid-19 (Nurali, 2020). Limbah-limbah ini berpotensi untuk menginfeksi individu-individu yang bekerja di fasyankes yang terdiri dari tenaga medis, paramedis maupun tenaga administrasi dan pendukung teknis rumah sakit akibat manajemen limbah yang kurang hati-hati (Narayana *et al.*, 2014).

Standard penanganan limbah medis B3 Covid-19 menggunakan pedoman yang dikeluarkan oleh WHO (Capoor, 2020), sedangkan di Indonesia mengacu kepada PermenLHK No. P.56/Menlhk-Setjen/2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan (Kemenkumham RI, 2016) dan Surat Edaran No. SE.2/MENLHK/PSLB3/3/2020 tentang Pengelolaan Limbah Infeksius (Limbah B3) dan Sampah Rumah Tangga dari Penanganan *Corona Virus Disease* (COVID-19) tertanggal 24 Maret 2020 (KLHK, 2020). Untuk melakukan pengelolaan limbah medis B3 Covid-19 secara baik dan benar, perlu diketahui besar timbulan limbah per tempat tidur per hari yang berbeda dari suatu negara ke negara yang lain.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa besar timbulan limbah B3 di beberapa negara mengalami peningkatan selama terjadinya pandemi Covid-19. Timbulan limbah medis di Provinsi Hubei, Tiongkok, meningkat dari 40 ton/hari menjadi 240 ton/hari (Shi & Zheng, 2020). Kasus Covid-19 di China menunjukkan bahwa kapasitas pembuangan limbah medis meningkat dari 4.902,8 ton/hari menjadi 6.066,8 ton/hari dengan timbulan limbah medis 14,3 kg/hari (Astuti, 2020). Di RSPI Sulianti Saroso timbulan limbah B3 medis meningkat dari 2.750 kg menjadi 4.500 kg pada bulan Maret 2020 (Deni, 2020).

Dalam studi ini akan dilakukan tinjauan singkat mengenai beberapa penelitian yang

sudah dilakukan terkait timbulan limbah medis B3 Covid-19 di beberapa negara baik berupa timbulan limbah per tempat tidur per hari maupun timbulan total limbah per hari. Diharapkan hasil dari tinjauan ini dapat dijadikan sebagai referensi penelitian-penelitian selanjutnya dalam pengelolaan limbah medis B3.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan

Penelitian ini dilakukan berdasarkan studi literatur yang berasal dari artikel, buku, laporan ataupun jurnal ilmiah terkait timbulan limbah medis B3 sebelum dan pada saat terjadi pandemi Covid-19. Data yang digunakan berupa data timbulan limbah medis B3 untuk setiap pasien yang dirawat di rumah sakit maupun di ruang perawatan isolasi sebelum dan pada saat terjadi pandemi. Data lainnya berupa timbulan limbah total sebelum dan pada saat terjadi pandemi. Data sebelum pandemi diambil pada periode sebelum bulan Desember 2019 dan pada saat pandemi menggunakan data pada periode bulan Desember 2019 hingga pertengahan bulan Oktober 2020.

### 2.2. Metode

Penelitian dilaksanakan melalui penelusuran literatur. Berdasarkan hasil studi pustaka tersebut dilakukan penelaahan semua penelitian terkait timbulan limbah medis B3 untuk setiap pasien per hari dan juga timbulan limbah medis total per hari sebelum dan pada saat bencana pandemi Covid-19 terjadi. Semua data yang diperoleh dari berbagai negara akan dikumpulkan dan diperbandingkan untuk kemudian dianalisis, sehingga akan diperoleh gambaran tentang besar peningkatan timbulan limbah medis B3 akibat terjadi Covid-19 di seluruh dunia.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Timbulan Limbah Medis B3 Sebelum Bencana Pandemi Covid-19

Komposisi limbah rumah sakit sebesar 85% limbah merupakan limbah non-B3, 10% limbah B3 infeksius dan 5% limbah B3 non-infeksius

Sedangkan timbulan rata-rata limbah yang dihasilkan dari rumah sakit di seluruh dunia sebesar 0,5 kg/tempat tidur/hari (UNEP, 2020). Rumah Sakit Palang Merah International dengan 100 tempat tidur dalam kondisi normal menghasilkan limbah sebanyak 1,5-3 kg/pasien/hari (ICRC, 2011). Di Itali, timbulan tertinggi terdapat di bagian anestesi sebesar 5,96

kg/tempat tidur/hari. Di bagian *paediatric and intensive care* sebesar 3,37 kg/tempat tidur/hari and *gastroenterology-digestive endoscopy* sebesar 3,09 kg/tempat tidur/hari (Vaccari *et al.*, 2017). Timbulan limbah medis di Teheran sebesar 2,7 kg/tempat tidur/hari (Mohammadi-Baghaee, 2000). Di Dhaka Bangladesh sebesar 1,9 kg/tempat tidur/hari (Hassan *et al.*, 2008). Dar-es-Salaam, Tanzania 0,84-5,8 kg/tempat tidur/hari (Mato & Kasengga, 1997). Timbulan limbah B3 rumah sakit di negara berkembang pada tahun 1999 sebesar 1,3 kg/tempat tidur/hari. Sedangkan di negara-negara maju seperti Eropa dan Amerika Serikat sebesar 5-8 kg/tempat tidur/hari. Pada tahun 2003 sebesar 0,14 kg/tempat tidur/hari (Wulandari & Kusnopranto, 2015). Secara ringkas besar timbulan limbah medis B3 sebelum pandemi Covid-19 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Timbulan Limbah Medis B3 Sebelum Pandemi Covid-19 di Beberapa Lokasi Rumah Sakit

No.	Lokasi	Besar Timbulan Limbah Medis B3 (kg/tempat tidur/hari)
1.	Seluruh Dunia	0,5 (UNEP, 2020)
2.	Rumah Sakit Palang Merah Internasional	1,5-3 (ICRC, 2011)
3.	Italia (bagian <i>paediatric and intensive care</i> )	3,37 ((Vaccari <i>et al.</i> , 2017)
4.	Italia (bagian <i>gastroenterology-digestive endoscopy</i> )	3,09 (Vaccari <i>et al.</i> , 2017).
5.	Teheran	2,7 (Mohammadi-Baghaee, 2000).
6.	Dhaka, Bangladesh	1,9 (Hassan. 2008).
7.	Dar-es-Salaam, Tanzania	0,84-5,8 (Mato & Kasengga, 1997).
8.	Negara berkembang 1999	1,3 (Wulandari & Kusnopranto, 2015).
9.	Negara berkembang 2003	0,14 (Wulandari & Kusnopranto, 2015).
10.	Eropa, Amerika Serikat 1999	5-8 (Wulandari & Kusnopranto, 2015).

Dari Tabel 1 terlihat bahwa timbulan limbah medis B3 sebelum terjadi pandemi Covid-19 berbeda-beda untuk setiap lokasi, yang bervariasi antara 0,14-8 kg/tempat tidur/hari. Timbulan limbah medis di negara berkembang berbeda dengan negara maju.

### 3.2. Timbulan Limbah Medis B3 Pada Saat Bencana Pandemi Covid-19

Peningkatan kasus Covid-19 di Wuhan meningkatkan timbulan total limbah medis dari 40-50% ton/hari sebelum terjadi pandemi meningkat menjadi 247 ton/hari. Peningkatan Timbulan limbah di Kota Manila, Kuala Lumpur, Hanoi, dan Bangkok mencapai 154-280 ton per hari (You *et al.*, 2020). Diperkirakan timbulan limbah B3 Covid-19 di Thailand sebesar 2,5 kg/tempat tidur/hari; 2,23 kg/tempat tidur/hari; dan 2,0-2,2 kg/tempat tidur/hari di Meksiko. Peningkatan timbulan limbah di Jawa Barat, Indonesia, selama Covid-19 berkisar antara 10,903; 11,646; dan 14,606 ton pada bulan Januari, Maret, dan April 2020 dengan pertambahan sebesar 30% antara Januari-April (IEGS, 2020). Di Ghana, rata-rata timbulan limbah B3 dari fasyankes selama Covid-19 sebesar 1,5 kg/tempat tidur/hari. Rata-rata timbulan limbah medis B3 selama Covid-19 di Rumania berkisar antara 1-1,8 kg/tempat tidur/hari dengan timbulan tertinggi terdapat di bagian gawat darurat sementara untuk fasilitas kesehatan yang lebih kecil sebesar <0,5 kg/tempat tidur/hari (Mihai, 2020). Sebelum terjadinya pandemi Covid-19, klinik-klinik kesehatan di New Delhi mengirimkan 500 g limbah biomedis (seperti jarum suntik, kencing, pembalut, dan sebagainya) per tempat tidur, setiap hari. Saat ini, jumlah tersebut telah meningkat menjadi antara 2,5-4 kg/tempat tidur/hari. (Ramteke & Sahu, 2020). Di Dhaka timbulan rata-rata limbah medis B3 selama Covid-19 berkisar antara 206-218 ton/hari, dengan rata-rata timbulan limbah sebesar 1,63-1,99 kg/tempat tidur/hari (Rahman *et al.*, 2020). Di DKI Jakarta timbulan limbah medis B3 Covid-19 mencapai 1,62-2,5 kg/tempat tidur/hari (Prihartanto, 2020).

Tabel 2. Timbulan Limbah Medis B3 Pada Saat Pandemi Covid-19 di Beberapa Lokasi Rumah Sakit

No.	Lokasi	Besar Timbulan Limbah Medis B3 (kg/tempat tidur/hari)
1.	Thailand	2,5 (IEGS, 2020)
2.	Meksiko	2,23 (IEGS, 2020) 2,0-2,2 (IEGS, 2020)
3.	Ghana	1,5 (Mihai, 2020)
4.	Rumania	1-1,8 (Mihai, 2020)
5.	Rumania untuk fasyankes kecil	<0,5 (Mihai, 2020)
6.	New Delhi (India)	2,5-4 (Ramteke & Sahu, 2020)
7.	Dhaka, Bangladesh	1,63-1,99 (Rahman <i>et al.</i> , 2020).

8.	Jakarta, Indonesia	1,62 – 2,50 (Prihartanto, 2020)
----	--------------------	------------------------------------

Dari Tabel 2 terlihat bahwa timbulan limbah medis B3 Covid-19 pada saat pandemi Covid-19 juga bervariasi antara <0,5-4 kg/tempat tidur/hari. Jumlah total limbah medis B3 pada saat terjadi Pandemi Covid-19 di Jakarta sebesar 12.740 ton selama 60 hari setelah virus Covid-19 menyerang Wuhan (China) yang menghasilkan 5.200 ton limbah medis B3 yang dikumpulkan dari kontainer individual yang melayani rumah sakit, fasilitas isolasi, dan

*shelter* (Mihai, 2020). Pertambahan limbah akibat Covid-19 tidak saja terjadi di fasyankes namun juga terjadi di permukiman penduduk, sehingga dibutuhkan strategi penanganan limbah B3 yang kemungkinan terinfeksi Covid-19 di permukiman penduduk (Kulkarni & Anantharama, 2020). Tabel 3 memperlihatkan laporan ADB mengenai peningkatan volume limbah permukiman per hari di beberapa kota besar di Asia Tenggara dalam 60 hari selama masa pandemi Covid-19 yang berkisar antara 154 – 280 ton/hari (Kulkarni & Anantharama, 2020).

Tabel 3. Estimasi Volume Limbah Medis di Beberapa Negara di Asia Tenggara (Kulkarni & Anantharama, 2020)

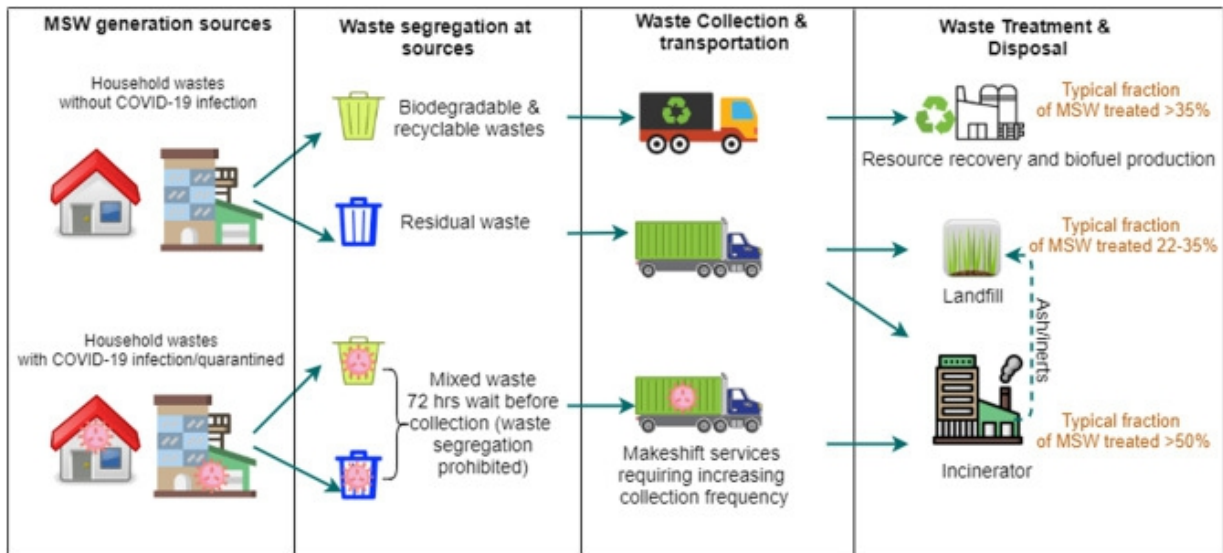
Kota	Populasi dalam (Juta)	Pertambahan Limbah Medis (ton/hari)	Total Estimasi Produksi dalam 60 Hari (metric ton)
Manila	14,00	280	16.800
Jakarta	10,60	212	12.750
Kuala Lumpur	7,70	154	9.240
Bangkok	10,50	210	12.600
Hanoi	8,00	160	9.600

### 3.3. Pengelolaan dan Penanganan Timbulan Limbah Medis B3

Penanganan Limbah Medis B3 yang meningkat jumlah dan volumenya pada saat terjadi pandemi Covid-19 harus ditangani dengan baik dan benar agar tidak berpotensi menjadi sumber infeksi baru terhadap manusia. Beberapa panduan telah dikeluarkan oleh berbagai organisasi internasional untuk menangani timbulan limbah medis dan permukiman selama pandemi Covid-19 (ADB, 2020), (ACR+, 2020), (*European Commission*, 2020), (*Guard et al.*, 2020), (HCWH, 2020), (*UNDP et al.*, 2008), (UNEP, 2002), (UNEP, 2020), (WHO & Unicef, 2020). Demikian juga beberapa penelitian sebelumnya memfokuskan

pada topik pengelolaan dan penanganan limbah medis B3 Covid-19. Penanganan limbah medis B3 Covid-19 terdiri dari beberapa tahapan yang masing-masing memiliki prosedur baku untuk penanganan Covid-19 (Prihartanto, 2020). Untuk itu dibutuhkan strategi penanganan limbah medis B3, dimana strategi penanganannya berbeda antara negara berkembang dan negara maju sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2 (Kulkarni & Anantharama, 2020). Penanganan limbah rumah tangga non Covid-19 perlu dipisahkan dari limbah yang tidak terpapar. Untuk limbah yang terpapar Covid-19 perlu dilakukan prosedur penyimpanan selama 72 jam sebelum dibuang (*Amalia et al.*, 2020; Kulkarni & Anantharama, 2020).





Gambar 1. Penanganan Limbah Permukiman di Beberapa Negara Maju Selama Pandemi Covid-19 (Kulkarni & Anantharama, 2020)



Gambar 2. Penanganan Limbah Permukiman di Beberapa Negara Berkembang Selama Pandemi Covid-19 (Kulkarni & Anantharama, 2020)

Salah satu penelitian di Indonesia telah mengulas lengkap tentang tinjauan literatur terkait penelitian tentang prosedur penanganan limbah rumah tangga selama Covid-19 (Amalia *et al.*, 2020). Strategi penanganan limbah medis B3 juga telah disampaikan oleh Kementerian Dalam Negeri Indonesia melalui pembentukan kelembagaan pengelolaan limbah medis

berbasis kewilayahan (Marbun, 2020). Beberapa penelitian lainnya di Indonesia juga telah membahas tentang prosedur penanganan sampah permukiman selama masa pandemi Covid-19 melalui alternatif sarana khusus pengangkutan limbah atau melalui prosedur penyimpanan selama 72 jam (Amalia *et al.*, 2020).

## KONSEP PENGELOLAAN LIMBAH B3



Gambar 3. Konsep Pengelolaan Limbah B3 di Indonesia (Marbun, 2020)

### 3.4. Potensi Penelitian Tentang Penelitian Timbulan dan Strategi Penanganan Limbah pada Masa Pandemi Covid-19 di Indonesia

Dari beberapa penelitian terkait timbulan limbah medis B3 pada saat terjadi Covid-19 dan juga penelitian terkait pengelolaan limbah medis maupun limbah rumah tangga pada saat terjadi pandemi Covid-19, masih sedikit sekali literatur yang terkait kedua topik di atas. Hampir sebagian besar data timbulan limbah medis B3 dan rumah tangga pada saat terjadi pandemi Covid-19 belum mengacu kepada kondisi riil yang terjadi di Indonesia. Demikian juga penelitian terkait karakteristik dan komposisi limbah medis maupun rumah tangga di Indonesia selama pandemi masih sangat sulit ditemukan.

Standard prosedur penanganan limbah medis dan rumah tangga selama pandemi Covid-19 sudah banyak dibuat oleh beberapa lembaga internasional maupun nasional, akan tetapi belum banyak penelitian di Indonesia yang mengkaji tentang efektivitas pengaplikasian prosedur tersebut dalam penanganan limbah di rumah sakit maupun di permukiman selama bencana pandemi Covid-19 berlangsung.

## IV. KESIMPULAN

Timbulan limbah medis B3 pada saat terjadi pandemi Covid-19 berbeda-beda untuk setiap lokasi dan negara. Dari hasil studi literatur timbulan limbah medis B3 di beberapa negara bervariasi antara <0,5-4 kg/tempat tidur/hari. Terdapat perbedaan timbulan limbah medis antara negara berkembang dan dengan negara maju.

Penelitian terkait timbulan, karakteristik,

komposisi dan prosedur penanganan limbah B3 medis dan rumah tangga pada saat pandemi Covid-19 berlangsung di Indonesia masih sedikit sekali ditemukan. Demikian pula penelitian terkait efektivitas pengaplikasian prosedur penanganan limbah tersebut belum banyak ditemukan. Untuk itu masih banyak dibutuhkan penelitian-penelitian lanjutan terkait topik-topik tersebut di masa mendatang.

## PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Direktur Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana (PTRRB) – BPPT sehingga makalah ini dapat diterbitkan di Jurnal Alami. Semoga makalah ini dapat memberikan kontribusi pada upaya penanganan bencana pandemi Covid-19.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, V., E.P. Hadisantoso, I.R. Wahyuni, dan A.M. Supriatna. 2020. Penanganan Limbah Infeksius Rumah Tangga pada Masa Wabah COVID-19. UIN Sunan Gunung Djati Bandung, 1-6.
- Asian Development Bank (ADB). 2020, Managing Infectious Medical Waste During The COVID-19 Pandemic.
- Association of Cities and Regions for Sustainable Resource Management (ACR+). 2020. Summary of Observed Trends Regarding Municipal Waste Management During The COVID-19 Crisis in March 2020.
- Astuti, L.T. 2020. Hasil Survey Jumlah Limbah Medis Era Covid 19. [terhubung berkala] <https://www.iesa.or.id/en/articles/hasil-survey-jumlah-limbah-medis-era-covid-19/>.

- [terhubung berkala].
- Capoor, M.R. 2020. Health-Care Waste Management in COVID- 19 context: Best and Sustainable Practices, Worl Health Organization.
- Deni, M.C.N. 2020. Tinjauan Kebijakan Pengelolaan Limbah Medis Infeksius Penanganan Corona Virus Disease 2019 (Covid-19).
- European Comission. 2020. Waste Management in The Context of The Coronavirus Crisis.
- Guard, M., G. Leone, A. Torres and C. Perrucci. 2020. Practical Guidelines for The Handling, Storage and Disposal of COVID-19 Infected Wastes, Including Personnel Protective Equipment, United Nation Environmental Program.
- Google Berita. 2020. Virus Corona (Covid 19). [terhubung berkala]. <https://news.google.com/covid19/map?hl=id&mid=%2Fm%2F02j71&gl=ID&ceid=ID%3Aid>.
- Healthcare Without Harm Asia (HCWH). 2020. COVID-19 Healthcare Facility Waste Management.
- Hassan, M.M., S.A. Ahmed., K. A. Rahman., and T.K. Biswas. 2008. Pattern of Medical Waste Management: Existing Scenario in Dhaka City, Bangladesh. BMC Public Health, 8(1): 36.
- Institute for Environmental Global Strategies (IEGS). 2020. Waste Management during the COVID-19 Pandemic, For Response to Recovery. UN Environmental Programme. 56 Halaman.
- ICRC. 2011. Medical Waste Management. International Committee of the Red Cross. Geneva.
- Kemenkumham RI. 2016. Berita Negara Republik Indonesia.Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.56/MenLHK/Setjen/2015.
- Kementerian LHK. 2020. Surat Edaran No. SE.2/MENLHK/PSLB3/3/2020 tentang Pengelolaan Limbah Infeksius (Limbah B3) dan Sampah Rumah Tangga dari Penanganan Corona Virus Disease (COVID-19).
- Kulkarni, B.N. and V. Anantharama. 2020. Repercussions of COVID-19 Pandemic on Municipal Solid Wstemanagement: Challenges and Opportunities. Journal Science of The Total Environmental. 743:1-8.
- Marbun, M. 2020. Konsep Pembentukan Kelembagaan Pengelolaan Limbah Medis Berbasis Wilayah, Kementrian Dalam Negeri.
- Mihai, F.C. 2020. Assessment of COVID-19 Waste Flows During the Emergency State in Romania and Related Public Health and Environmental Concerns. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(5439): 1-18.
- Mato, R.R.A.M and G.R. Kassenga. 1997. A Study on Problems of Management of Medical Solid Wastes in Dar es Salaam and Their Remedial Measures, Resources, Conservation and Recycling, 21(1):1-16.
- Mohammadi-Baghaee, D. 2000. Principles of Medical Waste Management, first edn. Shaharab Co., Tehran.
- Narayana, V., S. Rudraswamy and N. Donggali. 2014. Hazards and Public Health Impacts of Hospital Waste, Indian Journal of Applied Reseach, 4(6): 386-388.
- Nurali, A.I. 2020. Pedoman Pengelolaan Limbah Rumah Sakit Rujukan, Rumah Sakit Darurat dan Puskesmas yang Menangani Pasien Covid-19, Kementrian Kesehatan Republik indonesia. [terhubung berkala]. [https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir\\_519d41d8cd98f00/files/Pedoman-Pengelolaan-Limbah-Fasyankes-Covid-19\\_1571.pdf](https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir_519d41d8cd98f00/files/Pedoman-Pengelolaan-Limbah-Fasyankes-Covid-19_1571.pdf).
- Prihartanto. 2020. Perkiraan Timbulan Limbah Medis Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari Rumah Sakit Penanganan Covid-19. Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana – BPPT, 15(1):12-18.
- Rahman, M.M., M. Bodrud-Doza., M.D.Griffiths and M.A. Mamun. 2020. Biomedical Waste Amid COVID-19: Perspectives from Bangladesh. The Lancet Global Health. [terhubung berkala]. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2214-109X%2820%2930349-1>.
- Ramteke, S. and B.L. Sahu. 2020. Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic: Considerations for The Biomedical Waste Sector in India, Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. [terhubung berkala] <https://doi.org/10.1016/j.csee.2020.100029>.
- Shi, J. and W. Zheng. 2020. Coronavirus: China Struggling to Deal with Mountains of Medical Waste Created by Epidemic. [terhubung berkala]. [www.scmp.com/news/china/society/article/3065049/coronavirus-china](http://www.scmp.com/news/china/society/article/3065049/coronavirus-china). [15 Oktober 2020].
- UNDP, GEF, WHO, WCWH and UIC. 2008. Non-Incineration Treatment and Disposal of Healthcare Waste.
- UNEP. 2020. Healthcare Waste: What to Do With

- It? [terhubung berkala]  
<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/healthcare-waste-what-do-it>.
- UNEP. 2020, Introduction to COVID-19 Waste Management.
- UNEP. 2002. Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill.
- Vaccari, M., T Tudor, and A. Perteghella. 2017. Costs Associated with The Management of Waste From Healthcare Facilities: An Analysis at National and Site Level. *Waste Manag. Res.* 36(1):39-47.
- WHO & Unicef. 2020. Water, Sanitation, Hygiene, and Waste Management for The COVID-19 Virus.
- Wulandari, P. dan H. Kusnopranto. 2015. Medical Waste Management and Minimizatio Efforts at Public Hospital. Case Study: Public Hospital in East Jakarta, Indonesia. *Jurnal Kesmas*, 9(2),77-84.
- You, S., C. Sonne, and Y.S. Ok. 2020. COVID-19's Unsustainable Waste Management. *Science* 368(6498):1438 [terhubung berkala]  
<https://science.sciencemag.org/content/368/6498/1438.1>