

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Corona Virus Disease-19 (COVID-19)

Corona Virus Disease-19 (COVID-19) pertama kali dilaporkan pada tanggal 31 Desember 2019 di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China yang disebabkan oleh Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) (Rifa'i, I., dkk, 2020). Corona virus, SARS-CoV-2, diketahui menyebabkan penyakit pernapasan, COVID-19 pada manusia, kini telah dinyatakan sebagai pandemi oleh Organisasi Kesehatan Dunia. Virusnya pertama kali terdeteksi di kota Wuhan di China di Hubei Province pada Desember 2019, sejak itu menyebar dengan cepat ke seluruh dunia, menghasilkan hampir 7 juta konfirmasi kasus dan lebih dari 400.000 kematian pada awal Juni 2020. Penularan virus dapat terjadi melalui mulut, hidung atau mata orang yang rentan ketika kontak langsung, tidak langsung, atau dekat dengan orang yang terinfeksi melalui sekresi yang terinfeksi seperti tetesan pernapasannya (WHO, 2020).

SARS-CoV-2 adalah virus yang diselimuti milik keluarga virus corona, yang terdiri dari enam virus corona lain yang diketahui menyebabkan penyakit pada manusia (Cascella dkk., 2020 ; CDC, 2020). Corona virus baru ini berkerabat dekat dengan virus corona lain yang diketahui pernah menyebabkan wabah sebelumnya seperti Severe Acute Respiratory. Virus corona terkait Sindrom (SARS-CoV-1) dan Middle East Respiratory Syndrome (MERS-CoV), keduanya memiliki kemampuan untuk menyebabkan penyakit parah pada manusia. SARS-CoV-2 dilaporkan sebagai yang paling identik secara genetik dengan SARS-CoV-1 pada khususnya, dengan penelitian yang melaporkan keterkaitan genetik ~ 80% (Chan dkk., 2020 ; Zhou dkk., 2020).

Gejala umum yang muncul pada penyakit Corona Viruse Disease (COVID-19) yaitu demam (suhu $>38^{\circ}\text{C}$), batuk dan kesulitan bernapas. Selain itu dapat disertai dengan sesak napas, fatigue, mialgia, gejala gastrointestinal seperti diare dan gejala saluran napas lain. Penyakit corona virus dengan cepat dapat menyebar kesetiap orang, termasuk petugas kesehatan (Yuliana,2020).

1. Penularan COVID-19

Terdapat dua jalur penularan utama dari virus COVID-19: pernapasan dan kontak. Percikan pernapasan berasal dari batuk atau bersin orang yang terinfeksi. Setiap orang yang memiliki kontak erat dengan seseorang yang memiliki gejala permasalahan pernapasan (seperti bersin dan batuk) berisiko teparar percikan yang terinfeksi. Percikan tadi mungkin jatuh pada permukaan dimana virus dapat bertahan untuk itu lingkungan sekitar individu yang terinfeksi dapat menjadi sumber penularan (disebut dengan penularan melalui kontak). Dari hasil kajian sampai dengan saat ini, risiko terinfeksi virus COVID-19 dari tinja orang yang terinfeksi tampaknya rendah.

a. Jalur Utama

Penularan SARS-CoV-2 antara manusia terjadi melalui tetesan pernapasan dan kontak (Jin dkk., 2020 ; WHO, 2020). Namun, kekhawatiran tentang penularan lingkungan dan risiko kesehatan masyarakat terkait mulai muncul. Sehubungan dengan SARS-CoV-2, risiko penularan ke manusia melalui badan rekreasi tidak jelas, karena hingga saat ini belum ada laporan tentang deteksi atau kemampuan virus ini untuk tetap hidup di badan tersebut.

Dipercaya bahwa virus SARS-CoV-2 dapat berperilaku mirip dengan virus corona lainnya oleh karena itu, data yang dilaporkan sebelumnya telah diidentifikasi. Corona virus dalam kaitannya dengan rute penularan dan kelangsungan hidup di lingkungan mungkin sebanding dengan virus baru ini (WEF,2020). Menyoroti kebutuhan untuk meningkatkan pemahaman tentang nasib virus corona, termasuk SARS-CoV-2, di lingkungan akuatik (Carducci dkk., 2020).

b. Jalur Potensial Penularan

Penularan melalui feses untuk SARS-CoV-2. Studi yang melaporkan deteksi RNA virus SARS-CoV-2 dalam sampel feses dari manusia yang terinfeksi telah muncul dalam beberapa bulan terakhir (Wölfel dkk., 2020). Meskipun RNA virus telah terdeteksi, ini tidak selalu menunjukkan keberadaan virus dalam keadaan menularnya (Holshue dkk.,2020). Namun, isolasi virus hidup dari sampel tinja juga telah didokumentasikan baru-baru ini (Zhang dkk., 2020).

Sejumlah penelitian telah melaporkan adanya pelepasan virus yang terus-menerus dalam kotoran pasien yang sebelumnya positif SARS-CoV-2 setelah sampel pernapasan negatif. Jumlah hari, usap pernapasan setelah negatif, di mana pelepasan virus tercatat dalam tinja sangat beragam dari 7 hari (Chen dkk., 2020), sampai 10 hari (T. Zhang dkk., 2020b), hingga 20 hari (Xing dkk., 2020) hingga 33 hari yang mengejutkan (Y. Wu et al., 2020).

Medema (2020) melaporkan di deteksi pertama RNA virus SARS-CoV-2 dalam limbah yang tidak diolah dikumpulkan dari instalasi pengolahan limbah (IPAL) di Belanda. Sejak itu, ada laporan lebih lanjut yang menunjukkan deteksi RNA virus di IPAL di efluent di Australia, Amerika Serikat, dan Prancis (Ahmed dkk., 2020; F. Wu et al., 2020; Wurtzer dkk., 2020).

Saat ini, viabilitas virus baru ini baik dalam sampel feses tidak diketahui namun, data telah dilaporkan sebelumnya tentang viabilitas virus SARS-CoV-1 yang terkait erat dalam sampel tersebut. Virus SARS-CoV-1 yang diyakini berasal dari zoonosis, seperti SARS-CoV-2 yang menyebabkan penyakit pernapasan menyebabkan wabah pada tahun 2003 yang menewaskan hampir 700 orang di seluruh dunia (Lam et al., 2004).

Laporan menunjukkan bahwa virus SARS-CoV-1 telah ditemukan bertahan hidup dalam sampel feses hingga 17 hari pada suhu 4°C, namun pada suhu yang lebih tinggi 20 °C, lama kelangsungan hidup signifikan terus berkurang menjadi 3 - 4 hari (WHO, 2003; Wang et al., 2005). Demikian pula, dalam sampel limbah, virus SARS-CoV-1 ditemukan bertahan hingga 14 hari pada suhu 4°C, namun hanya 2 - 3 hari pada suhu tinggi 20°C.

Setelah deteksi mikroorganisme patogen baru, seperti SARS-CoV-2, kekhawatiran mulai muncul terkait dengan rute penularan dan umumnya, risiko yang terkait dengan penyebaran patogen tersebut melalui lingkungan (Brainard dkk., 2017).

Sampai saat ini, belum ada laporan manusia tertular virus SARS-CoV-2 melalui penularan fekal-oral (CDC, 2020). Namun, di mana virus SARS-CoV-2 hadir dalam keadaan menular setelah dikeluarkan dari tubuh, potensi penularan feses tidak dapat dikesampingkan. Pentingnya mempertimbangkan rute penularan ini telah disorot, terutama di mana manusia dapat terpapar kotoran yang

mengandung virus, misalnya di badan yang terkontaminasi dengan debit mentah (Y. Zhang dkk., 2020).

Transmisi ditularkan melalui limbah belum pernah terjadi ditunjukkan pada manusia, namun deteksi HCoV dalam kotoran pasien yang terinfeksi telah dilaporkan (Vabret et al., 2006), menunjukkan rute fecal-oral dapat berkontribusi pada penularan HCoV. Pada tahun 2003, SARS-CoV terdeteksi pada kotoran pasien yang terinfeksi (Isakbaeva et al., 2004) dan selama wabah di kompleks perumahan Amoy Garden di Hong Kong, transmisi oleh limbah aerosol dicurigai (McKinney et al., 2006). Pada akhir 2019, penyakit pernapasan akut baru yang dikenal sebagai COVID-19, ditopang oleh virus corona baru, SARS-CoV-2 (Gorbalenya dkk., 2020) muncul di Wuhan, Cina dan setelah penyebaran global penyakit tersebut (La Rosa et al., 2020).

B. Etiologi dan Patogenesis

Patogenesis infeksi COVID-19 belum diketahui sepenuhnya. Pada awalnya diketahui virus ini mungkin memiliki kesamaan dengan SARS dan MERS CoV, tetapi dari hasil evaluasi genomik isolasi dari 10 pasien, didapatkan kesamaan mencapai 99% yang menunjukkan suatu virus baru, dan menunjukkan kesamaan (identik 88%) dengan batderived severe acute respiratory syndrome (SARS)- like coronaviruses, bat-SL-CoVZC45 dan bat-SLCoVZXC21, yang diambil pada tahun 2018 di Zhoushan, Cina bagian Timur, kedekatan dengan SARS-CoV adalah 79% dan lebih jauh lagi dengan MERS-CoV (50%).

Analisis filogenetik menunjukkan COVID-19 merupakan bagian dari subgenus Sarbecovirus dan genus Betacoronavirus (Lu, et al, 2020). Penelitian lain menunjukkan protein (S) memfasilitasi masuknya virus corona ke dalam sel target. Proses ini bergantung pada pengikatan protein S ke reseptor selular dan priming protein S ke protease selular.

Penelitian hingga saat ini menunjukkan kemungkinan proses masuknya COVID-19 ke dalam sel mirip dengan SARS. Hal ini didasarkan pada kesamaan struktur 76% antara SARS dan COVID-19. Sehingga diperkirakan virus ini menarget Angiotensin Converting Enzyme 2 (ACE2) sebagai reseptor masuk dan

menggunakan serine protease TMPRSS2 untuk priming S protein, meskipun hal ini masih membutuhkan penelitian lebih lanjut (Gao et al, 2020).

Proses imunologik dari host selanjutnya belum banyak diketahui. Dari data kasus yang ada, pemeriksaan sitokin yang berperan pada ARDS menunjukkan hasil terjadinya badai sitokin (cytokine storms) seperti pada kondisi ARDS lainnya. Dari penelitian sejauh ini, ditemukan beberapa sitokin dalam jumlah tinggi, yaitu: interleukin-1 beta (IL-1 β), interferon-gamma (IFN- γ), inducible protein/CXCL10 (IP10) dan monocyte chemoattractant protein 1 (MCP1) serta kemungkinan mengaktifkan T-helper-1 (Th1). Selain sitokin tersebut, COVID-19 juga meningkatkan sitokin T-helper-2 (Th2) (misalnya, IL4 and IL10) yang mensupresi inflamasi berbeda dari SARS-CoV.

Data lain juga menunjukkan, pada pasien COVID-19 di ICU ditemukan kadar granulocyte-colony stimulating factor (GCSF), IP10, MCP1, macrophage inflammatory proteins 1A (MIP1A) dan TNF α yang lebih tinggi dibandingkan pasien yang tidak memerlukan perawatan ICU. Hal ini mengindikasikan badai sitokin akibat infeksi COVID-19 berkaitan dengan derajat keparahan penyakit (Hoffmann, 2020).

C. Limbah Padat B3 Medis

Alat pelindung diri (APD) yang digunakan tim medis dan para dokter yang melayani dan merawat pasien COVID 19 terdiri dari: baju/jas lengkap, masker, sarung tangan, sepatu dll akan menjadi limbah padat medis B3. Seperti halnya juga alat bantu untuk menangani pasien termasuk: selang infus, jarum suntik, pampers, tisu dll akan menjadi limbah padat medis B3.

Proporsional dengan jumlah pasien maka limbah padat B3 dari APD dan pasien akan meningkat dengan pesat. Agar tidak mencemari lingkungan, maka limbah padat medis ini harus ditangani dengan baik dan tepat. Rumah sakit – rumah sakit tersebut harus mempunyai fasilitas pengolahan limbah padat B3 dan meningkatkan kapasitas pengolahan limbah padat B3nya sesuai dengan jumlah limbah yang dihasilkan.

Limbah layanan kesehatan, khususnya limbah COVID-19, membutuhkannya untuk diperlakukan mengikuti pedoman dan peraturan lokal, sebagian besar

termasuk perawatan termal (Damanhuri, 2020; Manomaivibool, 2020; Modak, 2020; Oelofse, 2020).

D. Penanganan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) infeksius

Limbah B3 yang dihasilkan rumah sakit dapat menyebabkan gangguan perlindungan kesehatan dan atau risiko pencemaran terhadap lingkungan hidup. Mengingat besarnya dampak negatif limbah B3 yang ditimbulkan, maka penanganan limbah B3 harus dilaksanakan secara tepat, mulai dari tahap pewadahan, tahap pengangkutan, tahap penyimpanan sementara sampai dengan tahap pengolahan. (MPhil, 2019)

Penanganan limbah B3 rumah sakit dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Prinsip pengelolaan limbah B3 rumah sakit, dilakukan upaya sebagai berikut:

1. Identifikasi jenis limbah B3 dilakukan dengan cara:
 - a. Identifikasi dilakukan oleh unit kerja kesehatan lingkungan dengan melibatkan unit penghasil limbah di rumah sakit.
 - b. Limbah B3 yang diidentifikasi meliputi jenis limbah, karakteristik, sumber, volume yang dihasilkan, cara pewadahan, cara pengangkutan dan cara penyimpanan serta cara pengolahan.
 - c. Hasil pelaksanaan identifikasi dilakukan pendokumentasian.
2. Tahapan penanganan pewadahan dan pengangkutan limbah B3 di ruangan sumber, dilakukan dengan cara:
 - a. Tahapan penanganan limbah B3 harus dilengkapi dengan Standar Prosedur Operasional (SPO) dan dilakukan pemutakhiran secara berkala dan berkesinambungan.
 - b. SPO penanganan limbah B3 disosialisasikan kepada kepala dan staf unit kerja yang terkait dengan limbah B3 di rumah sakit.
 - c. Khusus untuk limbah B3 tumpahan dilantai atau dipermukaan lain di ruangan seperti tumpahan darah dan cairan tubuh, tumpahan cairan bahan kimia berbahaya, tumpahan cairan mercury dari alat kesehatan dan tumpahan sitotoksik harus dibersihkan menggunakan perangkat alat pembersih (spill kit) atau dengan alat dan metode pembersihan lain yang memenuhi syarat. Hasil

pembersihan limbah B3 tersebut ditempatkan pada wadah khusus dan penanganan selanjutnya diperlakukan sebagai limbah B3, serta dilakukan pencatatan dan pelaporan kepada unit kerja terkait dirumah sakit.

- d. Perangkat alat pembersih (spill kit) atau alat metode pembersih lain untuk limbah B3 harus selalu disiapkan di ruangan sumber dan dilengkapi cara penggunaan dan data keamanan bahan (MSDS).
 - e. Pewadahan limbah B3 diruangan sumber sebelum dibawa ke TPS Limbah B3 harus ditempatkan pada tempat/wadah khusus yang kuat dan anti karat dan kedap air, terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan, dilengkapi penutup, dilengkapi dengan simbol B3, dan diletakkan pada tempat yang jauh dari jangkauan orang umum.
 - f. Limbah B3 di ruangan sumber yang diserahkan atau diambil petugas limbah B3 rumah sakit untuk dibawa ke TPS limbah B3, harus dilengkapi dengan berita acara penyerahan, yang minimal berisi hari dan tanggal penyerahan, asal limbah (lokasi sumber), jenis limbah B3, bentuk limbah B3, volume limbah B3 dan cara pewadahan/pengemasan limbah B3.
 - g. Pengangkutan limbah B3 dari ruangan sumber ke TPS limbah B3 harus menggunakan kereta angkut khusus berbahan kedap air, mudah dibersihkan, dilengkapi penutup, tahan karat dan bocor. Pengangkutan limbah tersebut menggunakan jalur (jalan) khusus yang jauh dari kepadatan orang di ruangan rumah sakit.
 - h. Pengangkutan limbah B3 dari ruangan sumber ke TPS dilakukan oleh petugas yang sudah mendapatkan pelatihan penanganan limbah B3 dan petugas harus menggunakan pakaian dan alat pelindung diri yang memadai.
3. Pengurangan dan pemilahan limbah B3 dilakukan dengan cara:
- a. Upaya pengurangan dan pemilahan limbah B3 harus dilengkapi dengan SPO dan dapat dilakukan pemutakhiran secara berkala dan berkesinambungan.
 - b. Pengurangan limbah B3 di rumah sakit, dilakukan dengan cara antara lain:
 - 1) Menghindari penggunaan material yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun apabila terdapat pilihan yang lain.

- 2) Melakukan tata kelola yang baik terhadap setiap bahan atau material yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan dan/atau pencemaran terhadap lingkungan.
- 3) Melakukan tata kelola yang baik dalam pengadaan bahan kimia dan bahan farmasi untuk menghindari terjadinya penumpukan dan kedaluwarsa, contohnya menerapkan prinsip first in first out (FIFO) atau first expired first out (FEFO).
- 4) Melakukan pencegahan dan perawatan berkala terhadap peralatan sesuai jadwal.
4. Bangunan TPS di rumah sakit harus memenuhi persyaratan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
5. Pemilahan limbah B3 di rumah sakit, dilakukan di TPS limbah B3 dengan cara antara lain:
 - a. Memisahkan Limbah B3 berdasarkan jenis, kelompok, dan/atau karakteristik Limbah B3.
 - b. Mewadahi Limbah B3 sesuai kelompok Limbah B3.
 - c. Wadah Limbah B3 dilengkapi dengan palet.
6. Penyimpanan sementara limbah B3 dilakukan dengan cara:
 - a. Cara penyimpanan limbah B3 harus dilengkapi dengan SPO dan dapat dilakukan pemutakhiran/revisi bila diperlukan.
 - b. Penyimpanan sementara limbah B3 dirumah sakit harus ditempatkan di TPS Limbah B3 sebelum dilakukan pengangkutan, pengolahan dan atau penimbunan limbah B3.
 - c. Penyimpanan limbah B3 menggunakan wadah/tempat/kontainer limbah B3 dengan desain dan bahan sesuai kelompok atau karakteristik limbah B3.
 - d. Penggunaan warna pada setiap kemasan dan/atau wadah limbah sesuai karakteristik limbah B3. Warna kemasan dan/atau wadah limbah B3 tersebut adalah:
 - 1) Kuning, untuk limbah infeksius dan limbah patologis;
 - 2) Pemberian simbol dan label limbah B3 pada setiap kemasan dan/atau wadah Limbah B3 sesuai karakteristik Limbah B3.
 - 3) Simbol pada kemasan dan/atau wadah Limbah B3 tersebut adalah:

- a) Infeksius, untuk Limbah infeksius; dan
- 7. Lamanya penyimpanan limbah B3 untuk jenis limbah dengan karakteristik infeksius, benda tajam dan patologis di rumah sakit sebelum dilakukan Pengangkutan Limbah B3, Pengolahan Limbah B3, dan/atau Penimbunan Limbah B3, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Limbah medis kategori infeksius, patologis, benda tajam harus disimpan pada TPS dengan suhu lebih kecil atau sama dengan 0°C (nol derajat celsius) dalam waktu sampai dengan 90 (sembilan puluh) hari.
 - b. Limbah medis kategori infeksius, patologis, benda tajam dapat disimpan pada TPS dengan suhu 3 sampai dengan 8°C (delapan derajat celsius) dalam waktu sampai dengan 7 (tujuh) hari.
- 8. Pengangkutan limbah B3 dilakukan dengan cara:
 - a. Pengangkutan limbah B3 keluar rumah sakit dilaksanakan apabila tahap pengolahan limbah B3 diserahkan kepada pihak pengolah atau penimbun limbah B3 dengan pengangkutan menggunakan jasa pengangkutan limbah B3 (transporter limbah B3).
 - b. Cara pengangkutan limbah B3 harus dilengkapi dengan SPO dan dapat dilakukan pemutakhiran secara berkala dan berkesinambungan.
 - c. Pengangkutan limbah B3 harus dilengkapi dengan perjanjian kerjasama secara three parted (3 bagian) yang ditanda tangani oleh pimpinan dari pihak rumah sakit, pihak pengangkut limbah B3 dan pengolah atau penimbun limbah B3.
 - d. Rumah sakit harus memastikan bahwa:
 - 1) Pihak pengangkut dan pengolah atau penimbun limbah B3 memiliki perizinan yang lengkap sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Izin yang dimiliki oleh pengolah maupun pengangkut harus sesuai dengan jenis limbah yang dapat diolah/diangkut.
 - 2) Jenis kendaraan dan nomor polisi kendaraan pengangkut limbah B3 yang digunakan pihak pengangkut limbah B3 harus sesuai dengan yang tercantum dalam perizinan pengangkutan limbah B3 yang dimiliki.
 - 3) Setiap pengiriman limbah B3 dari rumah sakit ke pihak pengolah atau penimbun, harus disertakan manifest limbah B3 yang telah ditanda tangani

dan stempel oleh pihak rumah sakit, pengangkut dan pengolah/penimbun limbah B3 dan diarsip oleh pihak rumah sakit.

- 4) Ditetapkan jadwal tetap pengangkutan limbah B3 oleh pihak pengangkut limbah
- 5) Kendaraan angkut limbah B3 yang digunakan layak pakai, dilengkapi simbol limbah B3 dan nama pihak pengangkut limbah B3.
9. Pengolahan limbah B3 memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Pengolahan limbah B3 di rumah sakit dapat dilaksanakan secara internal dan eksternal:

Pengolahan secara internal dilakukan di lingkungan rumah sakit dengan menggunakan alat insinerator atau alat pengolah limbah B3 lainnya yang disediakan sendiri oleh pihak rumah sakit (on-site), seperti autoclave, microwave, penguburan, enkapsulasi, inertisasi yang mendapatkan izin operasional dan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

- b. Pengolahan secara eksternal dilakukan melalui kerja sama dengan pihak pengolah atau penimbun limbah B3 yang telah memiliki ijin. Pengolahan limbah B3 secara internal dan eksternal dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- c. Rumah sakit yang melakukan pengolahan limbah B3 secara internal dengan insinerator, harus memiliki spesifikasi alat pengolah yang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

- 1) Kapasitas sesuai dengan volume limbah B3 yang akan diolah

- 2) Memiliki 2 (dua) ruang bakar dengan ketentuan:

- a) Ruang bakar 1 memiliki suhu bakar sekurang-kurangnya 800 °C
- b) Ruang bakar 2 memiliki suhu bakar sekurang-kurangnya 1.000°C untuk waktu tinggal 2 (dua) detik
- 3) Tinggi cerobong minimal 14 meter dari permukaan tanah dan dilengkapi dengan lubang pengambilan sampel emisi.
- 4) Dilengkapi dengan alat pengendalian pencemaran udara.

- 5) Tidak diperkenankan membakar limbah B3 radioaktif limbah B3 dengan karakteristik mudah meledak; dan atau limbah B3 merkuri atau logam berat lainnya.
- d. Pengolahan Limbah B3 di rumah sakit sebaiknya menggunakan teknologi non-insinerasi yang ramah lingkungan seperti autoclave dengan pencacah limbah, disinfeksi dan sterilisasi, penguburan sesuai dengan jenis dan persyaratan.
- e. Pemilihan alat pengolah limbah B3 sebaiknya menggunakan teknologi non-insinerasi seperti autoclave dengan pencacah limbah, karena dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan teknologi insinerasi, yakni tidak menghasilkan limbah gas (emisi).
- f. Tata laksana pengolahan limbah B3 pelayanan medis dan penunjang medis di rumah sakit berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut:
 - a) Limbah Infeksius dan Benda Tajam
 1. Limbah yang sangat infeksius seperti biakan dan persediaan agen infeksius dari laboratorium harus disterilisasi dengan pengolahan panas dan basah seperti dalam autoclave sebelum dilakukan pengolahan.
 2. Apabila pengolahan menggunakan insinerasi, maka residu abu yang dihasilkan diperlakukan sebagai limbah B3, namun dapat dibuang ke sanitary landfill setelah melalui proses solidifikasi.

E. Pengelolaan limbah B3 medis padat infeksius khusus

Limbah B3 medis padat adalah barang atau bahan sisa hasil kegiatan yang tidak digunakan kembali yang berpotensi terkontaminasi oleh zat yang bersifat infeksius atau kontak dengan pasien dan/atau petugas di Fasyankes yang menangani pasien COVID-19 meliputi: masker bekas, sarung tangan bekas, perban bekas, tisu bekas, plastik bekas minuman dan makanan, kertas bekas makanan dan minuman, alat suntik bekas, set infus bekas, alat pelindung diri bekas, sisa makanan pasien dan lain lain, berasal dari kegiatan pelayanan di Laboratorium. Ruang isolasi, ruang perawatan, dan ruang pelayanan pasien COVID-19 lainnya.

F. Tahap penanganan limbah infeksius khusus perawatan pasien COVID-19

1. Tahap Sumber

- a. Limbah padat B3 dimasukkan ke dalam wadah/bin yang dilapisi kantong plastic warna kuning yang bersimbol “biohazard”



Gambar 2.1

Simbol Biohazard

- b. Hanya limbah B3 medis berbentuk padat yang dapat dimasukkan kedalam kantong plastic limbah B3 medis.
- c. Bila di dalamnya terdapat cairan, maka cairan harus dibuang ke tempat penampungan limbah yang disediakan atau lubang di westafel atau WC yang mengalirkan ke dalam IPAL (Instalasi pengolahan limbah)

2. Tahap Pengumpulan

- a. Setelah $\frac{3}{4}$ penuh atau paling lama 12 jam, sampah/limbah B3 dikemas dan diikat rapat.
- b. Setiap 24 jam harus diangkat, dicatat dan disimpan pada TPS Limbah B3 atau tempat yang khusus.
- c. Petugas wajib menggunakan APD lengkap.



Gambar 2.2

APD Petugas Limbah COVID-19

- d. Pengumpulan limbah B3 medis padat ke TPS Limbah B3 dilakukan dengan menggunakan alat transportasi khusus limbah infeksius dan petugas menggunakan APD.
- e. Berikan symbol infeksius dan label serta keterangan “Limbah sangat infeksius, infeksius khusus”

3. Tahap Pengangkutan

- a. Limbah B3 Medis yang telah diikat setiap 12 jam di dalam wadah/bin harus diangkut dan disimpan pada TPS Limbah B3 atau tempat yang khusus
- b. Pada TPS Limbah B3 kemasan sampah/limbah B3 COVID-19 dilakukan disinfeksi dengan menyemprotkan disinfektan (sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan) pada plastik sampah yang telah terikat
- f. Setelah selesai digunakan, wadah/bin didisinfeksi dengan disinfektan seperti klorin 0,5%, lysol, karbol, dan lain-lain

4. Tahap Penyimpanan

- a. Limbah B3 Medis padat yang telah diikat, dilakukan disinfeksi menggunakan disinfektan berbasis klorin konsentrasi 0,5% bila akan diangkut ke pengolahan
- b. Pengangkutan dilakukan dengan menggunakan alat transportasi khusus limbah dan petugas menggunakan APD.
- c. Petugas pengangkut yang telah selesai bekerja melepas APD dan segera mandi dengan menggunakan sabun antiseptik dan air mengalir

5. Tingkat Pemusnahan

- a. Dalam hal tidak dapat langsung dilakukan pengolahan, maka Limbah dapat disimpan dengan menggunakan freezer/cold-storage yang dapat diatur suhunya di bawah 0°C di dalam TPS
- b. Melakukan disinfeksi dengan disinfektan klorin 0,5% pada TPS Limbah B3 secara menyeluruh, sekurang-kurangnya sekali dalam sehari
- c. Pengolahan limbah B3 medis dilakukan dengan menggunakan alat insinerator/autoklaf/gelombang mikro. Dalam kondisi darurat, peralatan tersebut dikecualikan untuk memiliki izin
- d. Untuk Fasyankes yang menggunakan incinerator, abu/residu insinerator agar dikemas dalam wadah yang kuat untuk dikirim ke penimbun berizin. Bila tidak memungkinkan untuk dikirim ke penimbun berizin, abu/residu

incinerator dapat dikubur sesuai konstruksi yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.56 tahun 2015

1) Insinerator:

Insinerasi adalah proses oksidasi kering bersuhu tinggi yang mengurangi limbah organik dan mudah terbakar menjadi anorganik, materi yang tidak mudah terbakar dan menghasilkan pengurangan yang signifikan volume dan berat sampah. Proses termal panas tinggi berlangsung pada suhu dari sekitar 200°C hingga lebih dari 1000°C.

Mereka melibatkan kimiawi dan fisik pemecahan bahan organik melalui proses

- a) Kebutuhan energi yang tinggi
- b) Pembakaran limbah layanan kesehatan menghasilkan emisi gas, termasuk uap, karbon dioksida
- c) Nitrogen oksida, suatu kisaran yang mudah menguap zat (misalnya logam, asam halogenik, produk dari pembakaran tidak sempurna)
- d) Potensi emisi karsinogen
- e) Materi partikulat, ditambah residu padat di bentuk abu, yang akan diperlakukan sebagai racun pembakaran, pirolisis atau gasifikasi. Namun, untuk mengontrol pencemaran lingkungan, menurut Konvensi Stockholm disarankan untuk menerapkan Best Available Technology (BAT) dengan kombinasi tindakan primer dan sekunder yang memadai untuk mengontrol emisi udara dioksin dan furan tidak lebih dari 0,1 ng I-TEQ3 / Nm¹⁰ (pada 11% O₂) dan kurang dari 0.1ng I-TEQ / l untuk air limbah dibuang dari Fasilitas.
- f) Pengurangan limbah secara signifikan volume dan berat
- g) Pastikan dekontaminasi (pembakaran minimal Suhu 800°C)
- h) Tidak diperlukan perawatan pasca-akhir untuk final pembuangan Pro dan kontra dalam menerapkan opsi insinerasi (Wainaina, 2020).
- i) Beberapa yang umum teknologi untuk pengobatan dan penghancuran perawatan kesehatan limbah dan penilaian teknologi yang berkelanjutan untuk memilih di antaranya dibahas di bawah ini, dengan pro dan kontra. (WHO, 2014; UNEP IETC, 2012).

- e. Untuk Fasyankes yang menggunakan autoklaf/gelombang mikro, residu agar dikemas dalam wadah yang kuat. Residu dapat dikubur dengan konstruksi yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.56 tahun 2015.

1) Autoklaf:

Autoklaf telah digunakan selama lebih dari satu abad hingga mensterilkan instrumen medis, dan selama beberapa tahun telah diadaptasi untuk pengolahan limbah infeksius. Sebuah autoklaf terdiri dari bejana logam yang dirancang untuk menahan tekanan tinggi, dengan pintu tertutup dan susunan pipa dan katup tempat masuknya uap dan dikeluarkan dari kapal.

- a) Tidak dapat menangani volatile dan semi volatile senyawa organik, kemoterapi limbah, merkuri, bahan berbahaya lainnya limbah kimia dan radiologi, besar dan bahan tempat tidur besar, besar bangkai hewan, disegel tahan panas wadah
- b) Bau bisa menjadi masalah di sekitar autoclave jika tidak mencukupi ventilasi
- c) Limbah yang dipisahkan dengan buruk mungkin menghasilkan emisi yang rendah kadar alkohol, fenol, formaldehida, dan senyawa organik lainnya ke udara
- d) Limbah yang diolah dari autoclave dipertahankan penampilan fisiknya
- e) Limbah membutuhkan pengolahan lebih lanjut pembuangan akhir
- f) Cocok untuk limbah kotor, alas tidur dan pribadi, alat pelindung, klinis limbah laboratorium, instrumen yang dapat digunakan kembali, limbah benda tajam, dan barang pecah belah
- g) Proses termal dengan panas rendah menghasilkan emisi polusi udara jauh lebih sedikit daripada proses termal panas tinggi
- h) Tidak ada batasan emisi polutan khusus untuk autoklaf dan sistem pengolahan uap lainnya
- i) Limbah tidak membutuhkan pengolahan lebih lanjut, itu dapat dibuang di tempat pembuangan sampah kota sebagai itu didesinfeksi dan tidak berbahaya lagi. Namun, beberapa negara meminta untuk merender sampah dikenali kemudian diparut setelah itu, tapi ini tergantung pada hukumnya peraturan.

- j) Tersedia dalam berbagai ukuran dari autoclave lab hingga autoklaf besar yang digunakan dalam limbah besar fasilitas perawatan

2) Perawatan microwave:

Teknologi gelombang mikro pada dasarnya adalah berbasis uap proses di mana pengobatan terjadi melalui tindakan panas lembab dan uap yang dihasilkan oleh energi gelombang mikro. Air yang terkandung dalam limbah dipanaskan dengan cepat energi gelombang mikro pada frekuensi sekitar 2.450 MHz dan panjang gelombang 12,24 cm.

- a) Organik yang mudah menguap dan semi volatil senyawa, limbah kemoterapi, merkuri, bahan kimia berbahaya lainnya limbah dan limbah radiologis harus tidak diolah dalam microwave
 - b) Mengolah limbah dari autoclave unit microwave mempertahankan fisiknya penampilan
 - c) Limbah membutuhkan pengolahan lebih lanjut pembuangan akhir
 - d) Pengurangan volume sangat terbatas, tidak penurunan berat badan
 - e) Cocok untuk limbah kotor, tempat tidur dan pribadi, alat pelindung, limbah laboratorium klinis, instrumen yang dapat digunakan kembali, benda tajam bekas, dan peralatan gelas
 - f) Unit microwave yang tertutup sepenuhnya dapat dipasang di area terbuka, dan digunakan dengan filter HEPA untuk mencegah pelepasan aerosol selama proses pengumpanan.
 - g) Bau agak berkurang, kecuali di sekitar unit microwave
 - h) Unit microwave semi-kontinyu berskala besar mampu mengobati sekitar 250 kg/ jam (3.000 ton per tahun)
 - i) Limbah tidak membutuhkan pengolahan lebih lanjut, itu dapat dibuang di tempat pembuangan akhir kota sebagaimana adanya didesinfeksi dan tidak berbahaya lagi. Namun, beberapa negara meminta untuk membuang limbah dikenali kemudian diparut setelahnya, tapi ini tergantung regulasi hukumnya.
 - j) Tersedia dalam berbagai ukuran dari autoklaf lab hingga autoklaf besar digunakan dalam pengolahan limbah besar fasilitas.
- f. Untuk Fasyankes yang tidak memiliki peralatan tersebut dapat langsung melakukan penguburan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- g. Limbah didisinfeksi terlebih dahulu dengan disinfektan berbasis klor 0,5%,
 - 1) Limbah dirusak supaya tidak berbentuk asli agar tidak dapat digunakan kembali,
 - 2) Dikubur dengan konstruksi yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.56 tahun 2015.
- h. Konstruksi penguburan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.56 tahun 2015 tentang tata cara dan persyaratan teknis pengelolaan limbah bahan berbahaya beracun dari fasilitas pelayanan kesehatan.
- i. Pengolahan juga dapat menggunakan jasa perusahaan pengolahan yang berizin, dengan melakukan perjanjian kerjasama pengolahan
- j. Pengolahan harus dilakukan sekurang-kurangnya 2 x 24 jam
- k. Timbulan/volume limbah B3 harus tercatat dalam logbook setiap hari
- l. Memiliki Manifest limbah B3 yang telah diolah
- m. Melaporkan pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan terkait jumlah limbah B3 medis yang dikelola melalui Dinas Lingkungan Hidup Provinsi/ Kabupaten/Kota.
- n. Laporan terkait pengelolaan limbah spesifik COVID-19 juga disampaikan ke kementerian kesehatan secara online melalui link: bit.ly/formulirlimbahcovid. Informasi yang dibutuhkan dalam link tersebut adalah alamat email, nama provinsi/kabupaten/kota, nama fasilitas pelayanan Kesehatan, jumlah timbulan limbah COVID-19 (rata-rata kg/hari), jumlah timbulan limbah medis (rata-rata kg/hari), pengolahan limbah COVID-19/limbah medis dan jumlah pasien COVID-19 yang dirawat (rata-rata pasien/hari).
- o. Fasilitas pelayanan kesehatan yang memiliki alat pengolahan limbah dapat menerima limbah B3 medis dari fasilitas pelayanan kesehatan sekitarnya.

Tabel 2.1
TAHAPAN PENANGANAN LIMBAH INFEKSIUS DAN INFEKSIUS KHUSUS

NO	TAHAPAN	LIMBAH INFEKSIUS	LIMBAH INFEKSIUS KHUSUS
1.	Pewadahan	Wadah khusus yang kuat dan anti karat dan kedap air, mudah dibersihkan, dilengkapi penutup, dilengkapi simbol, dan jauh dari jangkauan orang umum.	<p>Wadah/bin dilapisi plastik warna kuning bersimbol “biohazard”</p> <p>Setelah $\frac{3}{4}$ penuh/maksimal 12 jam, sampah dikemas dan diikat rapat dan dilakukan disinfeksi.</p> <p>Limbah yang telah diikat setiap 24 jam harus diangkut, dicatat dan disimpan pada tempat penyimpanan sementara (TPS) limbah b3/khusus.</p> <p>Petugas wajib menggunakan apd lengkap</p> <p>Berikan simbol infeksius dan label, serta keterangan “limbah sangat infeksius. infeksius khusus”</p>
2.	Pengumpulan	Dilengkapi berita acara penyerahan (hari, tgl, sumber, jenis, bentuk, volume)	<p>Petugas menggunakan APD</p> <p>Limbah yang telah diikat, setiap 12 jam di dalam wadah/ bin harus diangkut dan disimpan pada TPS limbah B3/khusus</p> <p>Pada TPS limbah kemasan sampah/limbah dilakukan disinfeksi dengan menyemprot disinfektan pada plastik yang telah terikat.</p> <p>Setelah selesai digunakan wadah di disinfeksi dengan disinfektan seperti klorin 0,5% lysol, karbol, dan lain lain.</p> <p>Limbah yang telah diikat di disinfeksi menggunakan desinfektan berbasis klorin konsentrasi 0,5% bila akan diangkut ke pengolahan</p>
3.	Pengangkutan	Kereta angkut khusus berbahan kedap air, mudah dibersihkan, dilengkapi penutup, tahan karat dan	<p>Menggunakan alat transportasi khusus limbah infeksius</p> <p>Petugas pengangkut yang telah selesai bekerja melepas APD</p>

		bocor, dan jalur khusus jauh dari kepadatan orang.	dan segera mandi dengan menggunakan sabun antiseptik dan air mengalir.
4.	Penyimpanan	<p>Harus dilengkapi SOP dan pemutakhiran</p> <p>Penyimpanan limbah sementara harus ditempatkan di TPS limbah B3</p> <p>Kemasan limbah warna kuning</p> <p>Pemberian simbol “Infeksius”</p> <p>Lama penyimpanan Suhu 0°C (90 hari)</p> <p>Suhu 3-8°C (7 hari)</p>	<p>Dalam hal tidak dapat langsung dilakukan pengolahan, maka limbah dapat disimpan dengan menggunakan freezer/Cold storage dengan suhu -0°C di dalam TPS.</p> <p>Melakukan disinfeksi dengan desinfektan klorin 0,5% pada TPS secara menyeluruh minimal 1x sehari</p>
4.	Pemusnahan	<p>Disterilisasi dalam autoclave</p> <p>Apabila menggunakan insenerator abu dibuang ke sanitary landfill setelah proses solidifikasi</p>	<p>Menggunakan Insenerator/Autoklaf/gelombang mikro (Penggunaan peralatan dikecualikan untuk memiliki izin)</p> <p>Abu/residu Insenerator/Autoklaf/Gelombang mikro di kemas dalam wadah yang kuat untuk dikirim ke penimbun berizin. (bila tidak memungkinkan untuk dikirim ke penimbun berizin, abu dapat dikubur sesuai peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56/menlhk-setjen/2015 tentang tata cara dan persyaratan teknis pengelolaan limbah bahan berbahaya beracun dari fasilitas pelayanan kesehatan).</p> <p>Dapat menggunakan jasa pengolahan berizin dengan melakukan perjanjian kerjasama pengolahan.</p> <p>Dilakukan sekurang-kurangnya 2x24 jam</p> <p>Timbulan/volume limbah tercatat logbook setiap hari</p> <p>Memiliki manifest limbah yang telah diolah</p> <p>Melaporkan pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan terkait jumlah limbah yang telah dikelola, melalui Dinas Lingkungan Hidup dan disampaikan secara online melalui link: bit.ly/formulirlimbahcovid.</p>

Limbah infeksius

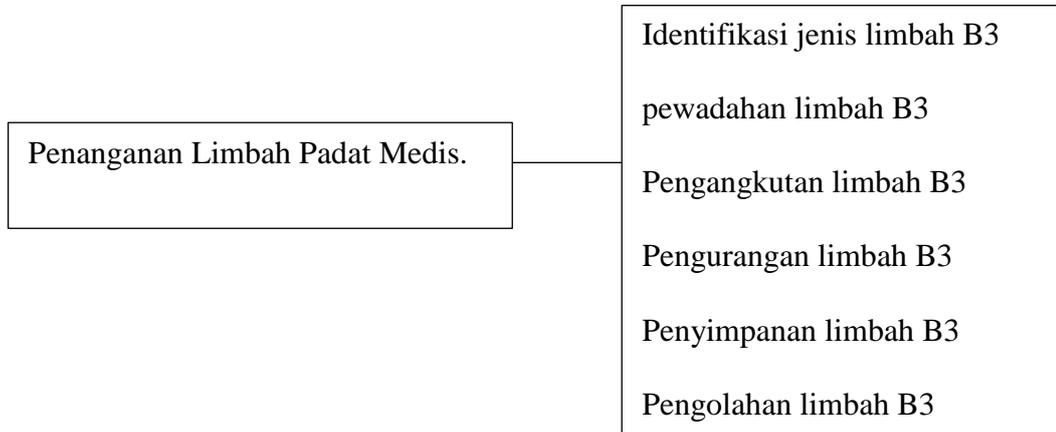
Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit

Limbah Sangat Infeksius/ Infeksius Khusus

Sumber: Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2020 Tentang Pedoman Pengelolaan Limbah Medis Fasilitas Pelayanan Kesehatan dan Limbah dari Kegiatan Isolasi atau Karantina Mandiri di Masyarakat dalam Penanganan Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)

G. Kerangka Teori

Gambar 2.3
Kerangka Teori



H. Kerangka Konsep

Dalam menangani limbah COVID-19 sangat penting untuk diperhatikan dan ditangani dengan khusus dan sesuai dengan SOP agar tidak menular kepada orang lain, hal tersebut dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Gambar 24
Kerangka Konsep

