

Senario Umum Pengurusan Sisa Pandemik COVID-19 di Malaysia: Satu Tinjauan

(General Scenario of COVID-19 Pandemic Waste Management in Malaysia: A Review)

Rodzidah Mohd Rodzi^{a*}, Zulkifli Mohd Nopiah^b & Noor Ezlin Ahmad Basri^a

^aJabatan Kejuruteraan Awam,

^bJabatan Pendidikan Kejuruteraan,

Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia

*Corresponding author: rodzidahjtm@gmail.com

Received 10 May 2021, Received in revised form 16 July 2021

Accepted 9 August 2021, Available online 30 November 2021

ABSTRAK

Malaysia mencatatkan 880,782 kes kumulatif positif penyakit koronavirus 2019 (COVID-19) dan 6,613 kematian setakat 15 Julai 2021. Impak daripada jumlah jangkitan yang tinggi dan perintah kawalan pergerakan (PKP), Malaysia mengalami peningkatan 60% hingga 70% jumlah penjanaan sisa isi rumah dan 120% hingga 150% peningkatan sisa penjagaan kesihatan. Kajian ini bertujuan untuk membuat tinjauan literatur bersistematik terhadap senario umum pengurusan sisa pandemik COVID-19 di Malaysia. Metodologi yang digunakan adalah model Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) di laman web sarjana Scopus, Web of Science dan jurnal Bahasa Melayu. Jurnal Bahasa Inggeris disaring dengan menggunakan perisian Central Access Database for Impact Assessment (CADIMA), manakala jurnal Bahasa Melayu disaring dengan menggunakan enjin carian Academia.edu. Hasil saringan mendapati sebanyak 43 artikel daripada 571 artikel dikenal pasti memenuhi kriteria kajian. Dapatan kajian ini membentangkan situasi pandemik di Malaysia, impak terhadap pengurusan sisa, pengemaskinian garis panduan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) dan juga aliran prosedur pengurusan sisa sepanjang tempoh pandemik COVID-19. Kajian ini berkepentingan dalam pemahaman cara pengurusan sisa berjangkit yang dilaksanakan di Malaysia, menjelaskan bagaimana pengurusan sisa mempengaruhi penyebaran jangkitan dan pengetahuan tentang prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan yang telah dikemaskini oleh WHO (2020). Cadangan kajian lanjutan tentang proses pengurusan sisa lebih mendalam berdasarkan garis panduan yang telah dikemaskini oleh WHO (2020) di pusat kesihatan, kawasan kediaman dan tempat umum.

Kata kunci: COVID-19; Malaysia; prosedur pengurusan sisa pepejal; sisa penjagaan kesihatan; Pertubuhan Kesihatan Sedunia

ABSTRACT

Malaysia recorded 880,782 cumulative confirmed cases of coronavirus disease 2019 (COVID-19) and 6,613 deaths as of July 15, 2021. The impact of the high number of infections and movement control order (MCO), Malaysia experienced a 60% to 70% increase in total household waste generation and 120% to 150% increase in healthcare waste. This study aims to conduct a systematic literature review on the general scenario of COVID-19 pandemic waste management in Malaysia. The research methodology is by referring to the literatures in the scholar sites including Scopus, Web of Science and Malay Language journals using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) model. English journals were screened using the Central Access Database for Impact Assessment (CADIMA) software, while Malay journals screening was conducted using the Academia.edu search engine. The screening results found that a total of 43 articles out of 571 articles were identified to meet the study criteria. The findings of this study present the pandemic situation in Malaysia, the impact on waste management, the updating of guidelines by the World Health Organization (WHO) as well as the flow of waste management procedures throughout the COVID-19 pandemic

period. This study provides insights into the infectious waste management implemented in Malaysia, elucidating how waste management affects the spread of infection and necessary information on healthcare waste management procedures that have been updated by WHO (2020). Proposed further study on the waste management process in depth based on the guidelines that have been updated by WHO (2020) in health centers, residential areas and public places.

Keywords: COVID-19; Malaysia; waste management procedure; healthcare waste; World Health Organization

PENGENALAN

Makalah ini bertujuan untuk meninjau pengurusan sisa pepejal dalam mengekang penularan pandemik penyakit koronavirus 2019 (COVID-19) di Malaysia. Kajian ini berkepentingan dalam pemahaman cara pengurusan sisa berjangkit yang dilaksanakan di Malaysia, menjelaskan bagaimana pengurusan sisa mempengaruhi penyebaran jangkitan dan pengetahuan tentang prosedur yang telah dikemaskini oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (2020) atau dikenali sebagai *World Health Organization* (WHO).

Arahan pelupusan sisa oleh Kesatuan Eropah atau *European Union* (EU) (2020) mendefinisikan sisa sebagai bahan buangan yang dikumpulkan dan dilupuskan oleh pihak perbandaran. Ia termasuk sisa yang dihasilkan dari isi rumah, perniagaan, institusi atau dari sumber lain yang komposisinya bersifat sama termasuk sisa jalanan dan sisa halaman tetapi tidak termasuk sisa pembinaan dan sisa loji rawatan kumbahan. Merujuk kepada Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam 2007 (Akta 672), sisa pepejal bermaksud bahan sekerap yang dilupuskan kerana berlebihan, pecah, lusuh, tercemar, rosak atau dikehendaki dilupuskan oleh pihak berkuasa. Sisa dikelaskan kepada tiga bahagian iaitu sisa pepejal, sisa cecair, sisa gas dan sisa radioaktif (EU 2020). Kajian ini menumpukan kepada pengurusan sisa pepejal. Skop kajian adalah sisa pepejal jenis perbandaran atau *municipal solid waste* (MSW), sisa berbahaya atau *hazardous waste* (HW) dan sisa penjagaan kesihatan atau *healthcare waste* (HCW).

Antara faktor yang mempengaruhi keberkesanan pengurusan sisa adalah perkhidmatan, infrastruktur, sikap, kemahiran, pengetahuan, pengurusan organisasi dan kewangan (Chin & Yong 2019; Ibrahim & Noordin 2020; Iqbal et al. 2020; Nygren & Olofsson 2020; Sfouq & Yahya 2021; Shen et al. 2019). Faktor perkhidmatan merangkumi kutipan berjadual dan pembersihan jalanan. Perkhidmatan yang tidak efisien menyebabkan longgokan sisa, bau busuk, penyusupan air larut lesap, sisa bertaburan dan pembiakan serangga (Nygren & Olofsson 2020). Faktor infrastruktur seperti kemudahan awam yang mencukupi, jarak lokasi fasiliti dan kapasiti tong sisa memerlukan perancangan mapan seiring dengan perubahan persekitaran seperti pertambahan jumlah penduduk, kepesatan perbandaran, perubahan sosioekonomi penduduk, kemajuan teknologi dan seumpamanya (Iqbal et al. 2020). Sikap mengambil mudah, tidak peduli dan kurangnya keprihatinan mengurai

kepada karakteristik tiada kesedaran sivik. Usaha pengasingan sisa, kitar semula, pemeliharaan alam sekitar dan kebersihan persekitaran tidak tercapai sekiranya sikap segelintir masyarakat masih di tahap rendah (Shen et al. 2019). Faktor pengetahuan dan kemahiran adalah penting dalam pembentukan nilai-nilai murni serta tindakan yang betul dalam menangani isu pembuangan sisa (Sfouq & Yahya 2021). Pencemaran yang berpunca dari faktor pengurusan sektor perindustrian memberi kesan terhadap tahap kesihatan manusia dan kestabilan ekosistem kerana manusia banyak bergantung kepada industri untuk menghasilkan sesuatu produk (Chin & Yong 2019). Faktor kewangan memainkan peranan penting kepada kualiti perkhidmatan khususnya dari aspek sumber manusia, operasi, penyelenggaraan, pengangkutan dan peralatan. Kos yang tinggi diperlukan untuk operasi penyediaan kemudahan awam, kutipan sisa, pengumpulan dan pengangkutan sisa ke tapak pelupusan (Ibrahim & Noordin 2020).

Dalam tahun 2020, dunia telah dilanda pandemik COVID-19 yang disebarkan oleh patogen virus korona atau dikenali sebagai wabak Pernafasan Akut Teruk (SARS) (Azlan et al. 2020). Kejadian ini menjadi isu yang semakin banyak dibincangkan dalam kalangan penyelidik. Kajian di Malaysia oleh Agamuthu & Barasarathi (2020) ke atas penjanaan sisa dalam tempoh pelaksanaan arahan kawalan pergerakan mendapati bahawa impak COVID-19 membawa kepada pembuangan sisa jenis perbandaran oleh isi rumah dan komersial kepada peningkatan 60% hingga 70%. Manakala sisa jenis penjagaan kesihatan telah meningkat kepada 120% hingga 150% (Agamuthu & Barasarathi 2020). Dapatan ini dikuatkan lagi dengan penyelidikan di Australia oleh Adyel (2020) dan di Poland oleh Nowakowski et al. (2020) yang mendapati peningkatan secara drastik penggunaan peralatan perlindungan peribadi atau *personal protective equipment* (PPE) seperti pelitup muka, sarung tangan dan alat penjagaan kesihatan lain, ditambah pula dengan penurunan program kitar semula dan kekangan perkhidmatan kutipan sisa mengakibatkan sistem pengurusan sisa terjejas.

Pembudayaan norma baharu pencegahan COVID-19 bermula pada tahun 2020 bukan hanya meningkatkan kuantiti penjanaan sisa tetapi juga telah mengubah kepada perubahan prosedur pengurusan sisa di peringkat global (Kulkarni & Anantharama 2020). Pematuhan pemakaian PPE, galakan penggunaan plastik sekali pakai dan gaya hidup digital telah menjadi krisis kebersihan persekitaran,

kecukupan fasiliti dan kesihatan awam khususnya di negara ekonomi membangun atau sedang dalam proses peralihan (Silva et al. 2020).

Perkembangan era digital elektronik seawal abad ke-20 telah mengubah gaya hidup melalui transaksi jual beli komersial barangan dan makanan secara atas talian. Proses penghantaran kepada pelanggan menggunakan pembungkusan yang tebal supaya produk diterima dalam keadaan sempurna (Lim et al. 2021). Sisa elektronik berpotensi untuk dikitar semula tetapi menurut dapatan oleh Rahman et al. (2020), kekurangan tong kitar semula peralatan elektronik menjadi penyebab masyarakat melupuskannya bersama sisa domestik. Dalam kajian Zainu (2019) mendapati, di Malaysia kadar pembuangan sisa per kapita tahun 2018 telah meningkat 28% khususnya pembuangan pembungkusan logistik, plastik, kotak, makanan, pakaian, peralatan elektronik, ubat, metal dan kaca.

Perkhidmatan kutipan sisa dan pembersihan yang tidak dikemaskini sepanjang tempoh kawalan pergerakan menimbulkan risiko penularan kes positif COVID-19 melalui pernafasan dan sentuhan (Sangkham 2020). Alternatif lain iaitu pembakaran terbuka dan insinerasi tanpa kawalan pencemaran udara pula mendedahkan

pengendali sisa dan komuniti setempat kepada bahan pencemar toksik dalam pelepasan udara dan abu (Nzediegwu & Chang 2020).

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan metodologi rujukan literatur bersistematik yang melibatkan proses pengenalan, penapisan, penyemakan kelayakan dan pemeriksaan rangkuman. Metodologi yang digunakan dalam proses pengenalan adalah dengan menggunakan model *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) iaitu secara penelitian kuantitatif (Page et al. 2021). Jurnal berindeks Bahasa Inggeris di pangkalan data sarjana Scopus dan *Web of Science* (WoS) disaring dengan menggunakan perisian *Central Access Database for Impact Assessment* (CADIMA). Jurnal Bahasa Melayu pula disaring dengan menggunakan enjin carian Academia.edu. Kata kunci carian adalah 'COVID-19', 'Malaysia', 'prosedur pengurusan sisa pepejal', 'sisa penjagaan kesihatan' dan 'Pertubuhan Kesihatan Sedunia'. Kata kunci pencarian elektronik (*search string*) adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

JADUAL 1. Kata kunci carian literatur

Pangkalan data	Kata kunci carian
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (Coronavirus* OR COVID-19* OR Malaysia* OR "solid* waste* management* procedure*" OR "healthcare* waste*" OR "World* Health* Organization*") AND TITLE-ABS-KEY (search term) AND TITLE-ABS-KEY (Article* OR Review* OR Proceeding*)) AND DOCTYPE (ar OR re OR ip) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English")) AND (PUBYEAR > 2017) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "CENG") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "EART") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENVT") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "MULT"))
Web of Science	TS = ("Coronavirus" OR "COVID-19" OR "Malaysia" OR "solid-waste-management-procedure*" OR "healthcare-waste*" OR "World-Health-Organization*") AND LANGUAGE (English) AND DOCUMENT TYPES: (Article OR Review OR Proceeding) Timespan: 2018-2021. Refined by: WEB OF SCIENCE CATEGORIES: (CIVIL ENGINEERING OR ENVIRONMENTAL ENGINEERING OR ENVIRONMENTAL STUDIES OR MULTIDISCIPLINARY SCIENCES OR GREEN & SUSTAINABLE SCIENCE & TECHNOLOGY OR HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES OR HEALTH POLICY & SERVICES) Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI, BKCI-S, BKCI-SSH, CCR-EXPANDED.
Academia.edu	'COVID-19', 'Malaysia', 'Prosedur pengurusan sisa pepejal', 'Sisa penjagaan kesihatan', 'Pertubuhan Kesihatan Sedunia'. Year: 2018-2021. Publication Type: Journal. Language: Indonesian.

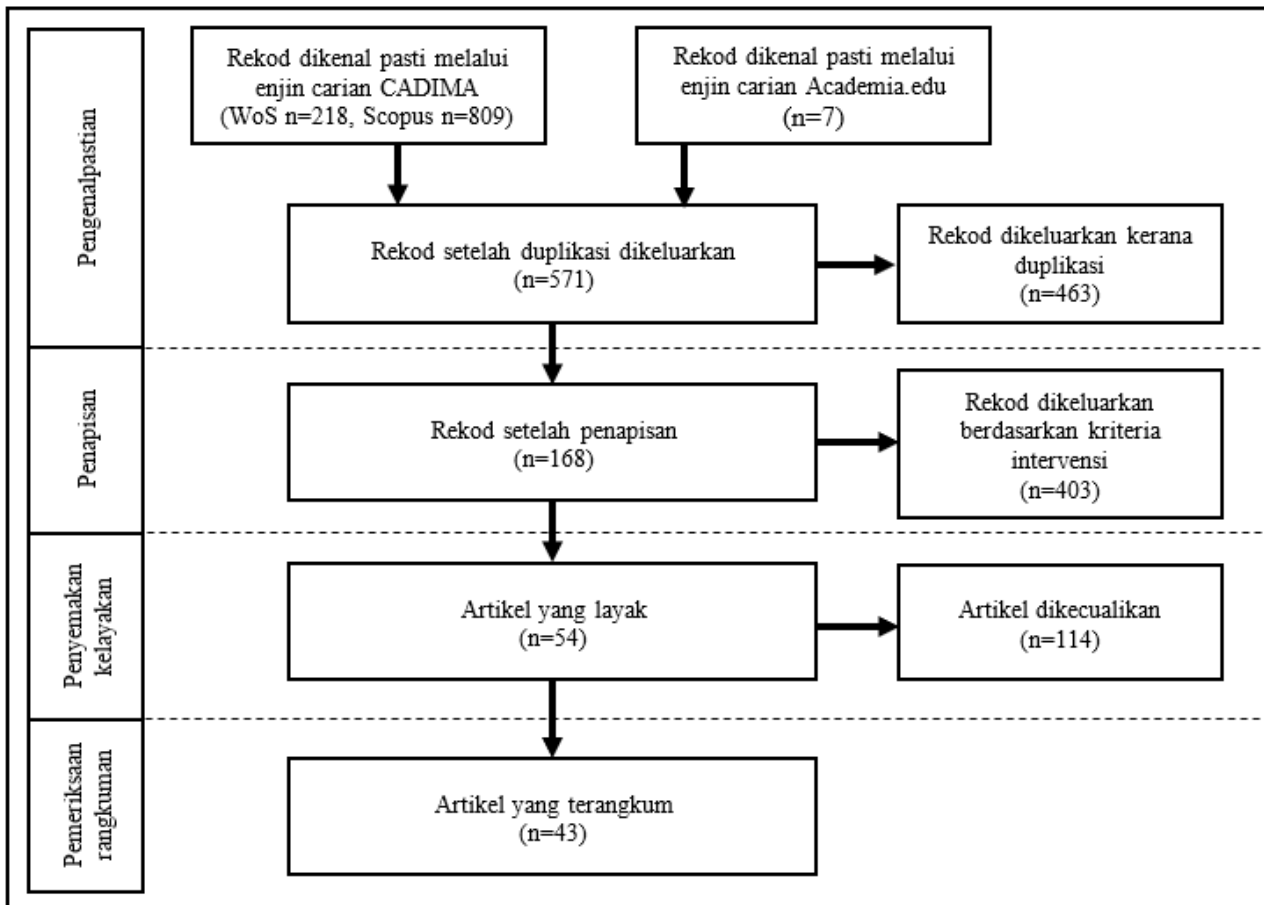
Kriteria tempoh penerbitan tinjauan adalah merangkumi kajian yang diterbitkan antara tarikh 1 Januari 2018 hingga 31 Julai 2021. Sebanyak n=1,034 artikel telah diperolehi dengan pecahan Scopus (809), WoS (218) dan Academia.edu (7). Hasil penelitian mendapati sebanyak 463 artikel duplikasi dikeluarkan menjadikannya hanya tinggal n=571 artikel.

Seterusnya proses penapisan artikel disaring kriteria intervensi impak pengurusan sisa semasa pandemik COVID-19 dan perubahan prosedur WHO (2020). Hasil proses penapisan, n=168 artikel diterima, selebihnya 403 artikel dikeluarkan kerana tidak berkaitan dengan fokus analisis.

Proses penyemakan kelayakan melibatkan 168 artikel berteks penuh ditaksir dengan kriteria pengurusan sisa pepejal

dalam kalangan masyarakat (populasi), pelaksanaan tinjauan berasaskan komuniti (tidak terhad kepada pusat kesihatan sahaja), kajian menyeluruh dari proses penajaan sisa hingga pelupusan sisa dan menggunakan prosedur yang telah dikemaskini oleh WHO (2020). Hasil penelitian n=54 artikel diterima dan sebanyak 114 artikel dikeluarkan kerana tidak menepati kelayakan.

Akhirnya adalah proses pemeriksaan rangkuman, di mana artikel dianalisis mengandungi data kuantitatif, data kualitatif, data statistik, ilustrasi proses pengurusan sisa, lawatan tapak dan hasil pemerhatian. Sebanyak 11 artikel dikeluarkan, menjadikan hanya n=43 artikel dipilih sebagai rujukan tinjauan kajian ini. Hasil peringkat saringan menggunakan model PRISMA ditunjukkan dalam Rajah 1.



RAJAH 1. Hasil peringkat saringan menggunakan model PRISMA

SITUASI PANDEMIK COVID-19 DI MALAYSIA

Situasi pandemik COVID-19 di Malaysia mencetuskan transformasi norma baharu bekerja dari rumah dan aktiviti harian tanpa bersemuka bagi memutuskan rantaian penularan (Abdullah et al. 2020). Pelaksanaan perintah berkurung atau Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) menghendaki masyarakat menghabiskan lebih banyak masa di rumah sekali gus menyebabkan peningkatan pelbagai jenis sisa berpunca dari kediaman (Ismail et al. 2020; Pasari & Shahid 2020). PKP adalah merujuk kepada tindakan pencegahan di bawah kawalan Majlis Keselamatan Negara (MKN) terhadap wabak COVID-19 mulai 18 Mac 2020.

Masalah pengurusan sisa yang tidak sistematik dalam tempoh PKP memberikan risiko jangkitan penyakit kepada pemungut sisa, pengendali sisa, pekerja kesihatan, pesakit dan masyarakat melalui pendedahan kepada patogen penyakit berjangkit (Tang 2020). Penularan wabak COVID-19 yang mudah merebak melalui sentuhan dan udara membawa kepada peningkatan drastik bahan buangan berbentuk perlindungan diri (Nadzir et al. 2020).

Sisa ini berkomposisi besar oleh peralatan perlindungan diri seperti pelitup muka, botol sanitasi tangan, bekas semburan infeksi dan pakaian pelindung berasaskan plastik sekali pakai (Khor et al. 2020; Musa et al. 2020).

Pada akhir Disember 2019, Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) telah melaporkan pneumonia penyakit pernafasan di bandar Wuhan, Hubei (Elengoe 2020). Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) telah membuat persiapan seawal pada 6 Januari 2020 dengan memperketatkan prosedur operasi standard (SOP), menyimpan peralatan, mengesan tanda awal jangkitan dan memantau kes bagi merawat pesakit COVID-19 (Azlan et al. 2020).

Virus COVID-19 telah disahkan menular di Malaysia pada akhir bulan Januari 2020 (Passeri 2020). Pada 25 Januari 2020, para pelancong dari China yang tiba di Johor melalui Singapura telah disahkan positif COVID-19 (Abdullah et al. 2020). Pada bulan Mac 2020, kluster tempatan yang dikaitkan dengan perhimpunan Jemaah Tabligh di Sri Petaling Kuala Lumpur membawa kepada kenaikan mendadak kes baharu tempatan yang merebak ke seluruh negara. Ekoran daripada kadar kes baharu konsisten tinggi, Malaysia melaksanakan PKP bermula dari

25 Mac 2020 hingga 12 Mei 2020 (Ahmad et al. 2020).

Malaysia mengalami gelombang ketiga COVID-19 yang melibatkan kluster Pilihan Raya Negeri Sabah dalam bulan September 2020 (Salim et al. 2020). Susulan itu, Perintah kawalan Pergerakan Bersyarat (PKPB) telah dilaksanakan selama empat minggu bermula dari 9 November 2020 hingga 6 Disember 2020 berikutan peningkatan kes baharu di Sabah, Sarawak, Kedah, Pulau Pinang, Perak, Negeri Sembilan, Melaka, Johor, Terengganu, Selangor, Kuala Lumpur dan Putrajaya. Sementara itu, negeri yang lain pula diarahkan Perintah Kawalan Pergerakan Pemulihan (PKPP) bermula dari 9 November 2020 hingga 31 Disember 2020 (Danial et al. 2020).

Bermula pada 27 Mac 2020, beberapa kawasan tertentu tertakluk kepada Perintah Kawalan Pergerakan Diperketatkan (PKPD) selama 14 hari jika kumpulan besar dikesan di dalam kawasan tertentu agar kerajaan dapat menjalankan ujian COVID-19 dengan teliti terhadap semua penduduk dan mengelak penyebaran pandemik di luar kawasan tersebut (MKN 2020). Dalam tahun 2021, bagi membendung profil kes jangkitan yang masih tidak stabil, Malaysia telah melaksanakan Separat *Lockdown* dengan kawalan PKP (16.2.2021 hingga 4.3.2021), PKPB (22.2.2021 hingga 18.3.2021) dan PKPP (1.1.2021 hingga 17.5.2021) di beberapa buah negeri yang terlibat (MKN 2021). Berikutan laporan oleh KKM (2021) yang mengesahkan terdapat sebanyak 60 kluster perayaan berpunca daripada sambutan Hari Raya Aidilfitri (58 kluster) dan Hari Gawai (2 kluster), PKP 3.0 *Total Lockdown* telah dilaksanakan di bawah Pelan Pemulihan Negara bermula pada 25 Mei 2021 hingga mencapai tiga indikator iaitu purata kes harian di bawah 4,000 kes, kadar penggunaan katil di unit rawatan rapi pada paras sederhana dan 10% rakyat Malaysia telah lengkap menerima dua dos vaksin.

Rangkuman mingguan (3 Julai 2021 hingga 8 Julai 2021), berdasarkan data KKM (2021), sebanyak 117 kluster baharu direkodkan dengan 63.2% (74 kes) adalah kluster tempat kerja. Antara dua kluster tempat kerja terbesar yang dilaporkan pada 6 Julai 2021 adalah kluster industri Lorong Senawang Empat, Negeri Sembilan (324 kes) dan kluster

tapak pembinaan Damandela Kepong, Selangor (630 kes). Sementara itu, sebanyak 29 kluster baharu dilaporkan pada 8 Julai 2021 dengan pecahan sebanyak 19 kluster tempat kerja, 8 kluster komuniti, 1 kluster sektor pendidikan dan 1 kluster kumpulan berisiko tinggi (KKM 2021).

Pada 24 Februari 2021, Malaysia telah menjalankan Program Imunisasi COVID-19 Kebangsaan di Malaysia iaitu suntikan vaksin bagi mencapai keimunan kelompok secara berfasa hingga Februari 2022 (Wong et al. 2021). Vaksin COVID-19 oleh kerajaan Malaysia mendapat kelulusan WHO (2020) dan Pihak Berkuasa Kawalan Dadah Malaysia. Suntikan vaksin menghasilkan antibodi yang spesifik dan meningkatkan tahap imuniti badan (Wen et al. 2021). Sehingga 8 Julai 2021, seramai 17,452,973 orang rakyat Malaysia sudah mendaftar, manakala 7,222,481 orang sudah divaksinasi dos pertama jenis Pfizer BioNTech, AstraZeneca atau Sinovac Coronavac (KKM 2021).

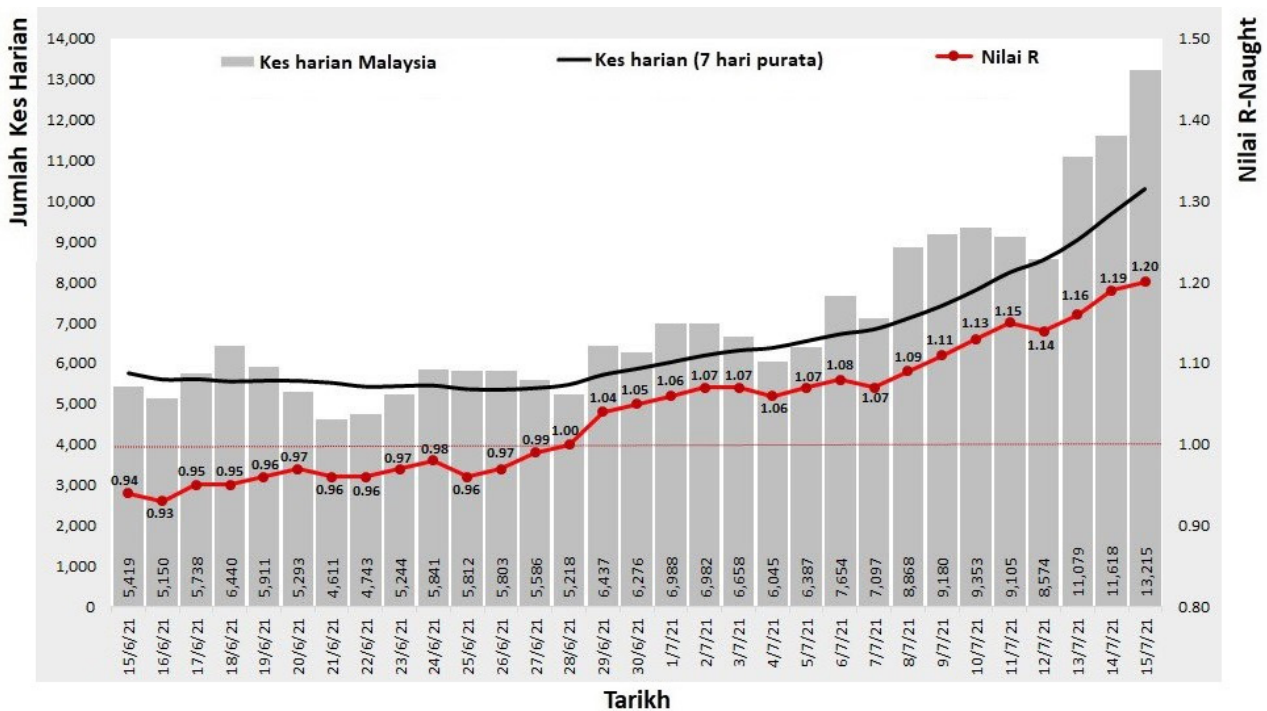
Sepanjang tempoh PKP, beberapa kejadian yang memberi impak kepada pengurusan sisa tidak terurus adalah seperti pembelian panik, penutupan pusat kitar semula dan peningkatan mendadak pembuangan sisa (Bezama & Agamuthu 2020; Pasari & Shahid 2020). Selain itu, antara isu yang dibangkitkan adalah pengasingan sisa tercemar jangkitan, peningkatan harga bayaran perkhidmatan kutipan sisa dan risiko jangkitan kepada pengendali sisa (Omar et al. 2020). Tempoh PKP turut memberikan impak psikologi seperti sikap pembuangan PPE merata-rata, peningkatan pembuangan sisa makanan, pembelian barang tahap pembaziran, aduan pencemaran bau, aduan longgokan sisa, gangguan mental kehilangan pekerjaan dan isu pergolakan rumah tangga (Perveen et al. 2020). Kajian oleh D'Silva et al. (2021) pula mendapati status alam sekitar bertambah baik semasa PKP kerana pergerakan kenderaan berkurang dan kebanyakan industri tidak beroperasi.

Peningkatan jumlah jangkitan COVID-19 dan kawalan pergerakan dapat dikaitkan dengan peningkatan sisa pepejal di pusat kesihatan, industri, makmal penyelidikan dan rumah. Hasil kajian oleh Sangkham (2020), statistik anggaran pembuangan pelitup muka dan sisa PPE di Asia ditunjukkan dalam Jadual 2.

JADUAL 2. Statistik penjanaan sisa penjagaan kesihatan di Asia

Negara	Populasi	Jumlah penjanaan sisa penjagaan kesihatan (tan/hari)	Peningkatan sisa penjagaan kesihatan
India	1,381,085,714	6,491.49	460%
Indonesia	273,753,080	420.03	280%
Filipina	109,694,822	353.03	212%
Thailand	69,814,554	45.61	210%
Malaysia	32,398,441	35.41	160%
Singapura	5,854,053	17.12	154%

Sumber: Sangkham (2020)



RAJAH 2. Statistik kes baharu COVID-19 di Malaysia
 Sumber: Kementerian Kesihatan Malaysia (2021)

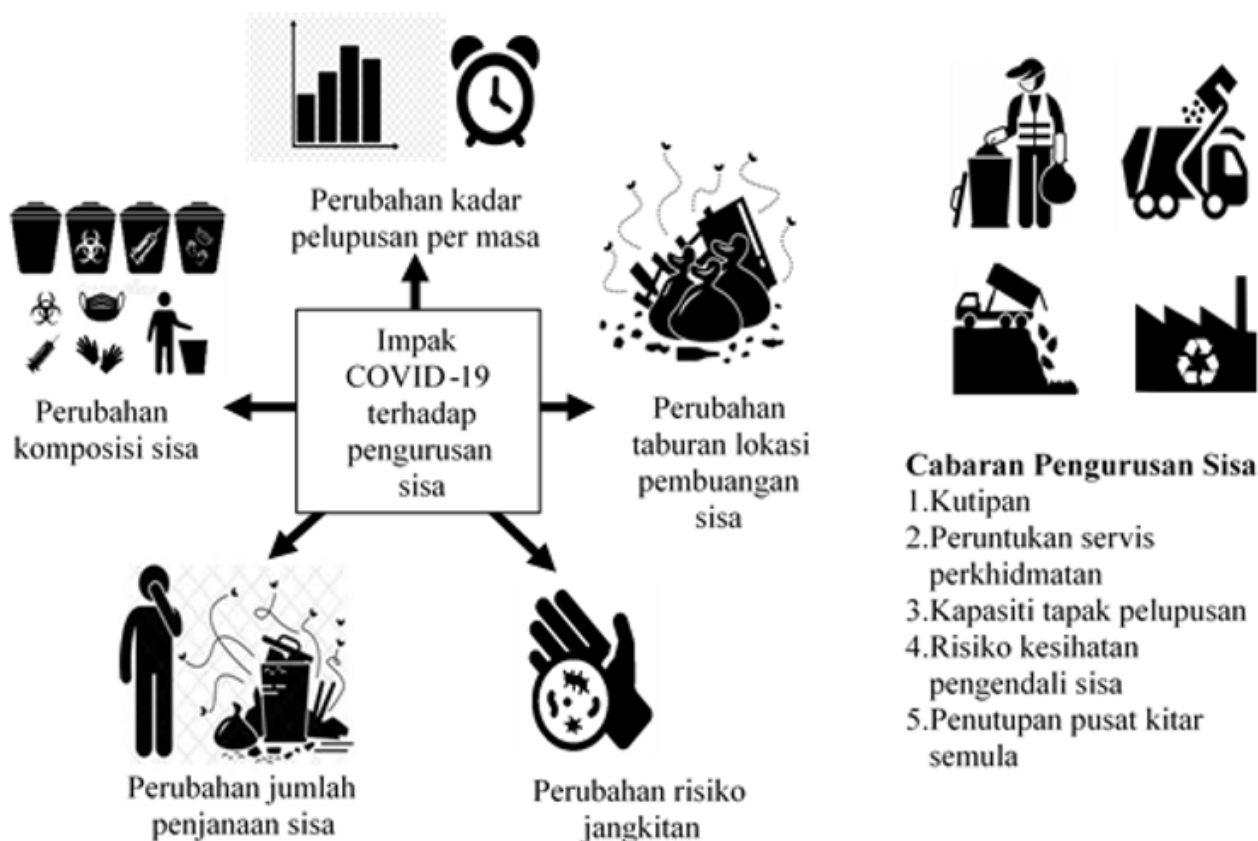
Sehingga 24 November 2020, berdasarkan capaian data oleh KKM (2020), 69% daripada pesakit COVID-19 berada dalam kategori 1, kategori 2 (18%), Kategori 3 (8%), kategori 4 (3%) dan kategori 5 (2%). Di mana kategori 1 (tidak bergejala), kategori 2 (bergejala tanpa radang paru-paru), kategori 3 (bergejala dengan radang paru-paru), kategori 4 (bergejala dengan radang paru-paru dan memerlukan bantuan oksigen) dan kategori 5 (pesakit kritikal dengan komplikasi kepada pelbagai organ). Pesakit kategori 1 dan kategori 2 ditempatkan di Pusat Kuarantin dan Pusat Rawatan COVID-19 Berisiko Rendah. Pesakit kategori 3 dan kategori 4 di rujuk ke Jabatan Kecemasan dan Trauma manakala pesakit kategori 5 dirawat di Unit Rawatan Rapi atau *intensive care unit* (ICU).

Namun, disebabkan oleh kes positif pandemik ini tidak berkurangan, pada 17 Mei 2021, kerajaan Malaysia mengalami masalah kekurangan ruang di pusat kuarantin dan mengumumkan kebenaran rawatan di rumah kepada pesakit COVID-19 kategori 1 dan kategori 2 (MKN 2021). Pandemik ini telah mencetuskan cabaran kepada pemeliharaan alam sekitar terutama sekali peningkatan kadar penjangaan sisa isi rumah, e-sisa dan sisa penjagaan

kesihatan (Lim et al. 2021). Persatuan Sisa Pepejal Amerika Utara (SWANA) telah melaporkan kemungkinan perubahan mendadak dalam jumlah dan sumber penjangaan sisa pepejal disebabkan oleh perintah berkurang dan penggunaan PPE untuk membendung penularan penyakit berjangkit (SWANA 2021).

Rajah 3 menunjukkan impak dan cabaran COVID-19 terhadap pengurusan sisa. Terdapat lima cabaran yang perlu dihadapi oleh sektor pengurusan sisa dalam tempoh krisis pandemik iaitu pindaan jadual kutipan sisa, risiko kesihatan pengendali sisa, peruntukan tambahan perkhidmatan, kapasiti tapak pelupusan dan penutupan pusat kitar semula (Fan et al. 2020).

Dalam konteks pengurusan sisa, penguatkuasaan kewajipan pemakaian pelitup muka menjadi kontroversi kerana kurangnya prosedur pengendalian dan pelupusan pelitup muka tercemar dan fasiliti penjagaan kesihatan yang terhad (Shah et al. 2020). Pelitup muka yang berkualiti seperti N95 diutamakan kepada pekerja barisan hadapan seperti doktor dan jururawat. Manakala kutipan sisa di pusat kesihatan perlu didahulukan kerana sisa tercemar mesti dilupuskan pada hari yang sama (WHO 2020).



RAJAH 3. Impak dan cabaran COVID-19 terhadap pengurusan sisa
Sumber: Fan et al. (2020)

Kulkarni dan Anantharama (2020) menyatakan bahawa WHO (2020) telah mengemaskini garis panduan prosedur pembuangan dan pelupusan sisa yang disyaki telah tercemar oleh virus COVID-19. Sisa yang tidak tercemar jangkitan (anggaran 80%) dari jumlah penjanaan sisa dikumpulkan dan dilupuskan mengikut prosedur pelupusan sisa MSW. Walau bagaimanapun, beberapa faktor penting harus diperhatikan dalam pengurusan MSW seperti keselamatan pengendali sisa, ketahanan fizikal terhadap virus, keadaan cuaca dan kecukupan infrastruktur pengangkutan (Nowakowski et al. 2020).

Selain itu, WHO (2020) mencadangkan agar prosedur rawatan dan pembuangan sisa di kemudahan penjagaan kesihatan dijalankan secara rawatan termal atau penggunaan agen biocidal tradisional yang berkesan dalam memusnahkan coronavirus (Kampf et al. 2020). Jika tidak, masyarakat akan menghadapi risiko penyebaran coronavirus khususnya negara membangun dengan kepadatan penduduk,

perkhidmatan kutipan sisa yang terhad dan kehidupan sosial yang berteknologi tinggi (Nzediegwu & Chang 2020).

Jadual 3 menyenaraikan perbandingan antara prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan dan pengasingan sisa tercemar COVID-19 semasa krisis pandemik. Merujuk kepada dokumen WHO (2020), aliran pengurusan sisa tercemar seharusnya mengikut empat peringkat iaitu dibuang ke dalam tong sisa HCW, penyimpanan di kemudahan khas, pengangkutan dengan kenderaan peti sejuk dan pelupusan secara insinerasi. Memandangkan sisa HCW semakin meningkat, maka permintaan kemudahan tong simpanan HCW turut meningkat. Sisa PPE tercemar seperti pelitup muka, pakaian pelindung dan bahan tercemar lain yang digunakan berkaitan dengan perubahan dikelaskan sebagai sisa yang perlu diasingkan daripada MSW (Rhee 2020). Prinsip utama adalah tidak menyebarkan jangkitan kepada orang lain melalui sentuhan, makanan, bawaan udara dan vektor air (WHO 2020).

JADUAL 3. Perbandingan antara prosedur biasa dengan prosedur khas pengurusan sisa penjagaan kesihatan

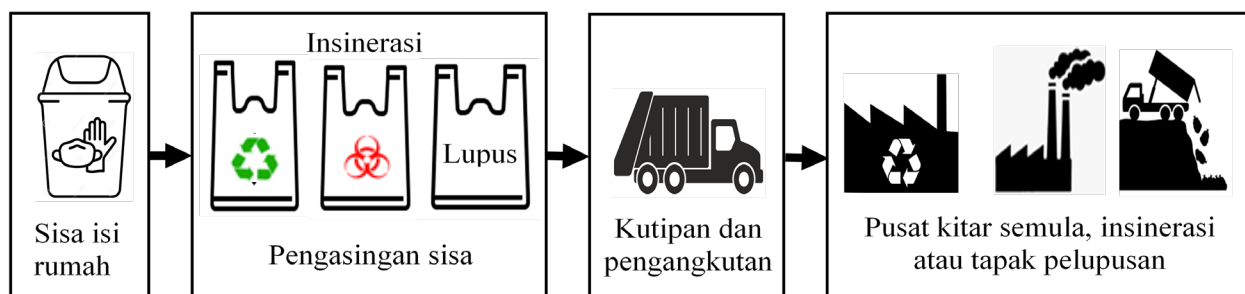
Proses	Prosedur biasa	Prosedur khas COVID-19
Penyimpanan	1.Penyimpanan sehingga tujuh hari	Kutipan pada hari yang sama
	2.Pengasingan tong sisa HCW	Sama
	3.Penyimpanan sejuk	Sama
	4.Pembasmian kuman di tempat simpanan	Sama
Pengangkutan	1.Menggunakan kenderaan peti sejuk	Sama
	2.Penyimpanan sementara (dua hari)	Tiada penyimpanan sementara
Perawatan	1.Tempoh rawatan (dua hari)	Tempoh rawatan (pada hari sisa dihasilkan)
	2.Kaedah rawatan (insinerasi)	Sama

Sumber: Rhee (2020)

Pada bulan Mac 2020, Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia (KASA) telah mengeluarkan prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas (SW 404) susulan peningkatan HCW meningkat sebanyak 120% (KASA 2020). Prosedur ini mesti dipatuhi semasa proses pengasingan, kutipan, pengangkutan dan pelupusan di fasiliti insinerasi. Sisa yang terlibat adalah sebarang sisa yang mengandungi sama ada keseluruhan atau sebahagian tisu manusia, darah, cecair tubuh, dadah, ubat, hasilan farmasi, *swab*, jarum alat suntikan, peralatan tajam yang boleh mendatangkan jangkitan dan ancaman kesihatan kepada sesiapa yang menyentuh dan mengendalikan peralatan. Semua sisa buangan daripada fasiliti kesihatan seperti pakaian PPE, dikategorikan sebagai sisa penjagaan kesihatan yang memerlukan prosedur pengendalian serta pelupusan khas sebagaimana digariskan dalam Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 (Akta 127) (KASA 2020).

Rajah 4 menunjukkan aliran prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas bagi isi rumah semasa krisis pandemik COVID-19 oleh Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSPN 2020). Sisa isi rumah diasingkan kepada kategori sisa tercemar jangkitan, sisa kitar semula dan sisa umum. Sisa tercemar jangkitan dilabelkan supaya jelas kepada pekerja perkhidmatan kutipan sisa. Seterusnya sisa tercemar akan dilupuskan secara insinerasi manakala sisa umum dihantar ke tapak pelupusan.

Berpandukan kepada garis panduan terkini oleh WHO (2020), pada 24 Mac 2021, KKM (2021) telah mengeluarkan garis panduan Pemantauan Kendiri Kes Positif COVID-19 di Rumah untuk kes positif ringan kategori 1 dan kategori 2. Kontak rapat dan individu yang tinggal serumah dengan pesakit COVID-19 diwajibkan memakai gelang merah jambu.

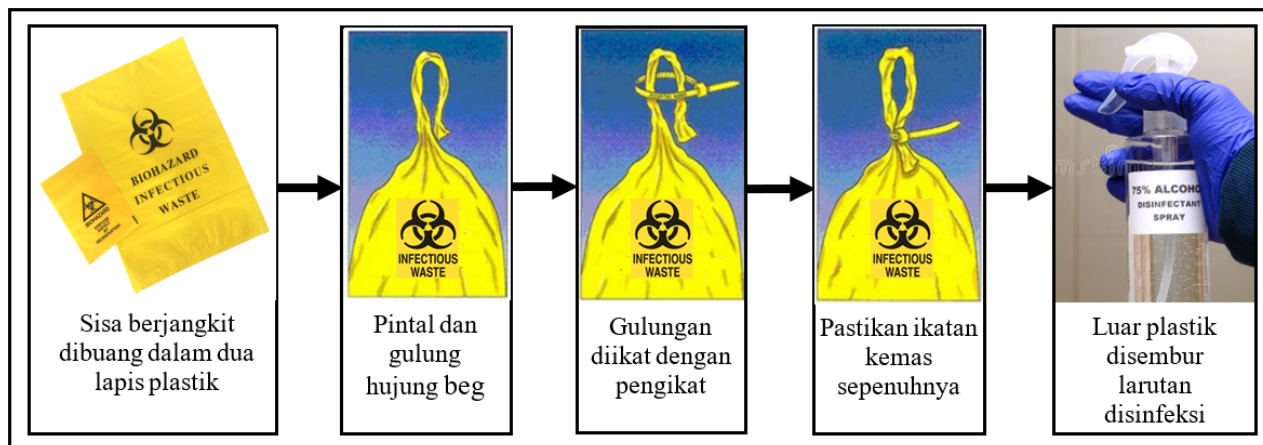


RAJAH 4. Aliran prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas bagi isi rumah

Sumber: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (2020)

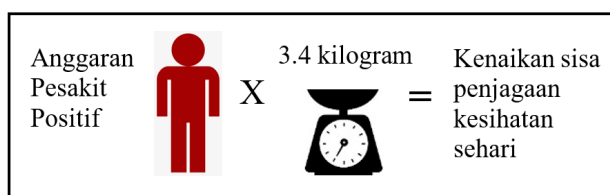
Rajah 5 menunjukkan prosedur pengasingan sisa penjagaan kesihatan berjangkit di rumah yang telah dikemaskini oleh WHO (2020). Isi rumah yang mengandungi individu di bawah penyiasatan atau *patients under investigation* (PUI) dan individu di bawah pemantauan atau *persons under monitoring* (PUM) hendaklah mengasingkan sisa penjagaan kesihatan seperti pelitup muka, tisu, kapas dan sisa yang disyaki telah dijangkiti. Seeloknya, agensi yang bertanggungjawab memantau PUI dan PUM hendaklah menyediakan beg plastik kuning berlabel bahaya sisa berjangkit (SW 404), khusus untuk pengumpulan sisa

penjagaan kesihatan. Seterusnya sisa tersebut hendaklah dibuang ke dalam dua lapis beg plastik, diikat leher angsa (*swan neck*) dan bahagian luar plastik disembur dengan disinfektan kimia seperti larutan 75% alkohol atau klorin 0.5% (bersamaan dengan 1% larutan peluntur isi rumah). Pihak berkuasa seharusnya menyediakan perkhidmatan kutipan sisa dijangkiti di rumah PUI dan PUM pada setiap hari. Sekiranya tiada perkhidmatan khusus setiap hari, sisa dijangkiti ini disimpan bersama sisa umum maksimum selama 72 jam.



RAJAH 5. Prosedur pengasingan sisa penjagaan kesihatan di rumah
 Sumber: Pertubuhan Kesihatan Sedunia (2020)

Kesemua sisa penjagaan kesihatan dikendalikan selaras dengan polisi WHO (2020) dan perundangan negara di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. Kajian oleh Shi dan Zheng (2020), berdasarkan pengalaman dari Hubei China, elemen paling terkesan dalam sistem pengurusan sisa adalah proses pengangkutan dan pelupusan. Kerajaan tempatan dapat menganggarkan potensi kadar kenaikan penjanaan sisa penjagaan kesihatan dengan menggunakan persamaan dalam Rajah 6.

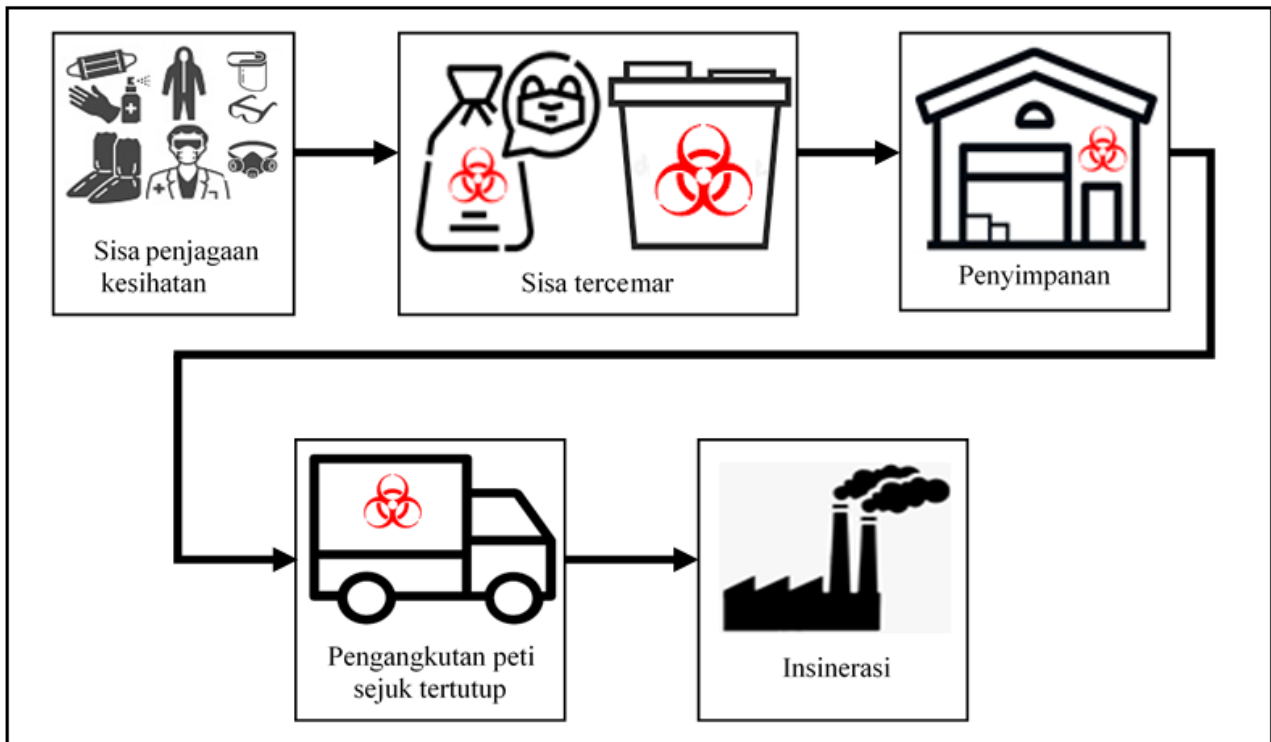


RAJAH 6. Anggaran berat penjanaan sisa penjagaan kesihatan
 Sumber: Shi & Zheng (2020)

Rajah 7 pula menunjukkan aliran prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas bagi pusat kesihatan dan fasiliti pengasingan industri semasa krisis pandemik COVID-19 oleh Kementerian Perumahan Dan Kerajaan Tempatan (KPKT 2020). Sisa tercemar jangkitan diasingkan dan dilabelkan dengan simbol infeksi berwarna merah. Seterusnya, sisa tercemar akan diangkut pada hari yang sama sisa dihasilkan. Pengangkutan pula menggunakan kenderaan peti sejuk khas yang bertutup rapat untuk dihantar ke pusat pelupusan insinerasi. Fasiliti pelupusan HCW seperti kenderaan pengangkutan, tapak pelupusan sanitari, insinerasi dan autoklaf perubatan perlu dinilai penggunaannya jika sistem yang digunakan melebihi beban dan kapasiti maksimum. Semasa dalam tempoh PKP, anggota penguatkuasa Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam atau dikenali sebagai *Solid Waste Management and Public Cleansing Corporation* (SWCorp) melaksanakan pemantauan kerja konsesi kutipan sisa melalui sistem berpusat. Kehadiran anggota penguatkuasa

di lapangan juga diteruskan tetapi tempoh masa serta bilangan anggota diminimumkan bagi memastikan keselamatan warga kerja SWCorp daripada sebarang risiko jangkitan. Antara langkah keselamatan risiko jangkitan yang diambil oleh syarikat konsesi adalah kutipan sisa diwajibkan untuk menggunakan bin lifter tanpa memegang sisa. Setiap pekerja diberikan PPE seperti sarung tangan, pelitup muka dan cecair pembasmi kuman (*hand sanitizer*). Selain itu, mereka dikehendaki mematuhi penjarakan fizikal sekurang-kurangnya 1 meter jika perlu berurusan dengan orang awam (SWCorp 2021).

Pada 5 April 2021, KASA (2021) telah melancarkan Buku Garis Panduan Program Vaksinasi Lestari bagi memastikan pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas di bawah Program Imunisasi COVID-19 yang dilaksanakan mengikut tatacara yang ditetapkan selaras dengan Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. Garis panduan ini adalah dokumen khas pengurusan HCW oleh KASA (2021) yang merangkumi tatacara pelupusan bahan buangan HCW, pembudayaan amalan hijau dan inisiatif pengimbangan pelepasan Gas Rumah Kaca. KASA (2021) juga menyatakan bahawa perkhidmatan pengurusan sisa HCW merupakan salah satu skop di bawah Penswastan Perkhidmatan Sokongan Hospital (PSH) yang dilaksanakan oleh syarikat konsesi lantikan oleh pihak kerajaan dan perlu mempunyai lesen berdaftar di bawah Jabatan Alam Sekitar (JAS) untuk pengoperasian, pengangkutan dan pelupusan. Adalah menjadi kesalihan di bawah Seksyen 34B Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 jika seseorang didapati telah menempatkan, meletakkan atau melupuskan buangan HCW di premis yang bukan ditetapkan atau yang tidak dilesenkan oleh JAS tanpa terlebih dahulu mendapat apa-apa kelulusan daripada Ketua Pengarah Alam Sekitar (Akta 1974). Strategi JAS adalah pengawasan dan penguatkuasaan di premis fasiliti kesihatan akan ditingkatkan bagi memastikan pengendalian HCW mengikut kehendak yang ditetapkan peraturan (JAS 2021).



RAJAH 7. Aliran prosedur pengurusan sisa penjagaan kesihatan khas bagi pusat kesihatan dan industri
 Sumber: Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (2020)

Kajian di Hospital Seberang Jaya, Pulau Pinang oleh Agamuthu dan Barasarathi (2020), pengurusan sisa di hospital tersebut diuruskan oleh kontraktor Edgenta Medisure Sdn Bhd. Hasil temu bual dengan penyelia kontraktor berkenaan, tujuh orang pekerja ditugaskan untuk membersihkan dan mengumpulkan sisa pesakit COVID-19. Sisa HCW dibuang ke dalam beg plastik warna kuning dan dilabelkan sisa COVID-19. Kesemua beg kuning tersebut dikumpul dalam tong besar berlabel COVID-19 di tempat simpanan sejuk yang berkunci rapat. Hanya pekerja yang dilantik mempunyai akses kepada kunci tempat penyimpanan tersebut. Seterusnya, kontraktor konsesi bertanggungjawab untuk menghantar sisa pada setiap hari ke fasiliti insinerasi di luar hospital (Kamunting, Perak) dengan menggunakan lori peti sejuk khusus untuk mengangkut sisa COVID-19

sahaja. Proses insinerasi dilaksanakan secara pemusnahan termal pada suhu tinggi (1100°C hingga 1600°C) untuk memastikan pembakaran lengkap berlaku dan virus COVID-19 dihapuskan sepenuhnya. Sisa HCW yang dijana terdiri daripada sisa tajam, jarum, pisau bedah, pisau, bilah, pelitup muka dan PPE plastik sekali pakai. Manakala sisa berjangkit merangkumi sisa yang disentuh oleh pesakit, sisa disyaki mengandungi patogen (*swab*, kain kasa, kapas, putik kapas, pembalut dan kain anduh), sisa patologi (tisu, cecair manusia, bahagian badan, darah dan bendalir badan) dan sisa kimia (reagen makmal, disinfektan atau ubat yang telah habis digunakan). Pekerja mengasingkan sisa berpandukan kepada klasifikasi sisa HCW di bawah Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005 seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.

JADUAL 4. Klasifikasi sisa penjagaan kesihatan

Kod Buangan Terjadual	Jenis sisa penjagaan kesihatan
SW403	Dadah terbuang yang mengandungi bahan psikoaktif atau yang mengandungi bahan yang bertoksik, berbahaya, karsinogenik, mutagenik atau teratogenik.
SW404	Buangan patogenik, buangan klinikal atau bahan yang dikuarantinkan.
SW421	Campuran buangan terjadual.
SW422	Campuran buangan terjadual dan buangan tidak terjadual.

Sumber: Jabatan Alam Sekitar (2021)

KESIMPULAN

Dengan catatan kes harian COVID-19 yang meningkat dan pelanjutan tempoh kuarantin, kadar penghasilan sisa MSW, HW dan HCW turut meningkat. Beberapa negara telah memantapkan tatacara pengurusan sisa sejajar dengan garis panduan pengurusan sisa yang telah dikemaskini oleh WHO (2020) termasuk Malaysia. Oleh itu, maklumat cara pengurusan sisa pandemik COVID-19 yang dilaksanakan di Malaysia boleh dikongsi dengan negara-negara lain.

COVID-19 adalah virus patogen yang merebak melalui cecair pernafasan dari hidung atau mulut apabila seseorang yang dijangkiti sedang batuk, bersin atau menghembuskan nafas. Jangkitan juga boleh berlaku melalui sentuhan dengan barangan atau permukaan yang mengandungi cecair tersebut, kemudian menjangkiti melalui sentuhan langsung dengan mata, hidung ataupun mulut. Pengurusan sisa yang tidak sistematik menyebabkan risiko jangkitan penyakit kepada pemungut sisa, pengendali sisa, pekerja kesihatan, pesakit dan masyarakat melalui pendedahan kepada patogen penyakit berjangkit. Pihak berkuasa harus memberi perhatian besar terhadap pengurusan sisa sebagai langkah memutuskan rangkaian jangkitan ke lingkungan di pusat kesihatan, kawasan perumahan dan tempat umum.

Berdasarkan kepada prinsip kelestarian, ketelusan dan keselamatan, semua pihak pemegang taruh perlu bekerjasama bermula dari proses penjaan hingga pelupusan untuk menguruskan sisa tercemar jangkitan. Merujuk kepada perubahan prosedur oleh WHO (2020), isi rumah hendaklah mengasingkan pelitup muka terpakai dan bahan berjangkit lain menggunakan dua lapis beg plastik sisa. Setiap bungkusan perlu dilabel bahaya jangkitan sebagai keselamatan kepada pengendali sisa. Tempoh kawalan pergerakan pandemik COVID-19 di Malaysia memberi impak kepada peningkatan penjaan sisa isi rumah (60% hingga 70%) dan sisa penjagaan kesihatan (120% hingga 150%). WHO (2020) turut menyatakan kekerapan jadual perkhidmatan kutipan sisa perlu dikemaskini mengikut ketersediaan tenaga kerja dan mengoptimalkan penggunaan aset untuk menguruskan sisa yang berpotensi menyebarkan jangkitan. Aktiviti kitar semula harus dielakkan untuk mengelakkan sentuhan dengan sisa barang terpakai dan seterusnya mengurangkan penambahan kes positif jangkitan COVID-19 (WHO 2020).

Akhir sekali, adalah penting untuk mematuhi SOP yang telah dikemaskini oleh WHO (2020) iaitu mengelakkan 3C dan mengamalkan 3W untuk membendung penularan wabak COVID-19. Perkara 3C yang perlu dielakkan adalah kawasan yang sesak (*crowded places*),

kawasan yang sempit (*confined spaces*) dan bertutur dengan jarak yang dekat (*close conversation*). Manakala 3W yang perlu diamalkan adalah kerap mencuci tangan dengan air dan sabun (*wash*), memakai pelitup muka di tempat awam (*wear*) dan mematuhi amaran dan norma baharu kehidupan (*warn*). Elakkan berkongsi pakaian pelindung diri dan menggalakkan penggunaan bahan jenis plastik sekali pakai.

SINGKATAN

Akronim	Perkara
COVID-19	Penyakit Koronavirus 2019
EU	Kesatuan Eropah
HCW	Sisa Penjagaan Kesihatan
HW	Sisa Berbahaya
JAS	Jabatan Alam Sekitar
JSPSN	Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara
KASA	Kementerian Alam Sekitar dan Air
KKM	Kementerian Kesihatan Malaysia
KPKT	Kementerian Perumahan Dan Kerajaan Tempatan
MKN	Majlis Keselamatan Negara
MSW	Sisa Pepejal Perbandaran
PKP	Perintah Kawalan Pergerakan
PKPB	Perintah Kawalan Pergerakan Bersyarat
PKPD	Perintah Kawalan Pergerakan Diperketatkan
PKPP	Perintah Kawalan Pergerakan Pemulihan
PPE	Peralatan Perlindungan Peribadi
PSH	Perkhidmatan Sokongan Hospital
PUI	<i>Patients Under Investigation</i>
PUM	<i>Persons Under Monitoring</i>
SOP	Prosedur Operasi Standard
SWANA	Persatuan Sisa Pepejal Amerika Utara
SWCorp	Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam
WHO	Pertubuhan Kesihatan Sedunia
WoS	<i>Web of Science</i>

PENGHARGAAN

Ucapan penghargaan buat Jabatan Kejuruteraan Awam. Begitu juga penghargaan kepada Jabatan Pendidikan Kejuruteraan. Ribuan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.

PENGISYTIHARAN KEPENTINGAN BERSAING

Tiada

RUJUKAN

- Abdullah, J.M., Wan Ismail, W.F.N., Mohamad, I., Ab Razak, A., Harun, A., Musa, K.I. & Lee, Y.Y. 2020. A critical appraisal of COVID-19 in Malaysia and beyond 2020. *Malaysian Journal of Medical Sciences* 27(2): 1–9.
- Adyel, T.M. 2020. Accumulation of plastic waste during COVID-19. *Science* 369(6509): 1313–1315.
- Agamuthu, P. & Barasarathi, J. 2020. Clinical waste management under COVID-19 scenario in Malaysia. *Waste Management and Research* 2020(5): 1–9. doi: 10.1177/0734242X20959701.
- Ahmad, N.A., Lin, C.Z., Abd Rahman, S., bin Ghazali, M.H., Nadzari, E.E., Zakiman, Z., Redzuan, S., Md Taib, S., Kassim, M.S.A. & Wan Mohamed Noor, W.N. 2020. First local transmission cluster of COVID-19 in Malaysia: Public health response. *International Journal of Travel Medicine and Global Health* 8(3): 124–130.
- Azlan, A.A., Hamzah, M.R., Sern, T.J., Ayub, S.H. & Mohamad, E. 2020. Public knowledge, attitudes and practices towards COVID-19: A cross-sectional study in Malaysia. *PLoS ONE* 15(5): 1–15.
- Bezama, A. & Agamuthu, P. 2020. Time for coordinated action in waste management under lockdown challenges. *Waste Management and Research* 38(1): 1–2.
- Chin, Y.H. & Yong, H.N.A. 2019. Barriers and critical success factors towards sustainable hazardous waste management in electronic industries - A review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 669(1): 1–10.
- Danial, M., Arulappen, A.L., Hock Ch'ng, A.S. & Looi, I. 2020. Mitigation of COVID-19 clusters in Malaysia. *Journal of Global Health* 10(2): 1–4.
- D'Silva, J.L., Rahman, H.A. & Dahalan, D. 2021. Analisis status alam sekitar semasa tempoh perintah kawalan pergerakan akibat pandemik COVID-19 di Malaysia. *Sains Malaysiana* 50(3): 869–878. doi: 10.17576/jsm-2021-5003-27.
- Elengoe, A. 2020. COVID-19 outbreak in Malaysia. *Public Health and Research Perspectives* 11(3): 93–100.
- European Union 2020. Waste directive regulations. 2020(323):1-33.
- Fan, Y. Van, Jiang, P., Hemzal, M. & Klemeš, J.J. 2020. An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of the Total Environment* 754(1): 1–6.
- Ibrahim, N.R. & Noordin, N.N.M. 2020. Understanding the issue of plastic waste pollution in Malaysia: A case for human security. *Journal of Media and Information Warfare* 13(1): 105–140.
- Ismail, M.H., Ghazi, T.I.M., Hamzah, M.H., Manaf, L.A., Tahir, R.M., Nasir, A.M. & Omar, A.E. 2020. Impact of movement control order (MCO) due to coronavirus disease (COVID-19) on food waste generation: A case study in Klang Valley, Malaysia. *Sustainability (Switzerland)* 12(21): 1–17. doi: 10.3390/su12218848.
- Iqbal, A., Liu, X. & Chen, G.H. 2020. Municipal solid waste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of the Total Environment* 729(8): 1-16. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138622.
- Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara 2020. SOP sektor pengurusan dan pepejal COVID-19 (kutipan sisa pepejal), 1-10.
- Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara 2021. Kerajaan persekutuan akta pengurusan sisa pepejal dan pembersihan awam 2007,1-39.
- Johns Hopkins University Coronavirus Resource Centre 2021. COVID-19 data in motion.
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S. & Steinmann, E. 2020. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection* 104(3): 246–251.
- Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia 2020. Akta kualiti sekeliling 1974, 1-65.
- Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia 2020. Operasi kontraktor pelupusan buangan terjadual (SW404),1-5.
- Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia 2021. Buku garis panduan program vaksinasi lestari.
- Kementerian Kesihatan Malaysia 2021. Pusat Info COVID-19 di Malaysia. <http://covid-19.moh.gov.my>.
- Kementerian Perumahan Dan Kerajaan Tempatan 2021. Prosedur operasi standard kutipan sisa pepejal di stesen kuarantin sewaktu pandemik COVID-19 dan perintah kawalan pergerakan (PKP): 1-9.
- Khor, V., Arunasalam, A., Azli, S., Khairul-Asri, M.G. & Fahmy, O. 2020. Experience from Malaysia during the COVID-19 movement control order. *Urology* 141(1): 179–180.
- Kulkarni, B.N. & Anantharama, V. 2020. Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of the Total Environment* 743(1): 1–8.
- Lim, M.C., Rahim, S.S.S.A., Jeffree, M.S., Giloi, N. & Tha, N.O. 2021. Changing new normal lifestyle in COVID-19 pandemic: Sabah, Malaysia. *Annals of Public Health Reports* 5(1): 146–151. doi: 10.36959/856/511.
- Majlis Keselamatan Negara 2020. SOP am perintah kawalan pergerakan 2020 (2):1-3.

- Majlis Keselamatan Negara 2021. Parameter pelaksanaan pelan pemulihan negara berfasa 2021 (1):1-28.
- Musa, H.H., Musa, T.H., Musa, I.H. & Oderinde, O. 2020. COVID-19 outbreak and medical waste: Challenge in hand. *International Journal of Public Health Science* 9(3): 153-154. doi: 10.11591/ijphs.v9i3.20523.
- Nadzir, M.S.M., Ooi, M.C.G., Alhasa, K.M., Bakar, M.A.A., Mohtar, A.A.A., Nor, M.F.F.M., Latif, M.T., Hamid, H.H.A., Ali, S.H.M., Ariff, N.M., Anuar, J., Ahamad, F., Azhari, A., Hanif, N.M., Subhi, M.A., Othman, M. & Nor, M.Z.M. 2020. The impact of movement control order (MCO) during pandemic COVID-19 on local air quality in an urban area of Klang Valley, Malaysia. *Aerosol and Air Quality Research* 20(6): 1237–1248.
- Nowakowski, P., Kuśnierz, S., Sosna, P., Mauer, J. & Maj, D. 2020. Disposal of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic is a challenge for waste collection companies and society: A case study in Poland. *Resources* 9(10): 1–11.
- Nygren, K.G. & Olofsson, A. 2020. Managing the Covid-19 pandemic through individual responsibility: The consequences of a world risk society and enhanced ethopolitics. *Journal of Risk Research* 1(1): 1–5. doi: 10.1080/13669877.2020.1756382.
- Nzediegwu, C. & Chang, S.X. 2020. Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries. *Resources, Conservation and Recycling* 161(5): 1–2.
- Omar, A.R.C., Ishak, S. & Jusoh, M.A. 2020. The impact of covid-19 movement control order on SMEs' businesses and survival strategies. *Malaysian Journal of Society and Space* 16(2): 139–150.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. & Moher, D. 2021. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Medicine* 18(3): 1–15. doi: 10.1371/JOURNAL.PMED.1003583.
- Pasari, S. & Shahid, M. 2020. Work from home during covid 19: Employees perception. *Global Journal for Research Analysis* 1(5): 10–12.
- Passeri, A. 2020. Malaysia's success story in curbing the COVID-19 pandemic. *Istituto Affari Internazionali* 20(80): 1–6.
- Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp) 2021. Peraturan-peraturan pengurusan sisa pepejal dan pembersihan awam (pengkompaunan kesalahan)(pindaan) 2020 [P.U (A) 241]: 1-6.
- Perveen, A. & Hamzah, H. 2020. Perception towards COVID-19 pandemic and psychological impact among Malaysian adults during movement control. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation* 24(6): 10408–10417.
- Rahman, N.I.A., Khoiry, M.A., Rahim, S. & Basri, N.E.A. 2020. Review on current municipal solid waste management in Malaysia. *International Journal of Disaster Recovery and Business Continuity* 11(1): 2230–2242.
- Rhee, S.W. 2020. Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. *Waste Management and Research* 38(8): 820–824.
- Salim, N., Chan, W.H., Mansor, S., Bazin, N.E.N., Amaran, S., Faudzi, A.A.M., Zainal, A., Huspi, S.H., Hooi, E.K.J. & Shithil, S.M. 2020. COVID-19 epidemic in Malaysia: Impact of lockdown on infection dynamics. *medRxiv* 2020(4): 1–27.
- Sangkham, S. 2020. Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 2(8): 1–9. doi: 10.1016/j.cscee.2020.100052.
- Sfouq, F.A. & Yahya, F.A. 2021. Awareness and knowledge of COVID-19 infection control precautions and waste management among healthcare workers: Saudi cross-sectional study. *Medicine* 100(21): 1–7. doi: 10.1097/MD.00000000000026102.
- Shah, A.U.M., Safri, S.N.A., Thevadas, R., Noordin, N.K., Rahman, A.A., Sekawi, Z., Ideris, A. & Sultan, M.T.H. 2020. COVID-19 outbreak in Malaysia: Actions taken by the Malaysian government. *International Journal of Infectious Diseases* 97: 108–116.
- Shen, L., Si, H., Yu, L. & Si, H. 2019. Factors influencing young people's intention toward municipal solid waste sorting. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(10): 1–19.
- Shi J. & Zheng W. 2020. Coronavirus: China struggling to deal with mountains of medical waste created by epidemic. *South China Morning Post* 2020(3): 1-8.
- Silva, A.L.P., Prata, J.C., Walker, T.R., Duarte, A.C., Ouyang, W., Barcelò, D. & Rocha-Santos, T. 2020. Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal* 405(7): 1-9. doi: 10.1016/j.cej.2020.126683.

- Solid Waste Association of North America 2021. The state of solid waste 2020.
- Tang, K.H.D. 2020. Movement control as an effective measure against Covid-19 spread in Malaysia: An overview. *Journal of Public Health: From Theory to Practice* 2020(6): 17–20.
- Wen, J.L.F., Tho, L.C., Shien, T.H. & Liang, W.Y. 2021. Factors influencing acceptance of COVID-19 vaccination among Malaysian adults. *Emerging Infectious Diseases* 26(7): 1470–1477.
- WHO - UNICEF. 2020. Water, sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus interim guidance. *World Health Organisation* 1(41): 1–9.
- Wong, W.K., Juwono, F.H. & Chua, T.H. 2021. SIR simulation of COVID-19 pandemic in Malaysia: Will the vaccination program be effective? *arXiv Cornell University* 1(1): 1-19.
- Zainu, Z.A. 2019. Development of policy and regulations for hazardous waste management in Malaysia. *Journal of Science, Technology and Innovation Policy* 5(2): 63–71.