

Implikasi Pandemi COVID-19 Terhadap Penjanaan Sisa Pepejal Semasa Perintah Kawalan Pergerakan di Semenanjung Malaysia

Implications of COVID-19 Pandemic on Solid Waste Generation during Movement Control Order in Peninsular Malaysia

SARASWATHY KASAVAN, NURUL IZZATI MOHD ALI, SHARIF SHOFIRUN SHARIF ALI, SUMIANI YUSOFF & RUSINAH SIRON

ABSTRAK

Perintah kawalan pergerakan (PKP) telah memberikan implikasi yang positif terhadap alam sekitar seperti meningkat kualiti air sungai dan udara. Walau bagaimanapun, hal ini tidak sama berlaku dalam konteks penghasilan sisa pepejal terutamanya sisa makanan, plastik dan sisa klinikal. Kajian ini telah meneliti jurang kajian dengan menjalankan kajian mengenai implikasi pandemik COVID-19 terhadap penjanaan sisa pepejal semasa PKP dan tumpuan juga diberikan sepanjang bulan Ramadan 2020 di Malaysia. Kajian ini menggunakan data sekunder (sumber dokumen) berkaitan penjanaan sisa pepejal yang diperolehi daripada Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp) dan data kes COVID-19 daripada Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM). Data yang jumlah penjanaan sisa tersebut berkumpul bermula dari 1 Januari sehingga 4 Jun di tapak pelupusan yang masih beroperasi bagi 8 buah negeri. Mengikut data SWCorp, trend penurunan sisa pepejal sepanjang PKP adalah rendah (purata 6,601,72 tan metrik/sehari) berbanding sebelum PKP (purata 7,566.05 tan metrik/sehari) dan sepanjang bulan Ramadan (purata 6,745.19 tan metrik/sehari). Trend penurunan sisa pepejal dari sektor industri berkurangan secara drastik namun, penghasilan sisa pepejal domestik dalam kalangan isi rumah tetap meningkat dalam kadar sederhana. Hasil kajian ini mampu memainkan peranan penting sebagai garis panduan kepada pihak kepentingan untuk mengambil strategi yang relevan ke arah mengurangkan penjanaan sisa pepejal semasa dan selepas pandemik COVID-19.

Keywords: COVID-19; sisa makanan; sisa pepejal; perintah kawalan pergerakan; pengurusan sisa pepejal

ABSTRACT

The world had witnessed the various positive environmental implications of nationwide during movement control orders (MCO) brought upon by COVID-19, such as the quality of clean rivers and air. However, these situations are not the same with solid waste management contexts, especially the generation of food waste, plastics, and clinical waste. This study examined the research gap by conducting research based on the implications of the COVID-19 pandemic for solid waste generation during MCO and the month of Ramadan in Malaysia. This study used the data related to solid waste generation, which was collected from SWCorp and for the COVID-19 cases, the data was collected from the Ministry of Health Malaysia. The data of solid waste generated were collected from January 1st to June 4th at the landfill of 8 states. According to SWCorp data, the trend of solid waste generation during MCO (average 6,601,72 tan metric/day) is lower than before MCO (average 7,566.05 tan metric/day) and during Ramadan (average 6,745.19 tan metric/day). The trend of declining solid waste generation from the industrial sector has drastically decreased; however, domestic solid waste among households has continued to increase at a moderate rate. This study provides information on the amount of solid waste generation in Peninsular Malaysia, especially during the pandemic COVID-19, where it provides the guideline for stakeholders to take relevant strategies towards reducing solid waste generation during and after pandemic COVID-19.

Kata kunci: COVID-19; food waste; solid waste; movement control orders; solid waste management

PENGENALAN

Dunia pada masa kini dikejutkan dengan isu pandemik COVID-19 yang juga dikenali sebagai Novel koronavirus yang tercetus di Wuhan, China pada September 2019. Menurut Pertubuhan

Kesihatan Sedunia (WHO) telah mengisytiharkan pandemik COVID-19 merupakan satu isu global dan setakat ini penyakit berbahaya ini telah merebak ke 214 negara (WHO, 2020). Penyebaran virus COVID-19 ini menjangkiti saluran pernafasan manusia sehingga boleh meragut nyawa. Gejala ini

memberikan risiko terhadap golongan yang lemah imunisasi badan seperti kanak-kanak dan warga tua yang mempunyai masalah kesihatan kronik. Berjuta-juta manusia telah berkurung di seluruh dunia bagi mengekang penularan virus ini. Setakat ini, lebih daripada 164 juta kes COVID-19 yang positif dilaporkan di seluruh dunia dan menyebabkan 3.4 juta kematian sehingga saat menulis artikel ini (WHO, 2020). Menjaga kesihatan manusia menjadi teras utama dalam agenda pentadbiran negara supaya memastikan nyawa manusia dapat dilindungi daripada pandemik COVID-19. Sebagai contohnya, sektor perkhidmatan perubatan mengalami cabaran terbesar untuk menyediakan rawatan segera kepada pesakit dengan menggunakan infrastruktur yang sedia ada dan juga menggunakan peralatan keselamatan yang terhad.

Pelbagai implikasi yang positif terhadap alam sekitar dapat dilihat apabila perintah kawalan pergerakan (PKP) di seluruh dunia diperkenalkan seperti kualiti air sungai yang lebih bersih, mengurangkan pencemaran udara dan sebagainya (Gardiner, 2020). Walaubagaimanapun, hal ini tidak sama berlaku dalam konteks pengurusan sisa pepejal terutama sisa makanan, plastik dan sisa klinikal. Pandemik ini telah mengubah peratus komposisi dan kuantiti penghasilan sisa dan menimbulkan masalah pengurusan sisa pepejal dalam kalangan pihak kepentingan (Mallapur, 2020). Semasa wabak COVID-19, sisa yang dikumpulkan dari bahagian perkhidmatan perubatan (termasuk rumah sakit sementara, wad pengasingan, kem kuarantin, rumah kuarantin, dan pusat pengujian) dan tempat kediaman (isi rumah) mempunyai potensi untuk dijangkiti dengan virus COVID-19. Ia kemunhngkinan besar membahayakan kesihatan pekerja yang terlibat dalam pengurusan sisa. Selain itu, terdapat juga kekurangan pekerja sanitasi yang terlatih di bahagian perkhidmatan perubatan untuk mengumpulkan sisa klinikal dengan cara yang betul. Kekangan dari segi kapasiti insinerator dan kemudahan rawatan sisa mengakibatkan pembuangan sisa secara haram ke kawasan pinggir bandar, sungai, tanah paya dan lain-lain. Ia telah menimbulkan masalah kesihatan awam dan meningkatkan penyebaran virus secara aktif di permukaan untuk jangka masa yang panjang (Doremalen et al. 2020).

WHO telah menggubal garis panduan untuk rawatan dan pelupusan sisa klinikal berjangkit dan tidak berjangkit semasa wabak COVID-19. *The United States Environmental Protection Agency* (US EPA) juga mengeluarkan garis panduan

untuk kitar semula dan pengurusan sisa makanan secara lestari semasa pandemik COVID-19. Garis panduan ini menangani pengurusan sisa makanan di peringkat isi rumah, institusi dan perniagaan (US EPA, 2020). Manakala *the US Occupational Safety And Health Administration* (OSHA) menggubal garis panduan keselamatan yang telah ditetapkan untuk pekerja yang terlibat dalam pengurusan sisa pepejal perbandaran (OSHA, 2020). Negara-negara membangun seperti India, Vietnam, dan Malaysia telah menerbitkan garis panduan untuk menangani sisa klinikal dan sisa domestik yang dijangkiti. Hanya sedikit perhatian diberikan kepada pengurusan sisa pepejal perbandaran, walaupun ia memainkan peranan penting dalam mengurangkan penularan penyakit berjangkit (Nghiem et al. 2020). Banyak jenis sisa klinikal bergabung dengan sisa domestik termasuk pelitup muka, sarung tangan, dan peralatan pelindung diri (PPE). Hal ini menyebabkan jumlah sisa yang tidak dijangkiti virus bergabung dengan sisa yang dijangkiti semasa wabak (UNEP, 2020). Amalan yang tidak mengasingkan sisa dengan cara yang betul, akan menyebabkan sisa pepejal dicemar dengan virus dan boleh menimbulkan risiko penularan wabak tersebut. Pengenalpastian, pengumpulan, pengasingan, penyimpanan, pengangkutan, rawatan, dan pelupusan yang selamat adalah aspek-aspek penting bagi pengurusan sisa klinikal secara berkesan ke arah pembasmian virus tersebut.

Penutupan tempat makan (kafetaria dan restoran) di seluruh dunia dan penjarakan fizikal telah melonjakkan permintaan untuk perkhidmatan penghantaran makanan dan bahan makanan di rumah. Hal ini peningkatan pengeluaran sisa plastik pembungkusan seperti *Polypropylene (PP)*, *Low-Density Polyethylene (LDPE)*, *High-Density Polyethylene (HDPE)*, *Polyethylene Terephthalate (PET)*, *Polystyrene (PS)* dan lain-lain (Tenenbaum, 2020). Pengurusan dan pengendalian sisa plastik telah menjadi cabaran besar bagi sektor pengurusan sisa dan ia menjadi rumit apabila kekurangan melaksanakan kitar semula semasa wabak coronavirus (Kampf et al. 2020). Selain itu, wabak COVID-19 juga telah mengganggu rantai bekalan makanan iaitu penyampaian makanan daripada petani kepada pengguna. Pelaksanaan PKP secara mengejut terhadap kebanyakan negara telah menyebabkan simpanan makanan dan bahan mentah makanan melebihi keperluan. Secara keseluruhannya, hanya sedikit kajian diberikan perhatian kepada implikasi pandemik COVID-19

terhadap penjaan sisa pepejal. Oleh itu, kajian ini telah meneliti jurang kajian dengan menjalankan kajian mengenai implikasi pandemik COVID-19 terhadap penjaan sisa pepejal semasa PKP di Semenanjung Malaysia.

SOROTAN KAJIAN

JANGKA HAYAT DAN KETAHANAN CORONAVIRUS DI PERMUKAAN SISA PEPEJAL

Penyebaran virus COVID-19 telah berlaku melalui dua saluran iaitu pernafasan (titisan pernafasan dihasilkan apabila orang yang dijangkiti batuk atau bersin) dan kontrak rapat (WHO, 2020). Sejak penyebaran coronavirus dari manusia ke manusia, terdapat permintaan mendadak untuk pelitup muka, sarung tangan, pembersih tangan (*sanitizer*), dan lain-lain komoditi barang yang penting. WHO menganggarkan bahawa sebanyak 89 juta pelitup muka dan 76 juta sarung tangan pemeriksaan diperlukan untuk respons COVID-19 bagi setiap bulan (WHO, 2020). Sisa pepejal yang tercemar dengan virus, tidak hanya hasil daripada bahagian perkhidmatan perubatan sahaja (termasuk rumah

sakit sementara, wad pengasingan, kem kuarantin, rumah kuarantin, dan pusat pengujian). Malah, penyebaran virus berlaku dari manusia ke manusia tanpa sedar dengan terhasil barang yang mencemar dengan virus (seperti pelitup muka, sarung tangan, tisu, dan lain-lain barang yang dibuang) yang diguna dalam aktiviti harian mereka.

Kampf et al. (2020) dan Doremalen et al. (2020) membuktikan bahawa coronavirus mampu berlarutan pada permukaan yang tidak bernyawa seperti logam, kaca atau plastik selama berjam-jam hingga beberapa hari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Ini menunjukkan bahawa bahan buangan yang dihasilkan dari isi rumah dan bahagian perkhidmatan perubatan, mungkin mengandungi SARS-Cov-2 dan boleh menjadi sumber jangkitan bagi manusia lain (Nghiem et al. 2020). Pembuangan sisa tanpa mengikut cara yang betul dan kawalan, tempat tersebut berada di zon berisiko tinggi untuk dijangkiti dari sisa yang tercemar dengan virus dan mampu membahayakan nyawa pekerja sanitasi. Keadaan ini mungkin menjadi lebih kritikal di negara-negara membangun di mana pekerja sanitasi tidak dilengkapi dengan penggunaan PPE yang betul.



RAJAH 1. Jenis sisa dan ketahanan coronavirus di permukaannya
Sumber: Kampf et al. (2020); Doremalen et al. (2020) dan Sharma et al. (2020)

PENGURUSAN SISA PEPEJAL SEBELUM DAN SEMASA PANDEMIK COVID-19

Kebanyakan negara telah banyak melakukan aktiviti dan cara bagi mengurangkan penularan COVID-19 seperti penjarakan fizikal, kuarantin diri, mengelakkan perhimpunan besar, bekerja dari

rumah, menghantar pulang pelajar ke kediaman mereka, memberikan pendidikan dalam talian, mengurangkan perjalanan, menghadkan lawatan ke kedai, memakai pelitup muka dan penggunaan sanitizer. Secara tidak langsung, langkah-langkah ini telah mendorong masyarakat untuk meningkatkan pembelian barang-barang keperluan mereka dalam

talian dan barang mereka terus dihantar ke rumah. Kebimbangan mengenai keselamatan dan kebersihan semasa pandemik menyebabkan peningkatan besar dalam sisa pembungkusan barangan (seperti kertas, plastik dan kotak). Contohnya, semasa pandemik COVID-19 di Korea Selatan mengalami kenaikan tempahan di talian bagi bahan makanan sebanyak 92.5% dan barang keperluan lain sebanyak 44.5% berbanding tahun sebelumnya (Mu-Hyun, 2020). Bagi negara lain pula juga turut meningkat pembelian barangan dalam talian seperti Vietnam (57%), India (55%), China (50%), Itali (31%), dan Jerman (12%) (Sharma et al. 2020). Sisa plastik, terutama dalam bentuk pembungkusan (44.8%) dan lain-lain termasuk perubatan (13.2%) telah meningkat semasa COVID-19 (Sharma et al. 2020). Situasi yang belum pernah terjadi sebelumnya ini dan ia memberikan cabaran yang besar untuk pengasingan jenis sisa, pengumpulan, rawatan dan pembuangan sisa (Nghiem et al. 2020). Sebenarnya, kitar semula sisa bertujuan untuk mengoptimumkan penggunaan sumber yang berbeza dan mencapai keuntungan optimum serta mengurangkan penghasilan sisa (Kasavan et al. 2020). Kebanyakan negara maju melakukan kitar semula bagi sisa pepejal perbandaran dan biasanya ia dikendalikan secara langsung oleh kerajaan. Kitar semula selalu dikendalikan dengan perusahaan khusus dan standard dan kebanyakan negara maju menganggap amalan kitar semula ini sebagai satu sistem yang formal. Manakala kebanyakan negara membangun hanya mempunyai peraturan yang longgar terutama rawatan bagi pengurusan sisa pepejal perbandaran.

Sebelum wabak COVID-19, kebanyakan negara maju telah mempunyai kemudahan bagi rawatan sisa pepejal perbandaran secara mapan. Sebagai contoh, di Jepun, 74% sisa pepejal perbandaran dilupuskan dengan mengguna insinerator, 17% sisa akan dikitar semula dan hanya 3% sisa dibuang di tapak pelupusan (Mollica & Balestieri, 2020). Di negara Brazil melaporkan bahawa sebanyak 58.7% sisa pepejal perbandaran diguna untuk menjana tenaga elektrik dengan menggunakan insinerator (Santos et al. 2019) energy production through such methods still requires improvement. Given these considerations, this study aims to evaluate the generation of electric energy from solid waste in three different systems (biogas from sanitary landfills; methanization of organic fraction in anaerobic digesters; and combustion in incinerators. Negara-negara lain seperti Sweden, Denmark, Finland dan Norway lebih dari 50% sisa pepejal

perbandaran akan dilupuskan dengan mengguna insinerator sebagai sistem pemulihan tenaga (Istrate et al. 2020). Di negara Austria telah mengendalikan sebanyak 32% sisa pepejal perbandaran melalui pengkomposan, 40% sisa dilupuskan dengan mengguna insinerator sebagai pemulihan tenaga dan hanya kurang daripada 9% sisa dihantar ke tapak pelupusan (Kyriakis et al. 2019). Pada tahun 2018, United Kingdom (UK) mengitar semula 45% sisa domestik (isi rumah) dan 20% sisa telah dilupuskan di tapak pelupusan. Rawatan dan pembuangan sisa pepejal perbandaran yang dihasilkan di Amerika Syarikat melibatkan kitar semula (25.1%), kompos (10.1%) dan menggunakan insinerator dengan pemulihan tenaga (12.7%). Di negara-negara yang mempunyai populasi penduduk yang tinggi seperti China, insinerator adalah pilihan yang paling banyak digunakan (Kumar & Samadder, 2017). Istrate et al. (2020) turut melaporkan bahawa kapasiti insinerator bagi sisa pepejal perbandaran di China meningkat dari 15,000 tan sehari pada tahun 2003 menjadi 231,600 tan sehari pada tahun 2015, namun sebahagian besar sisa masih dilupuskan di tapak pelupusan. Selain itu, di Indonesia berlaku peningkatan pelepasan gas rumah hijau akibatnya melupuskan 60% hingga 70% sisa pepejal perbandaran di tapak pelupusan, sementara selebihnya 30% hingga 40% berakhir di sungai dan dibakar secara haram (Kristanto & Koven 2019).

Perubahan telah berlaku dalam rawatan sisa pepejal perbandaran semasa pandemik COVID-19 di negara maju seperti UK, Amerika Syarikat (AS), Singapura, Jepun dan Eropah dan juga di negara-negara membangun seperti India, Malaysia, Brazil, Indonesia dan Vietnam. Setakat ini, belum ada statistik rasmi mengenai jumlah sisa yang dihasilkan secara global pada masa pandemik COVID-19 (Kulkarni & Anantharama 2020). Namun, *International Solid Waste Association* (ISWA) mengangarkan bahawa jumlah sisa pepejal semasa PKP pasti lebih tinggi daripada anggaran sebelumnya terutama sisa klinikal. Setiap negara mempunyai perspektif tersendiri dan berbeza dalam pengurusan sisa pepejal. Untuk menyelesaikan masalah sisa perbandaran yang tidak terkawal, Sepanyol, Itali dan Perancis telah membenarkan pusat kemudahan kitar semula untuk meneruskan operasi mereka sepanjang krisis tanpa mengira penurunan kadar kitar semula (BIR, 2020). Beberapa bandar di AS, Eropah dan Itali menghentikan program kitar semula kerana bimbang risiko sisa tercemar di pusat kitar semula dan mengelakkan risiko penyebaran

virus melalui sisa tercemar dengan virus (Kampf et al. 2020). Walau bagaimanapun, pada masa kini AS, Brazil dan Kanada, mulai mempertimbangkan untuk operasi kitar semula sebagai perkhidmatan penting bagi pasca PKP.

Bagi negara-negara Asia Tenggara, termasuk Malaysia, mereka tidak menerima idea untuk membenarkan syarikat kitar semula beroperasi, sebaliknya bergantung pada pemerintah tempatan mereka untuk menguruskan sisa pepejal perbandaran. Pembuangan sisa di tapak pelupusan masih merupakan salah satu pilihan yang umum untuk pengurusan sisa pepejal perbandaran di negara-negara membangun Asia Tenggara seperti India, Malaysia, Thailand, Bangladesh, Myanmar, dan Indonesia (Kulkarni 2020; Yadav & Samadder 2018). Penyebaran COVID-19 mungkin disebar oleh pengurusan sisa yang tidak teratur terutama jumlah sisa klinikal yang dijangkiti dengan virus COVID-19. Di China, jumlah sisa pepejal perbandaran di bandar-bandar besar dan sederhana dikurangkan sebanyak 30 peratus semasa wabak penyakit ini. Walau bagaimanapun, penjaan sisa klinikal (berjangkit dan tidak berjangkit) meningkat dengan mendadak sebanyak 370% di Wilayah Hubei (Klemeš et al. 2020). Semasa COVID-19, Bandaraya New York dilaporkan bahawa berlaku peningkatan penghasilan sisa pepejal domestik (isi rumah) dari 5% hingga 30% tetapi berlaku penurunan sisa dalam sektor komersial dan perindustrian sebanyak 50% (Waste Advantage, 2020). *The Bureau of International Recycling* (2020) melaporkan bahawa penurunan permintaan terhadap plastik sebanyak 30-40% dalam industri plastik di Asia Tenggara dan China semasa pra-pandemik akibatnya penurunan import plastik ke luar negara oleh industri pembuatannya. Selain itu, di beberapa buah negara di timur tengah, Belanda, dan India dilaporkan industri kitar semula terjejas oleh gangguan operasi logistik akibat wabak tersebut (BIR, 2020). Singapura telah mengurangkan kekerapan pengumpulan sisa yang dapat dikitar semula dari premis perumahan semasa tempoh PKP (National Environment Agency Singapore 2020).

Selain itu, negara membangun tidak mempunyai kemudahan infrastruktur yang mencukupi seperti tong sampah dan beg plastik tertutup yang menyebabkan pembuangan sisa yang dicemar dengan virus bercampur dengan sisa pepejal perbandaran. Kekurangan kelengkapan infrastruktur dan kelemahan sistem pengesanan sisa (*waste tracking systems*) yang dilaksanakan oleh syarikat pihak swasta, yang menyebabkan melakukan kekurangan

rawatan sisa sebelum sisa dilupus di tapak pelupusan dan ada juga berlaku pembuangan sisa secara haram. Kejadian ini disebabkan oleh kekurangan penguatkuasaan peraturan dalam pengurusan sisa pepejal di negara-negara membangun. Di Tokyo pula telah melaporkan peningkatan pembakaran haram sebanyak 3.10% dalam kalangan isi rumah (The Japan Times 2020). Dalam kajian Jribi et al. (2020) melaporkan bahawa krisis COVID-19 telah mendorong peningkatan kesedaran orang mengenai mengurangkan sisa makanan kerana jangkaan kekurangan bekalan makanan pada masa hadapan dalam kalangan masyarakat. Kajian tersebut membuktikan bahawa dalam konteks sosioekonomi telah mendorong perubahan tingkah laku ke arah mengurangkan sisa makanan tersebut bukannya bagi konteks masalah alam sekitar. Semasa krisis ini, pengguna lebih suka membeli dan menyimpan bekalan makanan berbanding membuang, maka ia mendorong mengurang penghasilan sisa makanan. Jribi et al. (2020) menyatakan bahawa mungkin juga berlaku peningkatan sisa makanan daripada isi rumah semasa PKP akibatnya penyimpanan barang makan yang tidak teratur, tabiat memasak berlebihan dan sebagainya.

Biasanya, bahan mentah makanan basah dihantar daripada kawasan luar bandar ke kawasan bandar. Semasa PKP, penyampaian bekalan bahan mentah makanan menjadi lebih sukar dan memakan masa yang lama akibatnya sekatan pergerakan kenderaan dan kekurangan pekerja di gudang untuk mengendalikan produk makanan. Hal ini meningkatkan sisa pertanian akibatnya merosakkan hasil tani yang tidak dapat disampaikan kepada pengguna. Tambahan pula, rantai bekalan makanan telah terputus sepenuhnya di kawasan yang dikenalpasti tempat zon berisiko tinggi dengan jangkitan virus. Operasi industri makanan (pemprosesan dan pembungkusan) telah diganggu di seluruh negara akibatnya ketiadaan tenaga kerja yang mencukupi dan ketakutan penularan wabak tersebut. Isu-isu tersebut bukan sahaja menghalang rantai bekalan makanan tetapi juga mengakibatkan pembaziran sumber yang ada di gudang dan ladang. Beberapa laporan media yang menggambarkan peningkatan sisa bagi hasil pertanian dan pembuangan produk makanan di tepi jalan kerana terganggu rantai bekalan yang tidak dapat disampai daripada pengeluar kepada pengguna. Sebagai contohnya, PKP seluruh negara bertepatan dengan waktu penuaian puncak dari pelbagai tanaman bermusim di negara India. Sebahagian

besar hasil tani (seperti gandum, padi dan barli) terbangun akibatnya kesukaran penyampaian hasil tani kepada pengguna daripada petani (The new India Express, 2020). Secara umumnya, terdapat perbezaan komposisi, jumlah dan pengurusan sisa pepejal sebelum dan semasa pandemik Covid-19 bagi kebanyakan negara.

METOD KAJIAN

Kajian ini menggunakan sumber dokumen untuk mendapatkan data mengenai penjanaan sisa pepejal sepanjang Ramadan pada tahun 2019 dan 2020 (termasuk sebelum PKP, semasa PKP dan sepanjang bulan Ramadan). Sumber dokumen ini diperolehi daripada Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp). Data ini dikumpul bermula dari 1 Januari sehingga 4 Jun di tapak pelupusan yang masih beroperasi bagi 8 buah negeri seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Tempoh ini termasuk sebelum PKP (1 sehingga 17 Mac) dan 3 fasa PKP iaitu fasa pertama (18 hingga 31 Mac 2020), fasa kedua (1 hingga 23 April 2020) dan fasa ketiga (24 April hingga 11 Mei 2020). Kajian ini juga telah menggunakan data daripada

Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) mengenai jumlah kes COVID-19 yang dikumpul daripada beberapa tempat seperti Kedah, Perlis, Melaka, Negeri Sembilan, Johor, Pahang, Terengganu dan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Bahagian pertama membincangkan tentang penghasilan sisa pepejal di Malaysia pada tahun 2019 dan 2020 (termasuk sebelum PKP, semasa PKP dan sepanjang bulan Ramadan). Bahagian kedua pula membincangkan sejauhmanakah penularan kes COVID-19 mempengaruhi penjanaan sisa pepejal di Malaysia dalam 4 waktu utama iaitu sebelum PKP (1 sehingga 17 Mac) dan 3 fasa PKP iaitu fasa pertama, fasa kedua dan fasa ketiga. Dalam kajian ini terdapat 2 pembolehubah utama iaitu jumlahkumulatif kes COVID-19 (pembolehubah tidak bersandar) dan jumlah penjanaan sisa pepejal (pembolehubah bersandar). Kajian ini menggunakan analisis korelasi pearson dan hasil analisis tersebut digambarkan menerusi scatter plot. Sementara itu, petunjuk kekuatan hubungan adalah berdasarkan pada nilai R² seperti nilai R² 0 hingga 0.39 (hubungan yang lemah), nilai R² 0.4 hingga 0.59 (hubungan yang sederhana) dan nilai R² 0.6 hingga 1.0 (hubungan kuat).



RAJAH 2. Tapak Pelupusan yang masih beroperasi sehingga Jun 2020 bagi 8 buah negeri

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

SISA PEPEJAL DI MALAYSIA SEMASA PKP DAN SEPANJANG BULAN RAMADAN

Kerajaan Malaysia mengambil langkah pencegahan penularan wabak COVID-19 dengan mengumumkan PKP pada 18 Mac 2020. Pengumuman PKP oleh Perdana Menteri telah menimbulkan ketakutan dan keresahan dalam kalangan masyarakat pada ketika itu. Ia menyebabkan berlakunya pembelian panik barangan keperluan meskipun kerajaan Malaysia telah memberikan jaminan kepada masyarakat Malaysia bahawa bekalan makanan adalah mencukupi. Berdasarkan Jadual 1 menunjukkan jumlah hasil sisa pepejal sebelum dan semasa bulan Ramadan pada tahun 2019 dengan meliputi tapak pelupusan sisa di negeri-negeri di Semenanjung Malaysia seperti Kedah, Perlis, Melaka, Negeri Sembilan, Johor, Pahang, Terengganu dan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Pada bulan Januari 2019, jumlah kutipan sisa pepejal secara keseluruhan bagi 8 buah negeri adalah 221,840.66 tan metrik. Bulan Februari sebanyak 194,428.82 tan metrik, diikuti bulan Mac sebanyak 210,543.15 tan metrik dan bulan April iaitu 207,411.27 tan metrik. Bulan Ramadan pada tahun 2019 bermula pada 6 Mei dan berakhir pada 4 Jun 2019. Trend peningkatan penghasilan sisa pepejal sempena Ramadan mula meningkat pada bulan Mei iaitu pada 1 sehingga 5 Mei (5 hari sebelum Ramadan) mencatatkan 34,537.06 tan metrik manakala pada 6 Mei sehingga 31 Mei 2019 pula 179,592.74 tan metrik. Jumlah penghasilan sisa pepejal pada bulan Mei adalah 214,129.8 tan metrik. Walau bagaimanapun,

jumlah penjanaan sisa pepejal pada bulan Ramadan yang bermula 6 Mei hingga 4 Jun adalah 73,433.5 tan metrik. Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur mencatatkan jumlah penghasilan tertinggi diikuti negeri Pahang yang mencatatkan jumlah kedua tertinggi hampir setiap bulan. Kepadatan penduduk di kedua-dua buah negeri adalah tinggi dan menjadi pendorong kepada penjanaan sisa yang tinggi di Malaysia.

Trend peningkatan penghasilan sisa pepejal dilihat semakin meningkat terutamanya sepanjang bulan Ramadan yang berlangsung pada tahun 2019. Hal ini disebabkan kebanyakan kawasan mempunyai Bazar Ramadan yang menjual aneka jualan makanan dan keperluan untuk berbuka puasa. Potensi untuk membeli melebihi kadar keperluan juga merupakan faktor utama berlakunya peningkatan sisa terutama sisa makanan kerana mereka berpuasa selama beberapa jam menyebabkan pembelian berlebihan (Bernama, 2019). Bulan Ramadan disambut setahun sekali maka, pelbagai juadah berbuka telah dijual mendorong membeli lebih makanan. Peningkatan bilangan Bazar Ramadan dan budaya sedekah di bulan Ramadan turut menyumbang peningkatan jumlah sisa makanan. Ekoran makanan yang tidak dapat dihabiskan oleh isi rumah juga menjadi cabaran bagi mengawal penghasilan sisa makanan di Malaysia. Tambahan pula, kewujudan Bazar Ramadan juga turut menghasilkan sisa pepejal selain daripada sisa makanan seperti plastik pembungkus makanan, botol minuman, gelas plastik, straw dan bekas polistren kerana kebanyakan urusan pembelian di bazar bersifat bungkus dan membawanya pulang ke rumah.

JADUAL 1. Jumlah penghasilan sisa pepejal pada tahun 2019 (tan metrik)

Negeri	Data tahun 2019					
	Jan	Feb	Mac	April	Mei	Jun
Kedah	22,338.56	20,602.75	21,723.03	21,723.03	22,554.05	23,452.52
Perlis	4,089.60	3,561.14	3,845.71	4,044.78	4,255.37	4,450.84
Melaka	27,966.61	24,796.57	26,525.57	26,524.91	27,561.07	28,166.36
Negeri Sembilan	23,975.74	20,149.68	26,308.89	24,293.35	27,705.49	26,683.52
Johor	29,873.54	25,484.87	27,727.50	23,631.43	23,705.92	25,786.01
Pahang	31,204.15	27,117.34	27,346.15	29,146.67	29,809.22	28,742.89
Terengganu	1,733.47	1,518.94	1,595.94	2,448.39	2,993.16	3,883.62
WPKL	80,658.99	71,197.53	75,470.36	75,598.71	75,545.52	72,044.57
Jumlah	221,840.66	194,428.82	210,543.15	207,411.27	214,129.80	213,210.33

Ramadan tahun 2019		
1 Mei-5 Mei	6 Mei- 31 Mei	1 Jun -4 Jun
3,637.75	18,916.30	3,007.21
686.35	3,569.02	567.38
4,445.33	23,115.74	3,674.81
4,468.63	23,236.86	3,694.07
3,823.54	19,882.38	3,160.79
4,807.94	25,001.28	3,974.56
482.77	2,510.39	399.09
12,184.76	63,360.76	10,072.74
34,537.06	179,592.74	28,550.64
Jumlah	208,143.38	

Sumber: data diperolehi daripada Swcorp 2020

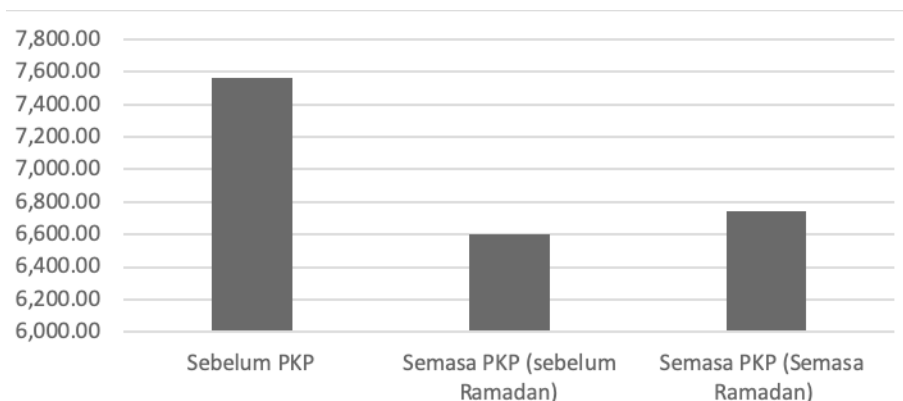
Sebelum PKP dilaksanakan penghasilan sisa pepejal bagi lapan buah negeri mencatatkan jumlah pengeluaran sebanyak 237,011.53 tan metrik pada Januari 2020, diikuti pada Februari sebanyak 226,269.18 tan metrik dan Mac (1/3/2020 sehingga 17/3/2020) adalah 118,805.06 tan metrik. Maka jumlah keseluruhan adalah 582,585.78 tan metrik dengan purata 7,56605 tan metrik/sehari (Jadual 2 dan Rajah 3). Manakala, jumlah penghasilan sisa sepanjang PKP yang bermula 18 Mac 2020 sehingga 31 Mac 2020 (sebelum bulan Ramadan) mencatatkan 237,661.76 tan metrik dengan purata 6,601.72 tan metrik/sehari. Peningkatan jumlah sisa pepejal pada musim PKP adalah tinggi yang berpunca daripada pembelian secara panik (*panicbuying*) dan tindakan kurang bijak oleh masyarakat. Pembelian secara panik ini menyebabkan seseorang mengambil keputusan

untuk membeli diluar kemampuan atau melebihi keperluan isi rumah. Tambahan pula, pembelian secara panik juga mengakibatkan kehabisan stok makanan di pasar raya. Ia menyebabkan kesukaran kepada peniaga untuk menambahkan bekalan makanan dalam masa yang singkat. Keadaan ini menambahkan lagi kegelisahan dan kerisauan dalam kalangan pengguna. Sehubungan itu, situasi pembelian panik semasa PKP ini secara tidak langsung mampu menjana penghasilan sisa pepejal dalam jumlah yang banyak. Sebagai contoh, pembelian bahan mentah makanan seperti roti atau sayur-sayuran dalam kuantiti banyak sedangkan barang ini mudah rosak kerana mempunyai tarikh luput yang singkat untuk dimakan dan kurang sesuai untuk penyimpanan pada masa yang agak lama.

JADUAL 2. Kuantiti penjanaan sisa pepejal pada tahun 2020

Negeri	Kuantiti sisa pepejal (tahun 2020)					
	Sebelum PKP (Tan metrik)			Sepanjang PKP (sebelum Ramadan)		Sepanjang PKP (semasa Ramadan)
	Jan	Feb	Mac (1 st sehingga 17 th)	Mac (18 th sehingga 31 th)	April (1 st sehingga 23 th)	Ramadan (24/4 sehingga 11/5)
Kedah	27,164.71	33,741.07	17,926.99	14,763.41	23,940.01	21,025.68
Perlis	3,564.94	3,993.91	2,194.71	1,807.41	3,142.47	2,602.99
Melaka	30,110.00	27,466.31	13,702.57	11,284.47	16,801.62	13,659.64
Negeri Sembilan	26,602.49	23,210.25	12,678.51	10,441.13	17,388.15	13,673.82
Johor	36,030.09	33,121.25	20,400.21	16,800.59	26,709.21	25,448.38
Pahang	31,979.49	30,656.75	14,508.30	11,948.01	9,845.46	6,181.68
Terengganu	3,643.95	2,859.68	1,485.28	1,223.17	2,270.49	2,523.62
WPKL	77,915.86	71,719.96	35,907.99	29,571.28	39,724.87	29,552.44
Jumlah	237,011.53	226,269.18	118,805.06	97,839.47	139,822.29	114,668.26
		582,585.78		237,661.76		
Purata/hari		7,566.05		6,601.72		6,745.19
Purata/hari			7,083.88			

Sumber: data diperolehi daripada Swcorp 2020



RAJAH 3. Purata penjaanaan sisa pepejal (tanmetrik) bagi sehari.

Sumber: data diperolehi daripada Swcorp 2020

Kerajaan juga telah menggalakkan pemakaian pelitup muka seperti mana yang diarahkan oleh pihak KKM iaitu menyarankan masyarakat memakai pelitup muka semasa berada ditempat awam dan menggunakan “*hand sanitizer*” sebagai pencegahan awal virus COVID-19. Keadaan ini telah mengakibatkan peningkatan jumlah penjaanaan sisa pepejal sepanjang musim COVID-19 seperti pelitup muka, botol sanitizer dan sarung tangan (Utusan Borneo Online 2019). Kedai runcit dan kedai makanan beroperasi seperti biasa namun ketakutan masyarakat terhadap virus COVID-19 yang menyerang sistem pernafasan manusia. Hal ini menyebabkan pengguna lebih cenderung untuk memilih pembelian barang keperluan mereka melalui talian berbanding keluar membeli barang tersebut. Norma baru ini turut menyumbang kepada pertambahan penghasilan sisa pepejal. Impak daripada COVID-19, hampir kesemua makanan dan barangan yang ditempah dan dibungkus dengan menggunakan kertas, plastik dan kotak (Sharma et al. 2020).

Mengikut data SWCorp, trend penurunan sisa pepejal sepanjang PKP adalah rendah berbanding sebelum PKP dan semasa bulan Ramadan dalam

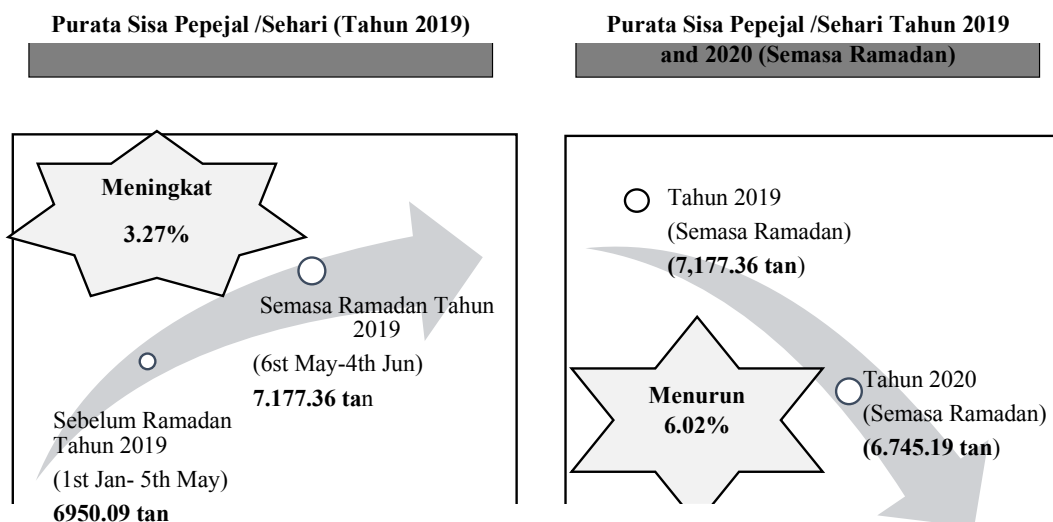
tempoh PKP seperti ditunjuk dalam Jadual 2 dan Rajah 3. Trend penurunan sisa pepejal disebabkan kebanyakan sektor industri termasuk premis perniagaan, pejabat dan institusi pendidikan (sekolah dan universiti) tidak beroperasi semasa PKP kecuali sektor industri makanan dan perubatan. Situasi ini disebabkan oleh majikan mula menghadkan bilangan pekerja bagi mengurangkan kos operasi syarikat. Semasa PKP, ramai kehilangan pekerjaan semasa PKP atau sesetengah orang hanya dapat gaji yang separuh. Senario ini memberikan bebanan kewangan dalam kalangan masyarakat dan mereka terpaksa melakukan langkah-langkah penjimatan semasa membuat pembelian barang keperluan. Dalam menyelesaikan kemelut kewangan dalam kalangan masyarakat, kerajaan telah melancarkan pakej Rangsangan Ekonomi Prihatin Rakyat (PRIHATIN) bagi rakyat memerlukan bantuan kewangan seperti dalam Jadual 3. Situasi ini telah meningkatkan kuasa pembelian dalam kalangan masyarakat. Implikasinya, trend penurunan sisa pepejal dari sektor industri berkurangan secara drastik namun, penghasilan sisa pepejal domestik dalam kalangan isi rumah tetap meningkat dalam kadar sederhana (Rohman 2020).

JADUAL 3. Bantuan Prihatin Nasional (BPN)

Kriteria & pendapatan bulanan	Pendapatan isi rumah RM4000 ke bawah	Pendapatan isi rumah RM4001 hingga RM8000	Bujang RM2000 ke bawah	Bujang RM2001 hingga RM4000
Jumlah bantuan BPN	RM 1600	RM 1000	RM800	RM500
Tempoh/ pembayaran	April:RM1000 Mei RM 600	April:RM500 Mei RM500	April:RM500 Mei RM300	April:RM250 Mei RM250

Jumlah keseluruhan penghasilan sisa makanan sepanjang PKP di bulan Ramadan pada 24 April 2020 sehingga 11 Mei 2020 adalah 114.668.26 tan metrik dengan purata 6745.19 tan metrik sehari seperti ditunjuk dalam Jadual 2 dan Rajah 3. Trend penurunan jumlah penghasilan sisa sepanjang PKP dan bulan Ramadan semasa Perintah Kawalan Pergerakan Pemulihan (PKPP) pada tahun 2020 menunjukkan perbezaan yang ketara berbanding tahun 2019 seperti ditunjuk Rajah 4. Pada tahun 2019, purata penghasilan sisa pepejal sebelum Ramadan pada 1 Januari sehingga 2 Mei iaitu 6950.09 tan metrik dan jumlah ini meningkat sebanyak 7.177.36 tan metrik sepanjang Ramadan (6 Mei sehingga 4 Jun). Penjanaan sisa pepejal untuk setiap hari di bulan Ramadan pada 2020 menunjukkan trend penurunan yang sebanyak 6.02% dengan purata penghasilan sisa pepejal

adalah 6745.19 tan metrik / sehari berbanding Ramadan tahun 2019. Kemeriahan bulan Ramadan pada tahun 2020 sedikit berbeza daripada tahun-tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan, masyarakat Malaysia yang beragama Islam lebih memilih sambutan Ramadan secara bersederhana dan mengambil kira keselamatan kesihatan daripada wabak COVID-19. Tambahan pula, kerajaan telah menghadkan waktu operasi dan bilangan peniaga dalam Bazar Ramadan. Arahan ini adalah untuk mengelakkan risiko penyebaran COVID-19 di tempat awam. Selain itu, kerajaan juga mula menggalakkan rakyat untuk membeli makanan di bazar secara atas talian dengan mewujudkan aplikasi e-bazar. Sebagai contoh, negeri Selangor dan Kelantan menggunakan e-bazar sebagai platform untuk berniaga juadah berbuka puasa kepada pengguna melalui pembelian atas talian (Bernama 2020c).



RAJAH 4. Perbandingan jumlah pengeluaran sisa pepejal/ sehari pada 2019 dan 2020
 Sumber: data diperolehi daripada Swcorp 2020

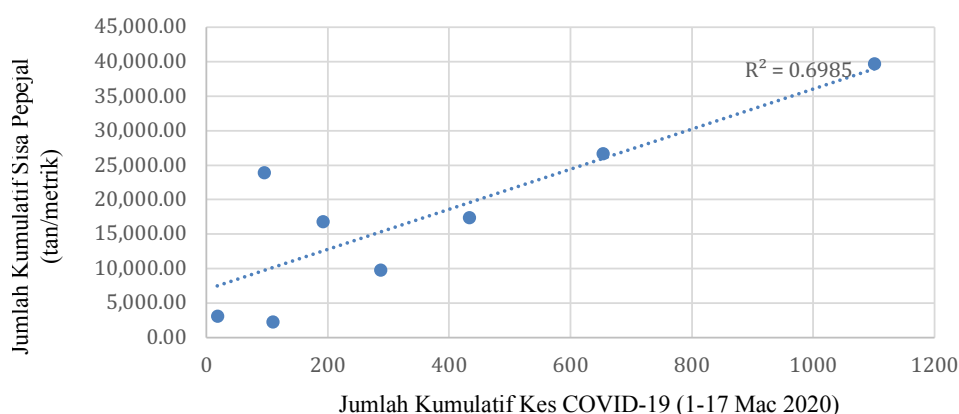
Kesan daripada pandemik COVID-19 juga turut menjejaskan ekonomi peniaga kecil di Bazar Ramadan apabila mempunyai had waktu operasi yang ditentukan oleh kerajaan untuk membendung penularan wabak COVID-19 dan mengelakkan masyarakat bersesak-sesak. Kekurangan Bazar Ramadan turut menyebabkan sisa pepejal berkurangan seperti sisa plastik pembungkusan dan sisa makanan berbanding tahun lepas 2019. Rentatan daripada itu, pengguna juga mula memilih untuk memasak sendiri hidangan juadah berbuka untuk seisi sekeluarga kerana mereka mempunyai banyak masa lapang di rumah semasa perintah PKP. Sehubungan itu, kebanyakan ahli keluarga

mula melakukan aktiviti memasak bersama-sama sebagai aktiviti harian mereka supaya terjamin selamat daripada penyebaran COVID-19. Budaya memasak di rumah juga dilihat dapat mengurangkan sisa pepejal terutama sisa makanan kerana mereka boleh memasak dengan kadar keperluan mengikut bilangan isi rumah mereka. Meskipun negara masih bergelut untuk memerangi pandemik COVID-19, kadar penurunan jumlah penghasilan sisa merupakan petanda baik kepada pengurusan sisa pepejal di Malaysia pada masa hadapan ke arah kelestarian alam sekitar dan mewujudkan persekitaran yang kondusif dan bersih.

HUBUNGAN ANTARA KUMULATIF KES COVID-19 TERHADAP PENJANAAN SISA PEPEJAL

Sebelum PKP (1 sehingga 17 Mac), hasil kajian mendapati bahawa terdapat hubungan korelasi yang tinggi dan signifikan antara kes COVID-19 dan penjanaan sisa pepejal di semenanjung Malaysia. Hasil scatter plot pada Rajah 5 mendapati bahawa nilai R^2 ialah $R^2 = 0.6985$. Hal ini dapat dirumuskan bahawa kes COVID-19 pada tempoh sebelum PKP tersebut menyumbang secara signifikan sebanyak

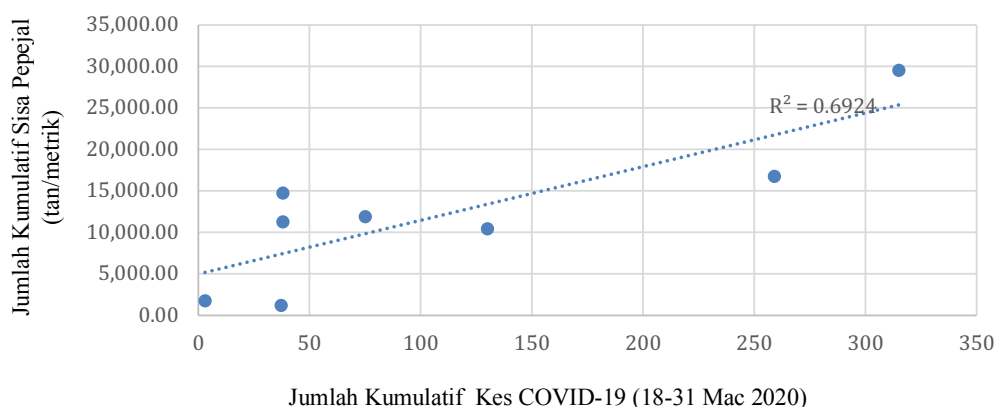
69.8% variasi ke atas penjanaan sisa pepejal. Justeru, sebarang kenaikan kes COVID-19 akan mempengaruhi penjanaan sisa pepejal di Malaysia seperti yang digambarkan pada Rajah 5. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh pengisytiharan PKP bermula pada 18-31 Mac 2020 oleh Perdana Menteri pada 16 Mac 2020. Perintah ini meliputi larangan menyeluruh pergerakan dan perhimpunan ramai di seluruh negara termasuk aktiviti keagamaan, sukan, sosial dan budaya.



RAJAH 5. Scatter plot kumulatif kes COVID-19 (1-17 Mac 2020) dan penjanaan sisa pepejal di Malaysia

Selain itu, terdapat hubungan korelasi tinggi dan signifikan antara kes kumulatif COVID-19 dan penjanaan sisa pepejal dalam fasa pertama PKP iaitu dari 18 Mac hingga 31 Mac 2020. Hasil kajian mendapati bahawa nilai R^2 ialah $R^2 = 0.6924$. Hal ini dapat dijelaskan bahawa kes COVID-19 menyumbang sebanyak 69.2% dalam penjanaan sisa pepejal di Malaysia seperti yang digambarkan pada Rajah 6. Pengaruh pelaksanaan PKP dilihat memainkan peranan yang signifikan dalam mempengaruhi penjanaan sisa pepejal dalam fasa ini. Oleh yang demikian, dapat dirumuskan bahawa peningkatan

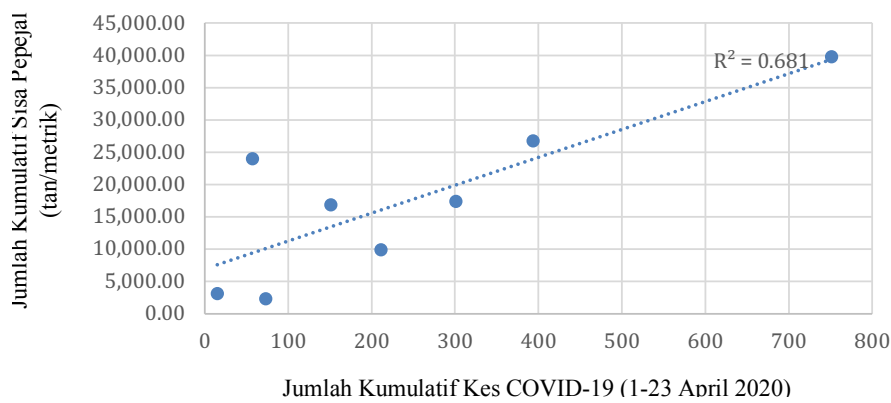
kes COVID-19 akan mempengaruhi peningkatan penjanaan sisa pepejal. Pada masa yang sama, kesan pengenalan kepada PKP juga telah menyebabkan isi rumah banyak menghabiskan masa di rumah yang mempengaruhi penjanaan sisa pepejal pada fasa ini. Selain itu, kesan daripada pengisytiharan PKP ini telah menyebabkan berlakunya pembelian secara panik dalam kalangan pembeli walaupun sebuah jawatankuasa khas ditubuhkan bagi memastikan bekalan makanan mencukupi sepanjang PKP pada 24 Mac 2020 (Bernama, 2020b).



RAJAH 6. Scatter plot kumulatif kes COVID-19 (18-31 Mac 2020) dan penjanaan sisa pepejal di Malaysia

Dapatan yang sama turut ditemui pada fasa kedua PKP (1 hingga 23 April 2020) iaitu terdapat hubungan korelasi tinggi dan signifikan antara kes COVID-19 dan penjanaan sisa pepejal di semenjang Malaysia. Namun begitu, terdapat sedikit penurunan peratusan variasi dalam penjanaan sisa pepejal pada fasa ini. Kes COVID-19 menyumbang sebanyak 68% atau $R^2 = 0.681$ berbanding dengan 69.2% pada fasa kedua dalam penjanaan sisa pepejal di semenanjung Malaysia. Secara kesimpulannya, dapat dinyatakan bahawa semakin tinggi kes COVID-19 di Malaysia maka semakin tinggi sisa pepejal akan dijana oleh isi rumah seperti yang digambarkan pada Rajah 7. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh kesan pelaksanaan

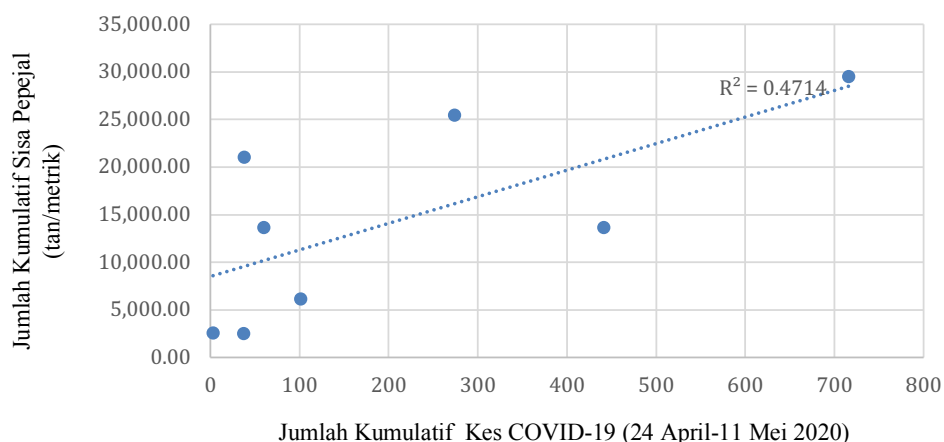
PKP. Pada peringkat ini, peratusan rakyat pematuhan kepada PKP telah meningkat kepada 99% (Bernama, 2020a). Pada masa yang sama, semua premis perniagaan yang menjual barangan keperluan harian termasuk pasar raya serta stesen minyak hanya dibenarkan beroperasi dari jam 8 pagi hingga 8 malam sahaja (Astro Awani, 2020). Selain itu, had perjalanan individu yang keluar rumah dalam tempoh PKP bagi tujuan membeli barang keperluan adalah ditetapkan dalam radius tidak melebihi 10 kilometer (km) dari kediaman (The Star, 2020). Hal ini memberikan kesan terhadap kuantiti pembelian serta penjanaan sisa pepejal yang minimum.



RAJAH 7. Scatter plot kumulatif kes COVID-19 (1-23 April 2020) dan penjanaan sisa pepejal di Malaysia

Sementara itu, dapatan yang sama turut ditemui pada fasa ketiga (24 April – 11 Mei 2020). Namun begitu, nilai R^2 menurun dengan mendadak. Melalui Rajah 8, kes COVID-19 di Malaysia menyumbang sebanyak 47.1% atau nilai $R^2 = 0.4714$ (tahap sederhana). Hal ini menggambarkan bahawa hubungan antara penularan kes COVID-19 dan penjanaan sisa pepejal pada fasa ini bersifat sederhana namun signifikan dalam mempengaruhi penjanaan sisa pepejal secara keseluruhan. Pada fasa ini, umat Islam sedang menjalani ibadah puasa yang mana semua aktiviti keagamaan di surau dan masjid serta Bazar Ramadan adalah tidak

dibenarkan (Sinar Harian, 2020). Hal ini kerana rakyat masih lagi tertakluk kepada PKP dan hanya sektor-sektor kritikal sahaja (seperti sektor makanan dan sektor perubatan) yang dibenarkan beroperasi namun prosedur operasi standard (SOP) yang ketat harus dilaksanakan (Berita Harian Online, 2020). Larangan-larangan yang dikuatkuasakan oleh pihak kerajaan telah mempengaruhi penjanaan sisa pepejal pada fasa ketiga tersebut kerana rakyat masih lagi tertakluk kepada SOP khas semasa PKP. Larangan-larangan ini telah mempengaruhi penjanaan sisa pepejal di Malaysia.



RAJAH 8. Scatter plot kumulatif kes COVID-19 (24 April-11 Mei 2020) dan penjumlahan sisa pepejal di Malaysia

CADANGAN BAGI PENGURUSAN SISA PEPEJAL SEMASA DAN SELEPAS PKP

Perkhidmatan kutipan sisa pepejal dan pengurusan pembersihan awam adalah salah satu perkhidmatan yang sangat penting bagi sesebuah negara. Perkhidmatan tersebut perlu dilaksanakan dengan mengambil kira langkah-langkah pencegahan yang bersesuaian untuk mengelakkan atau mengurangkan risiko jangkitan COVID-19 demi memastikan keselamatan serta kesihatan bagi masyarakat sentiasa terjamin. Daripada perbincangan kajian ini, beberapa cadangan dikemukakan dalam usaha mengamalkan kelestarian pengurusan sisa pepejal di peringkat negara. Cadangan-cadangan ini menyediakan platform untuk dijadikan garis panduan dan strategi untuk dapat membantu merancang sistem pengurusan sisa pepejal dengan teratur dan menangani penyebaran wabak seperti ini di masa hadapan.

1. Kesedaran dan komunikasi yang jelas perlu ditekankan ke arah mematuhi setiap hierarki pengurusan sisa pepejal (seperti pencegahan, guna semula, kitar semula, kompos, pemulihan tenaga) supaya dapat pengurangan penghasilan sisa.
2. Meningkatkan tahap pengurusan yang lebih efisien dalam pembuangan sisa klinikal secara selamat serta melaksanakan pengelasan sisa dengan betul untuk mengelakkan penyebaran virus.
3. Pihak berkuasa harus memantau pemakaian kelengkapan PPE (seperti pelitup muka, *safety boot* dan sarung tangan) dalam kalangan pekerja yang melaksanakan perkhidmatan kutipan sisa pepejal supaya tidak terdedah kepada risiko virus COVID-19 daripada sisa.
4. Pihak berkuasa harus memberi latihan khas kepada pekerja sanitasi untuk melaksanakan pengurusan sisa klinikal secara efektif semasa mengumpul sisa klinikal supaya mengawal risiko jangkitan dan mencegah wabak.
5. Pihak kepentingan perlu memahami dinamik penghasilan sisa setelah berlakunya wabak global dan menyesuaikan diri secara proaktif untuk memenuhi keperluan semasa supaya melahirkan generasi yang lebih prihatin serta beretika dalam menjaga alam sekitar pada masa hadapan.
6. Pembangunan produk dan kemudahan rawatan sisa yang mesra alam dengan mencukupi. Sebagai contohnya, meningkatkan pengeluaran produk yang lebih hijau termasuk bioplastik dan bahan biodegradasi melalui penyelidikan dan pelaburan supaya dapat meningkatkan kitar semula dan mengurangkan penjumlahan sisa secara keseluruhan dari bermula tahap awal.
7. Memastikan penerusan pengumpulan sisa bagi kitar semula dan pada masa yang sama membuat penyesuaian semula yang diperlukan dalam pengurusan sisa pepejal.
8. Kerajaan harus menyediakan kemudahan dan infrastruktur yang cekap terutama menyediakan tong sisa yang pengelasan sisa untuk penyimpanan sisa secara berasingan supaya dapat melaksanakan pengasingan sisa dan melaksanakan pengurusan sisa pepejal secara berkesan.
9. Kerajaan kini mewajibkan pemakaian pelitup muka apabila berada di tempat-tempat awam bermula 1 Ogos 2020 dan membayar denda RM1,000 sekiranya gagal mematuhi. Pada masa yang sama, kerajaan harus mewujudkan kesedaran mengenai cara pembuangan pelitup muka yang betul kepada pengguna.

KESIMPULAN

Kajian ini telah membincangkan trend penghasilan sisa pepejal semasa PKP dan Ramadan di semenanjung Malaysia dan juga mengenalpasti sebab-sebab yang menyumbang kepada penghasilan sisa pepejal semasa wabak. Mengikut data SWCorp, trend penurunan sisa pepejal sepanjang PKP adalah rendah (purata 6,601,72 tan metrik/sehari) berbanding sebelum PKP (purata 7,566.05 tan metrik/sehari) dan sepanjang bulan Ramadan (purata 6,745.19 tan metrik/sehari). Trend penurunan sisa pepejal dari sektor industri berkurangan secara drastik namun, penghasilan sisa pepejal domestik dalam kalangan isi rumah tetap meningkat dalam kadar sederhana. Secara umumnya, pengabungan sisa klinikal yang penuh dengan virus dengan aliran sisa domestik biasa menimbulkan masalah kesihatan dan keselamatan masyarakat terutama pekerja sanitasi. Penggunaan plastik sekali pakai (*single-use*) telah semakin meningkat akibatnya peningkatan penggunaan produk yang tujuan perlindungan diri dan penjagaan kesihatan. Sebenarnya, pengurusan sisa pepejal perbandaran merupakan satu aspek perkhidmatan kesihatan awam yang penting dan ia memerlukan perhatian segera dari pihak berkuasa semasa dan selepas wabak COVID-19. Peningkatan pembuangan sisa pepejal tidak dapat dikompromikan dengan alasan krisis COVID-19. Pengurusan sisa pepejal yang tidak teratur semasa krisis seperti ini menimbulkan risiko bagi meningkatkan penularan virus di kalangan masyarakat. Oleh itu, terdapat keperluan mendesak untuk menilai pelbagai aspek pengurusan sisa pepejal secara terperinci semasa dan selepas wabak coronavirus. Komposisi dan kuantiti sisa yang tidak dijangka semasa pandemik COVID-19 juga memerlukan tindak balas dinamik dari segi pembuat dasar.

PENGHARGAAN

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Perbadanan Pengurusan sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp) terutama Puan Sumatra A/P Appavoo (Pegarah Bahagian Pendidikan masyarakat), Mohamad Fadzil bin Abd Rahim (Pegawai Kesihatan Persekitaran) dan Nor Siti Aishah Binti Said (Penolong Pegawai Kesihatan Persekitaran) atas kerjasama dan perkongsian data. Terima kasih juga kami ucapkan kepada projek

penyelidikan Integrated and Sustainable Waste Management Model Development di Universiti Malaya kampus (LL004-15SUS) dan Zero Waste Movement in Urban Poor Community (MRUN2019-2C).

RUJUKAN

- Astro Awani*. 2020. PKP: Premis perniagaan, stesen minyak beroperasi 8 pagi-8 malam. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/pkp-premis-perniagaan-stesen-minyak-beroperasi-8-pagi8-malam-235930>. Retrieved on: 3 March 2022.
- Berita Harian Online*. 2020. PKPB: Hanya sektor tertentu boleh beroperasi di NS. <https://www.bharian.com.my/berita/wilayah/2020/05/684574/pkpb-hanya-sektor-tertentu-boleh-beroperasi-di-ns>. Retrieved on: 22 March 2022.
- Bernama*. 2019. 16,650 tan sisa makanan dibuang setiap hari. *Metro*. <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2019/04/445042/16650-tan-sisa-makanan-dibuang-setiap-hari>. Retrieved on: 18 January 2022.
- Bernama*. 2020a. COVID-19: Kadar pematuhan PKP melonjak kepada 99 peratus. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/covid19-kadar-pematuhan-pkp-melonjak-kepada-99-peratus-236717>. Retrieved on: 28 Feb 2022.
- Bernama*. 2020b. Jawatankuasa khas ditubuhkan, pastikan bekalan makanan mencukupi. https://bernama.com/bm/am/news_covid-19.php?id=1824420. Retrieved on: 18 Feb 2022.
- Bernama*. 2020c. Selangor, Kelantan umum inisiatif e-bazar Ramadan guna platform digital. In *Bernama*. <https://www.freemalaysiatoday.com/category/bahasa/2020/04/18/selangor-kelantan-umum-inisiatif-e-bazar-ramadan-guna-platform-digital/>. Retrieved on: 23 March 2022.
- BIR. 2020. The world moves tentatively into reopening phase. BIR Member National Associations. <https://bir.org/news-press/news/item/covid-19-update-by-bir-member-national-associations-the-world-moves-tentatively-into-reopening-phase>. Retrieved on: 26 March 2022.
- Gardiner, B. 2020. *Pollution mada COVID-19 worse. Now lockdowns are clearing the air*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/science/2020/04/pollution-made-the-pandemic-worse-but-lockdowns-clean-the-sky/>. Retrieved on: 6 January 2022.
- Istrate, I. R., Iribarren, D., Gálvez-Martos, J. L., & Dufour, J. 2020. Review of life-cycle environmental consequences of waste-to-energy solutions on the municipal solid waste management system. *Resources, Conservation and Recycling* 157(February): 104778. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104778>

- Jribi, S., Ben Ismail, H., Doggui, D., & Debbabi, H. 2020. COVID-19 virus outbreak lockdown: What impacts on household food wastage? *Environment, Development and Sustainability* 22(5): 3939–3955. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00740-y>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>
- Kasavan, S., Nurul Izzati Mohd Ali, & Nadia Azia Masarudin. 2020. Quantification of solid waste in school canteens -A case study from a Hulu Selangor Municipality, Selangor. *Planning Malaysia* 18(1): 160–171. <https://doi.org/10.15797/concom.2019..23.009>
- Klemeš, J. J., Fan, Y. Van, Tan, R. R., & Jiang, P. 2020. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 127(April). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883>
- Kristanto, G. A., & Koven, W. 2019. Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia. *City and Environment Interactions* 4(2): 100027. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100027>
- Kulkarni, B. N. 2020. Environmental sustainability assessment of land disposal of municipal solid waste generated in Indian cities – A review. *Environmental Development* 33(February 2019), 100490. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2019.100490>
- 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: 140693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>
- Kumar, A., & Samadder, S. R. 2017. A review on technological options of waste to energy for effective management of municipal solid waste. *Waste Management* 69: 407–422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.046>
- Kyriakis, E., Psomopoulos, C., & Kalkanis, K. 2019. Investigating the correlation of Purchase Power Parity (PPP) with the adopted waste management method in EU28. *Social Sciences* 8(5). <https://doi.org/10.3390/socsci8050162>
- Mallapur, C. 2020. *Sanitation Workers At Risk From Discarded Medical Waste Related To COVID-19*. <https://www.indiaspend.com/sanitation-workers-at-risk-from-discarded-medical-waste-related-to-covid-19/>. Retrieved on: 6 January 2022.
- Mollica, G. J. G., & Balestieri, J. A. P. 2020. Is it worth generating energy with garbage? Defining a carbon tax to encourage waste-to-energy cycles. *Applied Thermal Engineering* 173(August 2019): 115195. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115195>
- Mu-Hyun, C. 2020. *Korea sees steep rise in online shopping during COVID-19 pandemic*. <https://www.zdnet.com/article/korea-sees-steep-rise-in-online-shopping-during-covid-19-pandemic/>. Retrieved on: 6 January 2022.
- National Environment Agency Singapore. 2020. *Waste management-public waste collection services during circuit breaker*. <https://www.nea.gov.sg/our-services/wastemanagement/overview>. Retrieved on: 16 Feb 2022.
- Nghiem, L. D., Morgan, B., Donner, E., & Short, M. D. 2020. The COVID-19 pandemic: Considerations for the waste and wastewater services sector. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 1(April): 100006. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100006>
- OSHA. 2020. *Solid Waste and Wastewater Management Workers and Employers*. Occupational Safety and Health Administration. <https://www.osha.gov/SLTC/covid-19/solid-waste-wastewater-mgmt.html> Retrieved on: 6 January 2022.
- Rohman, M. A. P. 2020. Penghasilan sisa pepejal menurun ketika PKP, Ramadan. *Berita Harian Online*. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2020/05/686215/penghasilan-sisa-pepejal-menurun-ketika-ppk-ramadan>. Retrieved on: 6 April 2022.
- Santos, R. E. dos, Santos, I. F. S. dos, Barros, R. M., Bernal, A. P., Tiago Filho, G. L., & Silva, F. da G. B. da. 2019. Generating electrical energy through urban solid waste in Brazil: An economic and energy comparative analysis. *Journal of Environmental Management* 231(September 2018): 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.015>
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Cheela, V. S., Ranjan, V. P., Jaglan, A. K., Dubey, B., Goel, S., & Bhattacharya, J. 2020. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling* 162: 105052. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>
- Sinar Harian. 2020. *Semua aktiviti agama di masjid, surau tidak dibenarkan*. <https://www.sinarharian.com.my/article/80109/EDISI/Melaka-NS/Semua-aktiviti-agama-di-masjid-surau-tidak-dibenarkan>. Retrieved on: 6 January 2022.
- Tenenbaum, L. 2020. *The Amount Of Plastic Waste Is Surging Because Of The Coronavirus Pandemic*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/lauratenenbaum/2020/04/25/plastic-waste-during-the-time-of-covid-19/#69d4dae37e48>. Retrieved on: 26 January 2022.
- The Japan Times. 2020. *Garbage collectors in Japan call for protective gear as they risk virus infection*. <https://www.japantimes.co.jp/news/2020/04/23/national/sciencehealth/fearing-virus-garbage-collectors-japan-call-protective-gear/#.XrOzi2gzZn>. Retrieved on: 26 January 2022.

- The new India Express. 2020. *Across India, a massive agricultural crisis in the making due to coronavirus shutdown*. <https://www.newindianexpress.com/the-sundaystandard/2020/apr/12/across-india-a-massive-agricultural-crisis-in-the-making-due-to-coronavirus-shutdown-2128892.html> Retrieved on: 26 January 2022.
- The Star. 2020. *PKP Fasa 2 lebih tegas, perjalanan beli barang dihadkan dalam jarak 10km dari kediaman*. <https://www.mstar.com.my/lokal/semasa/2020/04/01/pkp-10km>. Retrieved on: 18 January 2022.
- UNEP. 2020. *Waste management an essential public service in the fight to beat COVID-19*. UN Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/waste-management-essential-public-service-fight-beat-covid-19>. Retrieved on: 18 January 2022.
- US EPA. 2020. *Recycling and Sustainable Management of Food During the Coronavirus (COVID-19) Public Health Emergency*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/coronavirus/recycling-and-sustainable-management-food-during-coronavirus-covid-19-public-health>. Retrieved on: 10 January 2022.
- Utusan Borneo Online. 2019. *Awas dengan wabak sisa pepejal COVID-19! Utusan Borneo*.
- Van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., & Munster, V. J. (2020). Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. *MedRxiv : The Preprint Server for Health Sciences*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033217>
- Waste Advantage. 2020. *The Impact of COVID-19 on the waste and recycling industry. The Advantage in Waste and Recycling Industry*. <https://wasteadvantagemag.com/the-impact-of-covid-19-on-the-waste-and-recycling-industry/> Retrieved on: 18 January 2022.
- WHO. 2020. *COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC*. WHO. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>. Retrieved on: 18 January 2022.
- Yadav, P., & Samadder, S. R. 2018. A critical review of the life cycle assessment studies on solid waste management in Asian countries. *Journal of Cleaner Production* 185: 492–515. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.298>
- Saraswathy Kasavan (corresponding author)
Institute of Energy Policy and Research
Universiti Tenaga Nasional, Jalan IKRAM UNITEN
43000Kajang, Selangor
Malaysia.
Email: saraswathy50@yahoo.com
- Nurul Izzati Binti Mohd Ali
Program Pengurusan Persekitaran
Pusat Kajian Pembangunan, Sosial dan Persekitaran
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi Selangor
Malaysia
Email: nurulizzati_ali@yahoo.com
- Sharif Shofirun Bin Sharif Ali³,
Pusat Pengajian Kerajaan, Kolej Undang-Undang,
Kerajaan dan Pengajian Antarabangsa, Universiti Utara
Malaysia
06010 Sintok, Kedah
Malaysia
Email: sshofirun@uum.edu.my
- Sumiani Binti Yusoff
Institut Sains Samudera dan Bumi
Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur
Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur
Malaysia
Email: sumiani@um.edu.my
- Rusinah Binti Siron
College of Energy Economics and Social Sciences
Universiti Tenaga Nasional, Jalan IKRAM UNITEN,
43000 Kajang, Selangor
Malaysia
Email: rusinah@uniten.edu.my

Received: 19 Mei 2021

Accepted: 28 January 2022