

BAB II

TINJAUAN TEORI

A. Rumah Sakit

1. Pengertian Rumah Sakit

Rumah Sakit adalah sebuah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, serta gawat darurat (Permenkes Nomor 147 Tahun 2010). Selain itu, rumah sakit juga merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perseorangan secara paripurna melalui pelayanan kesehatan promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan/atau paliatif dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (UU RI Nomor 17 Tahun 2023). Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat disimpulkan bahwa rumah sakit sebagai institusi pelayanan kesehatan perorangan dengan fungsi menyediakan pelayanan kesehatan baik secara promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan/atau paliatif kepada masyarakat.

2. Fungsi Rumah Sakit

Secara generik, fungsi rumah sakit yaitu memberikan pelayanan kesehatan yang lengkap kepada masyarakat baik itu kuratif maupun rehabilitatif, di mana *output* layanannya dapat menjangkau pelayanan keluarga dan lingkungan (WHO, 1957). Rumah sakit menyelenggarakan fungsi pelayanan kesehatan perseorangan dalam bentuk spesialisik

dan/atau subspesialistik serta pelayanan kesehatan dasar. Selain itu, rumah sakit dapat menyelenggarakan fungsi pendidikan dan penelitian di bidang kesehatan (UU RI, 2023). Jadi, rumah sakit bertanggung jawab untuk menyediakan layanan kesehatan yang holistik dan terintegrasi bagi masyarakat.

3. Klasifikasi Rumah Sakit

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 3 Tahun 2020 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit berdasarkan jenis pelayanan yang diberikan, rumah sakit dikategorikan sebagai rumah sakit umum dan khusus. Rumah sakit umum dan khusus diklasifikasikan berdasarkan fasilitas dan kemampuan pelayanan rumah sakit dalam rangka penyelenggaraan kesehatan secara berjenjang dan fungsi rujukan.

a. Rumah Sakit Umum

Rumah sakit umum adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan kesehatan pada semua bidang dan jenis penyakit. Pelayanan yang diberikan paling sedikit terdiri dari pelayanan medik dan penunjang medik, pelayanan keperawatan dan kebidanan, dan pelayanan non medik (Kemenkes RI, 2020). Klasifikasi rumah sakit umum yaitu sebagai berikut:

- 1) Rumah Sakit Umum Kelas A, merupakan rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 250 (dua ratus lima puluh) buah (Kemenkes RI, 2020).

- 2) Rumah Sakit Umum Kelas B, merupakan rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 200 (dua ratus) buah (Kemenkes RI, 2020).
- 3) Rumah Sakit Umum Kelas C, merupakan rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 100 (seratus) buah (Kemenkes RI, 2020).
- 4) Rumah Sakit Umum Kelas D, merupakan rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 50 (lima puluh) buah (Kemenkes RI, 2020).

b. Rumah Sakit Khusus

Rumah sakit khusus adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan utama pada satu bidang atau satu jenis penyakit tertentu berdasarkan disiplin ilmu, golongan umur, organ, jenis penyakit, atau kekhususan lainnya. Selain itu, rumah sakit khusus dapat menyelenggarakan pelayanan lain di luar kekhususannya seperti pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan kegawatdaruratan. Pelayanan yang diberikan paling sedikit terdiri dari pelayanan medik dan penunjang medik, pelayanan keperawatan dan/atau kebidanan, dan pelayanan non medik (Kemenkes RI, 2020). Klasifikasi rumah sakit khusus, terdiri dari:

- 1) Rumah Sakit Khusus Kelas A, merupakan rumah sakit khusus yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 100 (seratus) buah (Kemenkes RI, 2020).

- 2) Rumah Sakit Khusus Kelas B, merupakan rumah sakit khusus yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 75 (tujuh puluh lima) buah (Kemenkes RI, 2020).
- 3) Rumah Sakit Khusus Kelas C, merupakan rumah sakit khusus yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 25 (dua puluh lima) buah (Kemenkes RI, 2020).

B. Limbah Rumah Sakit

1. Pengertian Limbah Rumah Sakit

Rumah sakit sebagai sarana upaya perbaikan kesehatan yang melaksanakan pelayanan kesehatan sekaligus sebagai lembaga pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian, memiliki dampak positif dan negatif terhadap lingkungan di sekitarnya. Salah satu dampak negatifnya yaitu sebagai sumber limbah medis atau bahan berbahaya dan beracun (B3). Karena dalam menjalankan fungsinya, rumah sakit menggunakan berbagai bahan dan fasilitas serta peralatan yang dapat mengandung bahan berbahaya dan beracun. Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit (Depkes RI, 2006).

2. Klasifikasi Limbah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan menyebutkan bahwa penyelenggaraan pengamanan limbah yang dihasilkan fasilitas pelayanan kesehatan meliputi pengamanan terhadap limbah padat B3, limbah non B3, air limbah, limbah gas, dan sampah. Menurut Departemen Kesehatan, limbah

rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, pasta (gel), maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme patogen bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian bersifat radioaktif (Depkes RI, 2006). Oleh karena itu, limbah yang berasal dari rumah sakit dapat dikategorikan sebagai limbah B3.

Dalam Permenkes Nomor 2 tahun 2023, limbah fasilitas pelayanan kesehatan dalam hal ini rumah sakit dibagi menjadi 2 kategori yaitu limbah non medis (domestik) dan limbah medis (B3).

a. Limbah Non Medis (Domestik)

Limbah non medis atau domestik adalah limbah padat yang berasal dari kegiatan non medis rumah sakit seperti limbah yang berasal dari dapur, taman, halaman, atau parkir rumah sakit dengan karakteristik limbah seperti limbah yang dihasilkan lingkungan rumah tangga (domestik) dan limbah masyarakat.

b. Limbah Medis (B3)

Limbah medis dikategorikan sebagai limbah B3. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 menyebutkan bahwa Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan

hidup manusia dan makhluk hidup lain. Berdasarkan wujudnya, limbah medis B3 dibedakan menjadi:

1) Limbah Medis Padat B3

Limbah medis padat B3 adalah semua limbah berbentuk padat yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang mengandung bahan berbahaya dan beracun dan dapat berpotensi membahayakan lingkungan termasuk makhluk hidup di sekitarnya.

a) Jenis Limbah Medis Padat B3

Jenis limbah medis padat B3 dapat dibedakan berdasarkan potensi yang terkandung di dalamnya. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56 tahun 2015, berdasarkan jenisnya limbah medis padat B3 terdiri dari:

(1) Limbah Infeksius

Limbah infeksius adalah limbah yang terkontaminasi organisme patogen yang tidak secara rutin ada di lingkungan dan organisme tersebut dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan (Kementerian LHK RI, 2015). Contoh limbah ini yaitu kultur dan stok agen infeksius dari aktivitas laboratorium, limbah hasil operasi atau autopsi pasien yang menderita penyakit menular, limbah pasien dari bangsal isolasi, dan alat atau material lain yang tersentuh oleh orang yang terinfeksi (Suhariono, 2019).

(2) Limbah Benda Tajam

Limbah benda tajam merupakan limbah yang dapat menusuk dan/atau menimbulkan luka dan telah mengalami kontak dengan agen penyebab infeksi (Kementerian LHK RI, 2015). Contoh limbah medis B3 yaitu jarum, peralatan infus, skalpel, pisau bedah, belai, potongan kaca (Suhariono, 2019).

(3) Limbah Patologis

Limbah patologis adalah limbah berupa buangan selama kegiatan operasi, otopsi, dan/atau prosedur medis lainnya termasuk jaringan, organ, bagian tubuh, cairan tubuh, dan/atau spesimen beserta kemasannya (Kementerian LHK RI, 2015). Contoh limbah ini yaitu: bagian jaringan tubuh, darah, cairan tubuh yang lain, janin (Suhariono, 2019).

(4) Limbah Sitotoksik

Limbah sitotoksik adalah limbah dari bahan yang terkontaminasi dari persiapan dan pemberian obat sitotoksik untuk kemoterapi kanker yang mempunyai kemampuan untuk membunuh dan/atau menghambat pertumbuhan sel hidup (Kementerian LHK RI, 2015). Contoh limbah ini yaitu limbah yang mengandung obat-obatan pakai terapi kanker, zat kimia genotoksik (Suhariono, 2019).

(5) Limbah Kimia

Limbah kimia adalah limbah yang berasal dari bahan kimia yang digunakan atau yang telah kedaluwarsa, sisa kemasan bahan kimia, dan tumpahan bahan kimia (Kementerian LHK RI, 2015). Contoh limbah ini yaitu *reagen* di laboratorium, film untuk *rontgen*, disinfektan, *solvent* (pelarut), dll (Suhariono, 2019).

(6) Limbah Farmasi

Limbah farmasi adalah limbah yang berasal dari obat-obatan kedaluwarsa, terkontaminasi dan obat-obatan yang terbuang karena tidak memenuhi spesifikasi (Fikri dan Kartika, 2019:4). Contoh limbah ini yaitu obat-obatan yang sudah kedaluwarsa atau yang sudah tidak bisa digunakan, vaksin, item yang tercemar, atau berisi obat (botol, kotak) (Suhariono, 2019).

(7) Limbah Radioaktif

Limbah radioaktif adalah limbah yang berasal dari bahan yang terkontaminasi dengan radio isotop dari penggunaan medik atau riset radionukleida, dari tindakan kedokteran nuklir, *radioimmunoassay*, dan bakteriologis (Fikri dan Kartika, 2019:4). Contoh limbah ini yaitu cairan yang tidak terpakai dari terapi radioaktif atau riset di laboratorium,

kertas *absorben* yang terkontaminasi, urine diuji dengan radionukleida yang terbuka (Suhariono, 2019).

(8) Kontainer Bertekanan

Limbah kontainer bertekanan adalah limbah yang berasal dari berbagai jenis gas yang digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan termasuk aerosol dan tabung gas (Fikri dan Kartika, 2019:4). Contoh limbah ini yaitu tabung gas, gas *catridge*, kaleng tekanan darah.

b) Golongan Limbah Medis Padat B3

Menurut Wicaksono (2000) dalam Fikri dan Kartika (2019:5), menyebutkan bahwa berdasarkan toksisitasnya limbah medis padat B3 pada kegiatan pengelolaan limbah dibagi menjadi beberapa golongan diantaranya:

(1) Golongan A

Limbah yang terdiri dari *dressing* bedah, *swab*, dan semua bahan yang bercampur dengan bahan-bahan tersebut, bahan linen dari kasus penyakit infeksi serta seluruh jaringan tubuh manusia, bangkai/jaringan hewan dari laboratorium dan hal-hal lainnya yang berkaitan dengan *dressing* dan *swab*.

(2) Golongan B

Limbah yang terdiri dari *syringe* bekas, jarum, *catridge*, pecahan gelas, dan benda-benda tajam lainnya.

(3) Golongan C

Limbah yang terdiri dari limbah hasil kegiatan ruang laboratorium dan *post-partum*, kecuali yang termasuk golongan A.

(4) Golongan D

Limbah yang terdiri dari limbah kimia dan bahan-bahan farmasi tertentu.

(5) Golongan E

Limbah yang terdiri dari pelaps *bed-pan disposable*, *urinoir*, *incontinence pad*, dan *stamage bags*.

2) Limbah Medis Cair B3

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair rumah sakit yang berasal dari hasil proses kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah domestik cair (buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), limbah cair klinis (air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, dll).

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 tahun 2023 menyebutkan bahwa air limbah medis B3 yang berasal dari fasilitas pelayanan kesehatan memiliki beban cemaran yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan hidup dan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Oleh karena itu, air limbah perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke

lingkungan agar kualitasnya memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan yang ditetapkan.

3) Limbah Medis Gas B3

Limbah medis gas B3 merupakan semua limbah rumah sakit berbentuk gas yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit. Menurut Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, menyebutkan bahwa sumber emisi gas buang dominan dari fasilitas pelayanan kesehatan berasal dari emisi kendaraan parkir, cerobong insinerator, cerobong genset dan cerobong boiler. Kemudian menurut Galih (2017), menyebutkan bahwa limbah gas rumah sakit adalah semua limbah berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di rumah sakit seperti insinerator, dapur, perlengkapan generator, anestesi dan pembuatan obat sitotoksik.

3. Dampak terhadap Kesehatan

Pembuangan limbah akibat kegiatan pelayanan kesehatan secara tidak langsung dapat menimbulkan risiko kesehatan melalui pelepasan patogen dan polutan beracun ke lingkungan. Gangguan kesehatan akibat limbah medis dapat dikelompokkan menjadi gangguan langsung dan tidak langsung. Gangguan langsung disebabkan karena kontak langsung dengan limbah tersebut. misalnya limbah klinis beracun yang mengandung patogen dan polutan, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya penyakit. Sementara itu, gangguan tidak langsung dapat dirasakan oleh seluruh

masyarakat rumah sakit dan di sekitarnya yang sering melewati sumber limbah.

Limbah medis di rumah sakit dapat menjadi media penyebaran mikroorganisme pembawa penyakit melalui proses infeksi, sehingga dapat menyebabkan infeksi silang baik dari pasien ke pasien, pasien ke petugas, ataupun petugas ke pasien. Kemudian, berbagai jenis limbah medis yang dihasilkan dapat membahayakan dan menimbulkan gangguan kesehatan dari mulai pada saat pengumpulan, pewadahan, pemilahan, pengangkutan dan pembuangan serta pemusnahan jika tidak dikelola dengan baik.

Orang yang berisiko terpajan limbah berbahaya dari fasilitas pelayanan kesehatan adalah semua orang yang berada dalam fasilitas penghasil limbah berbahaya ataupun di luar fasilitas pelayanan kesehatan yang memiliki pekerjaan mengelola limbah, serta risiko akibat kecerobohan dalam sistem manajemen limbah itu sendiri. Menurut Pruss (2005: 21) dalam Herdiana (2021), kelompok utama yang berisiko, diantaranya:

- a. Dokter, perawat, pegawai layanan kesehatan dan tenaga bagian pemeliharaan rumah sakit.
- b. Pasien yang menjalani perawatan di instansi layanan kesehatan atau di rumah.
- c. Penjenguk pasien di rawat inap.

- d. Tenaga bagian layanan pendukung yang bekerja sama dengan instansi layanan kesehatan, misalnya bagian binatu, pengelolaan limbah dan bagian transportasi.
- e. Pegawai pada fasilitas pembuangan limbah (misalnya, di tempat penampungan sampah akhir atau insinerator) termasuk pemulung.

Adapun bahaya yang dapat ditimbulkan dari limbah medis B3 di fasilitas pelayanan kesehatan yaitu sebagai berikut:

a. Bahaya limbah infeksius

Limbah infeksius dapat mengandung berbagai macam mikroorganisme patogen penyebab penyakit. Patogen tersebut dapat memasuki tubuh manusia melalui beberapa jalur, diantaranya:

- 1) Akibat tusukan, lecet, atau luka di kulit.
- 2) Melalui membran mukosa.
- 3) Melalui pernapasan (inhalasi).
- 4) Melalui jalur makanan (ingesti).

Contoh infeksi yang disebabkan oleh pajanan limbah infeksius yaitu infeksi saluran pernapasan yang disebabkan oleh organisme *Mycobacterium tuberculosis*, virus campak, *Streptococcus pneumoniae* dengan media penularannya sekret yang terhirup atau air liur. Kemudian, infeksi mata yang disebabkan oleh organisme *Herpesvirus* dengan media penularannya yaitu sekret mata (Pruss, 2005: 22 dalam Herdiana, (2021).

b. Bahaya limbah benda tajam

Kultur patogen yang pekat dan benda tajam yang terkontaminasi (terutama jarum suntik) mungkin merupakan jenis limbah yang potensi bahayanya paling akut bagi kesehatan. Benda tajam tidak hanya dapat menyebabkan luka gores maupun luka tusuk saja, tetapi juga dapat menginfeksi luka jika benda ini terkontaminasi patogen. Karena risiko ganda inilah (cedera dan penularan penyakit), benda tajam termasuk dalam kelompok limbah yang sangat berbahaya (Pruss, 2005:22 dalam Herdiana, (2021).

c. Bahaya limbah kimia dan farmasi

Zat kimia dan bahan farmasi berbahaya banyak digunakan dalam layanan kesehatan seperti zat yang bersifat toksik, genotoksik, korosif, mudah terbakar, reaktif, mudah meledak, atau yang sensitif terhadap guncangan. Akibat paparan dari kandungan zat tersebut dapat mengakibatkan intoksikasi atau keracunan baik secara akut maupun kronis, cedera termasuk luka bakar. Intoksikasi dapat terjadi akibat penyerapan zat kimia atau bahan farmasi melalui kulit atau membran mukosa, atau melalui pernapasan atau pencernaan. Zat kimia yang mudah terbakar, korosif atau reaktif (misalnya *formaldehyde* atau zat *volatile*/mudah menguap lainnya) jika mengenai kulit, mata, atau membran mukosa saluran pernapasan dapat menyebabkan cedera. Cedera yang umum terjadi adalah luka bakar (Pruss, 2005: 23 dalam Herdiana, (2021).

d. Bahaya limbah radioaktif

Penyakit yang disebabkan oleh limbah radioaktif bergantung pada jenis dan intensitas pajanannya. Kesakitan yang muncul dapat berupa sakit kepala, pusing, dan muntah sampai masalah lain yang lebih serius. Seperti halnya limbah bahan farmasi, bersifat genotoksik, maka efeknya juga dapat mengenai materi genetik. Bahaya limbah radioaktif yang ditimbulkan dengan aktivitas rendah bisa terjadi karena kontaminasi permukaan luar kontainer atau karena cara serta durasi penyimpanan limbah yang tidak layak. Adapun penanganan sumber yang sangat aktif, misalnya terhadap sumber tertutup dalam instrumen diagnostik, dapat menyebabkan cedera yang jauh lebih parah seperti kerusakan jaringan, keharusan untuk mengamputasi bagian tubuh. Oleh karenanya, harus dilakukan dengan sangat hati-hati. (Pruss, 2005:24-25 dalam Herdiana, (2021).

C. Pengelolaan Limbah Rumah Sakit

Di dalam undang-undang Irlandia, *The Waste Management Act* (1996) menjelaskan bahwa manajemen rumah sakit mempunyai tanggung jawab langsung untuk memastikan semua limbah akibat kegiatan rumah sakit dikelola dengan baik dan dibuang, sehingga menjamin keamanan dan keselamatan staf, pasien dan masyarakat, serta memastikan bahwa kerusakan lingkungan akibat kegiatan rumah sakit dalam batas minimum (Purchell, 2005:13 dalam Arumsari, *et al.*, 2020). Pengelolaan limbah di fasilitas pelayanan kesehatan (fasyankes) bertujuan untuk melindungi pasien,

pengunjung, dan petugas dari terjadinya gangguan kesehatan dan keselamatan kerja serta menurunnya kualitas lingkungan fasyankes. Menurut Suhariono dan Hariyati (2020), ada 4 prinsip dalam pengelolaan limbah medis B3 di fasyankes yang harus diterapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Setiap penghasil harus bertanggung jawab terhadap limbahnya (*The polluter pays principle*).
2. Melindungi risiko pada petugas pengelola limbah (*The precautionary principle*).
3. Petugas pengelola harus waspada dalam mengelola limbah medis (*The duty of care principle*).
4. Penanganan limbah medis harus sedekat mungkin dengan sumber (*The proximity principle*).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 56 Tahun 2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan menyebutkan bahwa rumah sakit merupakan fasilitas pelayanan kesehatan, maka wajib melakukan pengelolaan limbah B3 mulai dari tahapan pengurangan dan pemilahan, penyimpanan, pengangkutan, pengolahan, penguburan, dan/atau penimbunan limbah B3. Sementara itu, berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan menyebutkan bahwa prinsip pengelolaan limbah medis padat B3 di fasilitas pelayanan kesehatan, dilakukan upaya mulai dari tahapan pengurangan, pemilahan, pewadahan, pengangkutan,

penyimpanan sementara, dan pengolahan limbah medis padat B3 (internal atau eksternal).

1. Pengurangan

Pengelolaan limbah B3 dari fasilitas pelayanan kesehatan dimaksudkan agar limbah B3 yang dihasilkan sesedikit mungkin dan bahkan diusahakan sampai nol, yaitu dilakukan dengan cara mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun limbah tersebut (Kementerian LHK RI, 2015). Pengelolaan limbah pada dasarnya merupakan upaya mengurangi volume dan konsentrasi bahaya limbah setelah proses produksi atau kegiatan melalui proses fisika, kimia atau hayati. Pelaksanaan pengelolaan limbah yang utama adalah upaya preventif yaitu mengurangi volume dan bahaya limbah yang dikeluarkan ke lingkungan, meliputi upaya mengurangi limbah pada sumbernya, serta upaya pemanfaatan limbah (Pruss, 2005: 67 dalam Herdiana, (2021).

Berdasarkan Permen LHK Nomor 56 Tahun 2015, pengurangan dan pemilahan limbah dipusatkan pada eliminasi atau pengurangan alur limbah medis (*waste stream*). Hal ini dapat dilakukan melalui langkah berikut:

a. Pengurangan pada Sumber (*Reduce*)

Kegiatan pengurangan pada sumber dapat dilakukan dengan mengeliminasi keseluruhan material berbahaya atau material yang lebih sedikit menghasilkan limbah. Adapun beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu seperti:

- 1) Mengganti termometer atau tensimeter merkuri dengan analog dan digital atau elektronik.
- 2) Bekerja sama dengan pemasok (*supplier*) untuk mengurangi kemasan produk yang tidak diperlukan.
- 3) Membeli alat sterilisasi/disinfeksi ruangan yang ramah lingkungan seperti mengganti fenolik atau asam dengan penggunaan sinar UV atau alat uap bertekanan.
- 4) Melakukan tata kelola yang baik dalam pengadaan bahan kimia dan farmasi untuk menghindari terjadinya penumpukan dan kedaluwarsa dengan menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO) atau *first expired first out* (FEFO).
- 5) Melakukan pencegahan dan perawatan berkala terhadap peralatan sesuai jadwal. (Fikri dan Kartika, 2019:20).

b. Penggunaan Kembali (*Reuse*)

Penggunaan kembali tidak hanya mencari penggunaan lain dari suatu produk, tetapi yang paling penting yaitu menggunakan kembali suatu produk berulang-ulang sesuai fungsinya. Dorongan untuk melakukan penggunaan kembali akan lebih mengarahkan pada pemilihan produk yang dapat digunakan kembali dibandingkan dengan produk sekali pakai (*disposable*).

Peralatan medis atau peralatan lainnya yang digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan yang dapat digunakan kembali (*reuse*) yaitu skalpel dan botol atau kemasan dari kaca. Setelah digunakan,

peralatan tersebut harus dikumpulkan secara terpisah dari limbah yang tidak dapat digunakan kembali, dicuci dan disterilisasi menggunakan peralatan atau metode yang telah disetujui atau memiliki izin seperti autoklaf. Adapun untuk jarum suntik plastik dan kateter tidak dapat disterilisasi secara termal atau kimiawi, atau bahkan digunakan kembali, tetapi harus dibuang sesuai peraturan perundang-undangan. (Kementerian LHK RI, 2015).

c. Daur Ulang (*Recycle*)

Daur ulang (*recycle*) merupakan upaya pemanfaatan kembali komponen yang bermanfaat melalui proses tambahan secara kimia, fisika, dan/atau biologi yang menghasilkan produk yang sama ataupun produk yang berbeda. Beberapa material yang dapat didaur ulang yaitu bahan organik, plastik, kertas, kaca, dan logam. Daur ulang terhadap material berbahan plastik umumnya dilakukan terhadap jenis plastik berbahan dasar *Polyethylene Terephthalate* (PET/PETE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE) (Kementerian LHK RI, 2015).

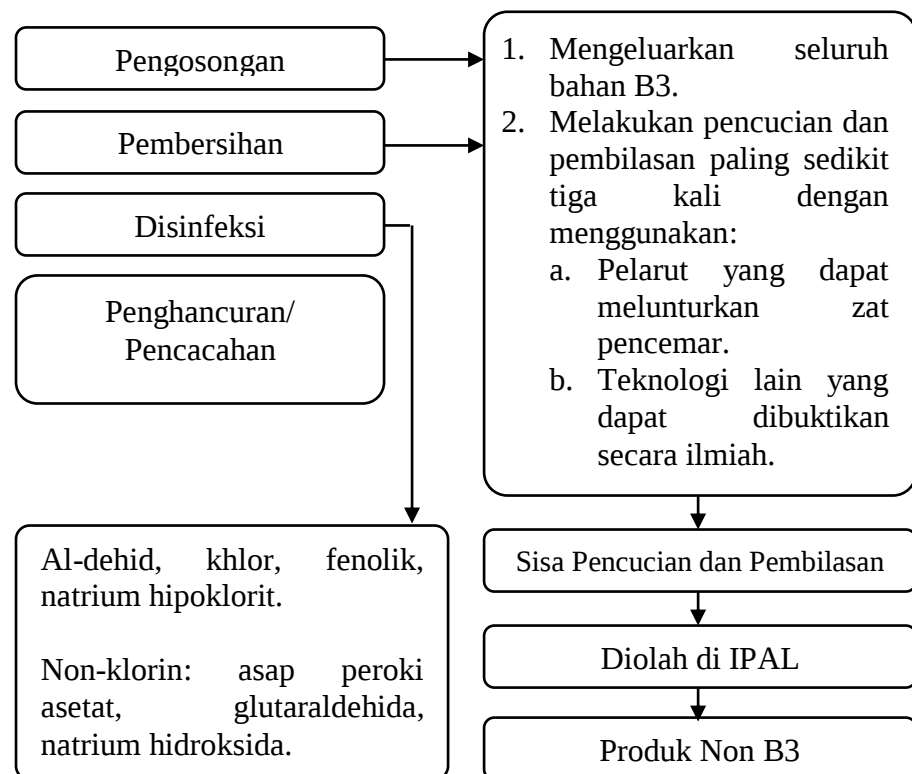
Kegiatan daur ulang limbah medis bertujuan untuk menghindarkan terbuangnya sumber daya yang berharga ke fasilitas penimbunan akhir (*landfill*). Dalam Permen LHK Nomor 56 Tahun 2015 pasal 38, menyebutkan bahwa untuk kegiatan pengelolaan limbah B3 yang melakukan pengolahan sendiri seperti :

- 1) Kemasan bekas B3;
- 2) Sduit bekas;

- 3) Botol infus bekas selain infus darah dan/atau cairan tubuh, dan bekas kemasan cairan hemodialisis tidak diwajibkan memiliki izin pengelolaan limbah B3.

Limbah bekas peralatan medis sangat memungkinkan untuk di daur ulang seperti masker medis, botol infus, sarung tangan lateks hingga APD. Hal ini dikarenakan sebagian besar peralatan medis terbuat dari plastik, silicon, dan *stainless steel*, maka limbah medis bisa diminimalisasi dengan daur ulang. Namun, dalam pengelolaannya berbeda dengan proses daur ulang limbah domestik karena dalam limbah medis ada risiko penyebaran penyakit.

Pengelolaan daur ulang limbah medis B3 tersebut dapat diolah dengan teknik pengelolaan yaitu pengosongan, pembersihan, disinfeksi, dan penghancuran atau pencacahan.



Gambar 2.1 Alur Pengolahan Limbah Medis dengan Daur Ulang
(*recycle*)
(Fikri dan Kartika, 2019)

Sebagai contoh, dalam penelitian yang dilakukan oleh Safitri, *et al.*, (2024) untuk melakukan daur ulang limbah medis yaitu dari botol bekas infus melalui 4 tahapan mulai dari proses pengosongan, pembersihan, disinfeksi, dan penghancuran atau pencacahan hingga berukuran 8,00-15,00 mm agar dapat digunakan kembali sebagai bahan baku produk plastik daur ulang. Hasil akhir proses daur ulang tersebut menghasilkan biji plastik sebagai bahan dasar plastik yang dapat diproses dan diolah menjadi produk bahan plastik seperti pot, bak sampah, kantong plastik, dan bahkan dijadikan botol infus yang baru. Proses pembuatan produk dari biji plastik tersebut dapat dilakukan kerja sama dengan pihak ketiga untuk diolah lebih lanjut.

2. Pemilahan

Pemilahan limbah merupakan tahapan penting dalam pengelolaan limbah medis B3. Pemilahan pada sumber penghasil limbah adalah tanggung jawab penghasil limbah itu sendiri. Pemilahan harus dilakukan sedekat mungkin dengan sumber limbah dan harus tetap dilakukan selama penyimpanan, pengumpulan, dan pengangkutan. Adapun beberapa alasan penting untuk dilakukan pemilahan limbah yaitu sebagai berikut:

- a. Pemilahan akan mengurangi jumlah limbah yang harus dikelola sebagai limbah B3 atau sebagai limbah medis karena limbah non infeksius telah dipisahkan.

- b. Pemilahan akan mengurangi limbah karena akan menghasilkan alur limbah padat (*solid waste stream*) yang mudah, aman, efektif biaya untuk daur ulang, pengomposan, atau pengelolaan selanjutnya.
- c. Pemilahan akan mengurangi jumlah limbah B3 yang terbuang bersama limbah non B3 ke media lingkungan. Sebagai contoh adalah memisahkan merkuri, sehingga tidak terbuang bersama limbah non B3 lainnya.
- d. Pemilahan akan memudahkan untuk dilakukannya penilaian terhadap jumlah dan komposisi berbagai alur limbah (*waste stream*), sehingga memungkinkan fasilitas pelayanan kesehatan memiliki basis data, mengidentifikasi dan memilih upaya pengelolaan limbah sesuai biaya, dan melakukan penilaian terhadap efektivitas strategi pengurangan limbah. (Kementerian LHK RI, 2015).

3. Pewadahan

Dalam melakukan pemilahan limbah medis padat B3 di fasilitas pelayanan kesehatan, maka perlu memperhatikan pewadahan limbah yang dihasilkan sesuai dengan jenis limbahnya. Dalam pelaksanaan pewadahan limbah, minimal ada 3 wadah limbah untuk jenis limbah berbeda yaitu benda tajam seperti jarum suntik, limbah infeksius, dan botol infus/plastik kemasan. Adapun persyaratan wadah untuk pewadahan limbah B3 di ruangan sumber yaitu harus ditempatkan pada tempat/wadah khusus yang kuat 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 (Kemenkes RI, 2023).

Sementara itu, untuk pewadahan limbah B3 di ruangan sumber menurut Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 yaitu sebagai berikut:

- a. Terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, anti karat, terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan, dan dilengkapi penutup;
- b. Di lokasi yang tidak mudah dijangkau sembarang orang;
- c. Dilengkapi tulisan limbah B3 dan simbol;
- d. Dilakukan pembersihan secara periodik.

Untuk pewadahan limbah benda tajam, menurut Permen LHK nomor 56 tahun 2015 menyebutkan bahwa wadah yang digunakan harus tahan terhadap tusukan atau goresan, biasanya terbuat dari logam atau plastik padat atau apabila tidak tersedia bisa menggunakan kotak karton, dilengkapi dengan penutup, wadah bersifat kuat dan kedap untuk menampung benda tajam dan sisa-sisa cairan dari penyuntik (*syringe*), wadah tidak mudah dibuka atau dirusak (untuk menghindari penyalahgunaan).



Wadah Limbah Infeksius



Wadah Limbah Infeksius Tajam

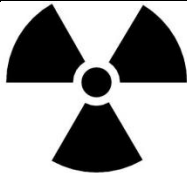


Gambar 2.2 Pewadahan Limbah
(slideshare.net)

Dalam tahapan pewadahan, limbah B3 dari hasil kegiatan fasyankes umumnya disimpan dalam wadah plastik padat dan diberi plastik limbah atau wadah dengan standar tertentu seperti wadah anti bocor. Selain itu, limbah B3 harus disimpan dalam wadah dengan label dan simbol yang jelas. Adapun jenis wadah dan label atau simbol limbah B3 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Jenis Wadah dan Label Limbah Medis Padat Sesuai Kategori

No	Kategori	Warna Kontainer	Lambang	Kemasan
1	Limbah infeksius, patologi, dan benda tajam	Kuning		Kantong plastik kuat, anti bocor atau kontainer
2	Limbah bahan kimia kedaluwarsa, tumpahan atau	Cokelat	-	Kantong plastik kuat, anti bocor atau kontainer

No	Kategori	Warna Kontainer	Lambang	Kemasan
	sisa kemasan dan limbah farmasi			
3	Limbah Radioaktif	Merah		Kantong boks timbal (Pb) dengan simbol radioaktif
4	Limbah Sitotoksik	Ungu		Kontainer plastik kuat dan anti bocor
5	Limbah mengandung logam berat	Cokelat		Kontainer plastik kuat dan anti bocor
6	Limbah Kontainer Bertekanan Tinggi			Kantong plastik

Sumber: Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023

4. Pengangkutan

Pengangkutan yang tepat merupakan bagian yang penting dalam pengelolaan limbah dari kegiatan fasyankes. Dalam pelaksanaannya dan sebagai upaya untuk mengurangi risiko terhadap personil pelaksana, maka diperlukan pelibatan dari seluruh bagian fasyankes yaitu perawatan dan pemeliharaan fasilitas pengelolaan limbah fasyankes, bagian *housekeeping*, maupun kerja sama antar personil pelaksana.

Pengangkutan limbah medis B3 di fasilitas pelayanan kesehatan terdiri dari 2 bagian, yaitu pengangkutan insitu (pengangkutan dari ruangan sumber ke tempat penyimpanan sementara) dan pengangkutan

eksitu (pengangkutan dari tempat penyimpanan sementara ke tempat pengolahan akhir).

a. Pengangkutan Insitu

Berdasarkan Permenkes nomor 2 tahun 2023 disebutkan beberapa persyaratan terkait penanganan pengangkutan limbah medis padat B3, diantaranya:

- 1) Persyaratan teknis alat angkut (troli) limbah B3 sebagai berikut:
 - a) Terbuat dari bahan yang kuat, cukup ringan, kedap air, anti karat, dan dilengkapi penutup dan beroda.
 - b) Disimpan di TPS limbah B3 dan dapat dipakai ketika digunakan untuk mengambil dan mengangkut limbah B3 di ruangan sumber.
 - c) Dilengkapi tulisan Limbah B3 dan simbol B3 dengan ukuran dan bentuk sesuai standar di dinding depan kereta angkut.
 - d) Dilakukan pembersihan kereta angkut secara periodik dan berkesinambungan.
 - e) Untuk fasilitas pelayanan yang lingkupnya kecil dan tidak memungkinkan menggunakan alat angkut (troli), dapat diangkut secara manual dengan tetap menjamin keamanannya.
- 2) Pengangkutan limbah B3 dari ruangan sumber ke TPS menggunakan jalur (jalan) khusus yang tidak dilalui banyak orang atau barang. Apabila tidak memungkinkan menggunakan jalur

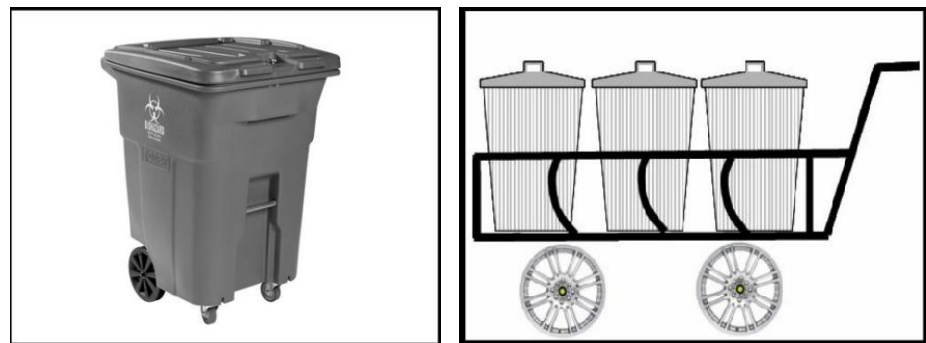
khusus dapat diangkut pada saat jam pelayanan selesai/kunjungan sepi untuk meminimalisasi limbah kontak dengan orang.

- 3) Pengangkutan limbah B3 dari ruangan sumber ke TPS limbah B3 dilakukan oleh petugas yang sudah mendapatkan pelatihan penanganan limbah B3 dan petugas harus menggunakan pakaian dan alat pelindung diri yang memadai.
- 4) Pengangkutan limbah B3 dari ruangan sumber ke TPS B3 dilakukan pengumpulan limbah terlebih dahulu. Pengumpulan limbah dari sumber dilakukan setelah kantong limbah terisi $\frac{3}{4}$ (tiga perempat penuh) dari volume maksimal atau paling lama 1 hari (24 jam). Kantong limbah harus ditutup atau diikat dengan kuat membentuk kepang tunggal, dan dilarang mengikat dengan model “telinga kelinci”. Setiap pemindahan kantong atau wadah harus segera diganti dengan kantong atau wadah yang baru.

Pengangkutan insitu yang dilakukan di fasilitas pelayanan kesehatan dapat menggunakan alat angkut tertutup beroda seperti troli atau wadah tertutup lainnya menuju tempat penyimpanan sementara (TPS). Pengangkutan limbah tersebut yaitu melalui jalur khusus dan waktu khusus, tidak bersinggungan langsung dengan jalur pengangkutan bahan makanan atau linen bersih. Selain itu, tenaga pengangkut harus menggunakan alat pelindung diri sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja.

Dalam pelaksanaannya, terdapat beberapa spesifikasi yang harus dipenuhi terhadap alat pengangkutan limbah, sebagai berikut:

- 1) Mudah dilakukan bongkar-muat limbah;
- 2) Troli atau wadah yang digunakan tahan terhadap goresan benda tajam; dan
- 3) Mudah dibersihkan. Alat pengangkutan limbah harus dibersihkan dan dilakukan disinfeksi setiap hari menggunakan disinfektan yang tepat.



Gambar 2.3 Contoh Troli Pengangkutan Insitu
(Kementerian LHK RI, 2015)

b. Simbol dan Label pada Alat Angkut

Simbol dan label limbah medis padat B3 merupakan dua hal yang berbeda. Menurut Permen LHK nomor 56 tahun 2015 menyebutkan bahwa simbol adalah gambar yang menyatakan karakteristik limbah B3, sedangkan label adalah tulisan yang menunjukkan karakteristik dan jenis limbah B3. Sementara itu menurut Fikri dan Kartika (2019), label merupakan keterangan informasi berbentuk tulisan yang berisi nama penghasil, alamat penghasil, waktu pengemasan, jumlah dan karakteristik limbah tersebut.

Setiap alat angkut limbah B3 di darat dan setiap wadah (*container*) wajib diberi simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3. Jenis simbol yang dipasang harus sesuai dengan karakteristik limbah yang dikemasnya. Jika suatu limbah memiliki karakteristik limbah lebih dari satu, maka simbol yang dipasang adalah simbol dari karakteristik yang dominan, sedangkan jika terdapat lebih dari satu karakteristik dominan (predominan), maka wadah harus ditandai dengan simbol karakteristik masing-masing yang dominan.



Gambar 2.4 Gambar Simbol Limbah B3
(Kementerian LHK RI, 2015)

Selain simbol karakteristik limbah B3, setiap wadah atau kemasan limbah B3 wajib diberikan label seperti berikut:

PERINGATAN !			
LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN			
PENGHASIL	:		
ALAMAT	:		
	TELP.	:	FAX. :
NOMOR PENGHASIL	:		
TGL. PENGEMASAN	:		
JENIS LIMBAH	:		
KODE LIMBAH	:		
JUMLAH LIMBAH	:		
SIFAT LIMBAH	:		NOMOR :

Gambar 2.5 Label Identitas Limbah B3
(Kementerian LHK RI, 2015)

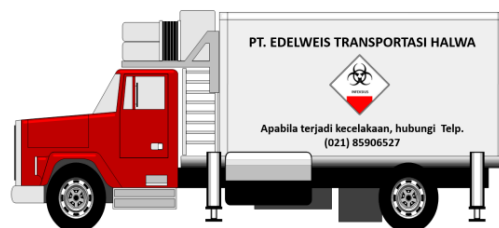
Bergantung pada jenis dan karakteristik limbah B3, maka beberapa wadah atau kemasan limbah B3 yang biasa digunakan antara lain: drum baja, wadah *fleksibel*, *hopper*, drum plastik, tangki, dan jumbo *bag*.



Gambar 2.6 Contoh Pemberian Simbol dan Label pada Wadah atau Kemasan Drum
(Kementerian LHK RI, 2015)

Untuk alat angkut darat limbah B3, pemberian simbol wajib memenuhi persyaratan:

- 1) Foto alat angkut berwarna (*colour*) dari depan, belakang, kiri, dan kanan;
- 2) Terlihat identitas nama kendaraan (nama perusahaan);
- 3) Nomor telepon perusahaan wajib tercantum permanen (nomor yang dapat dihubungi apabila terjadi kecelakaan).



Gambar 2.7 Contoh Pemberian Simbol pada Mobil Box
(Kementerian LHK RI, 2015)



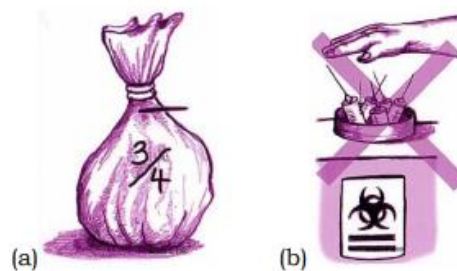
Gambar 2.8 Contoh Pemberian Simbol pada Alat Angkut Roda Tiga
(Kementerian LHK RI, 2015)

5. Penyimpanan

Penyimpanan limbah B3 dapat dilakukan dengan baik dan benar apabila telah dilakukan pemilahan yang baik dan benar sesuai warna kemasan, label, dan simbolnya. Limbah B3 harus disimpan dalam kemasan dengan simbol dan label yang jelas, kecuali untuk limbah benda tajam dan limbah cair. Limbah B3 dari kegiatan fasyankes umumnya disimpan dalam kemasan plastik, wadah yang telah diberi plastik limbah, atau kemasan dengan standar tertentu seperti antibocor. Adapun, prinsip dasar penanganan (*handling*) limbah medis yaitu sebagai berikut:

- a. Limbah harus diletakkan dalam wadah atau kantong sesuai kategori limbah.

- b. Volume paling tinggi limbah yang dimasukkan ke dalam wadah atau kantong limbah adalah $\frac{3}{4}$ limbah dari volume, sebelum ditutup secara aman dan dilakukan pengelolaan selanjutnya.
- c. Penanganan (*handling*) limbah harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari tertusuk benda tajam, apabila limbah benda tajam tidak dibuang dalam wadah atau kantong limbah sesuai kelompok limbah.
- d. Pemadatan atau penekanan limbah dalam wadah atau kantong limbah dengan tangan atau kaki harus dihindari secara mutlak.
- e. Penanganan limbah secara manual harus dihindari, apabila hal tersebut harus dilakukan, bagian atas kantong limbah harus tertutup dan penanganannya sejauh mungkin dari tubuh.
- f. Penggunaan wadah atau kantong limbah ganda harus dilakukan, apabila wadah atau kantong limbah bocor, robek, atau tidak tertutup sempurna.



Gambar 2.9 Penanganan Limbah

- (a) Volume Paling Tinggi Pengisian Kantong Limbah Medis
 - (b) Larangan Pemadatan Limbah Medis dengan Tangan atau Kaki
- (Kementerian LHK RI, 2015)



Gambar 2.10 Contoh Wadah untuk Limbah Infeksius
(Kementerian LHK RI, 2015)



Gambar 2.11 Contoh Wadah untuk Limbah Benda Tajam
(Kementerian LHK RI, 2015)

Penyimpanan limbah yang baik dan benar tidak hanya ditentukan oleh pemilahan yang baik dan benar saja, tetapi juga dalam penanganan pengikatan limbah yang baik dan benar, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tata Cara Penanganan dan Pengikatan Limbah Medis yang Benar

No	Foto	Keterangan
1		Hanya limbah infeksius yang boleh dimasukkan ke dalam wadah ini – limbah terkena darah atau cairan tubuh – limbah benda tajam ditempatkan pada wadah limbah benda tajam.
2		Limbah harus ditempatkan dalam wadah sesuai dengan jenis dan karakteristik limbah. Tarik plastik secara perlahan, sehingga udara dalam kantong berkurang. Jangan mendorong antong ke bawah atau melobanginya untuk mengeluarkan udara.

No	Foto	Keterangan
3		Putar ujung atas plastik untuk membentuk keping tunggal.
4		Gunakan keping plastik untuk membentuk ikatan tunggal. Dilarang mengikat dengan model “telinga kelinci”.
5		Letakkan penutup wadah dan tempat pada tempat penyimpanan sementara (atau pada lokasi pengumpulan internal).

Sumber: (Kementerian LHK RI, 2015)

Tabel 2.3 Tata Cara Penanganan dan Pengikatan Limbah Medis yang Salah

No	Foto	Keterangan
1		Kantong limbah tidak boleh dibiarkan terbuka.
2		Kantong limbah tidak boleh diikat model “telinga kelinci”.
3		Kantong limbah tidak boleh diikat dengan selotip atau sejenisnya.

Sumber: (Kementerian LHK RI, 2015)

Penyimpanan limbah B3 yang dihasilkan dari fasyankes oleh penghasil limbah B3 sebaiknya dilakukan pada bangunan terpisah dari bangunan utama fasyankes. Apabila tidak tersedia bangunan terpisah, penyimpanan limbah B3 dapat dilakukan pada fasilitas atau ruangan khusus yang berada di dalam bangunan fasyankes, apabila:

- a. Kondisi tidak memungkinkan untuk dilakukan pembangunan tempat penyimpanan secara terpisah dari bangunan utama fasyankes;
- b. Akumulasi limbah yang dihasilkan dalam jumlah relatif kecil;
- c. Limbah dilakukan pengolahan lebih lanjut dalam waktu kurang dari 48 jam sejak limbah dihasilkan. (Kementerian LHK RI, 2015)

Adapun persyaratan fasilitas penyimpanan limbah B3 (TPS B3 sementara) menurut Permen LHK nomor 56 tahun 2015, yaitu sebagai berikut:

- a. Lantai kedap (*impermeable*), berlantai beton atau semen dengan sistem drainase yang baik, serta mudah dibersihkan dan dilakukan disinfeksi.
- b. Tersedia sumber air atau keran air untuk pembersihan.
- c. Mudah diakses untuk penyimpanan limbah.
- d. Dapat dikunci untuk menghindari akses oleh pihak yang tidak berkepentingan.
- e. Mudah diakses oleh kendaraan yang akan mengumpulkan atau mengangkut limbah.

- f. Terlindungi dari sinar matahari, hujan, angin kencang, banjir, dan faktor lain yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau bencana kerja.
- g. Tidak dapat diakses oleh hewan, serangga, dan burung.
- h. Dilengkapi dengan ventilasi dan pencahayaan yang baik dan memadai.
- i. Berjarak jauh dari tempat penyimpanan atau penyiapan makanan.
- j. Peralatan pembersihan, pakaian pelindung, dan wadah atau kantong limbah harus diletakkan sedekat mungkin dengan lokasi fasilitas penyimpanan.
- k. Dinding, lantai, dan langit-langit fasilitas penyimpanan senantiasa dalam keadaan bersih, termasuk pembersihan lantai setiap hari.



Gambar 2.12 Contoh Ruang Pendingin untuk Penyimpanan Limbah B3 seperti Limbah Infeksius, Benda Tajam, dan/atau Patologis (Kementerian LHK RI, 2015)

Sementara itu, dalam Permenkes nomor 2 tahun 2023, disebutkan beberapa cara penyimpanan limbah medis B3 yaitu sebagai berikut:

- a. Cara penyimpanan limbah B3 harus dilengkapi dengan SPO dan dapat dilakukan pemutakhiran/revisi bila diperlukan.
- b. Penyimpanan sementara limbah B3 di fasilitas pelayanan kesehatan 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. Lamanya penyimpanan limbah medis kategori infeksius, patologis, benda tajam harus disimpan pada TPS dengan suhu lebih kecil atau sama dengan 0 °C dalam waktu sampai dengan 90 hari.
- e. Limbah medis kategori infeksius, patologis, benda tajam dapat disimpan pada TPS dengan suhu 3-8 °C dalam waktu sampai dengan 7 hari.
- f. Limbah medis B3 bahan kimia kedaluwarsa, tumpahan, atau sisa kemasan, radioaktif, farmasi, sitotoksik, peralatan medis yang memiliki kandungan logam berat tinggi, dan tabung gas atau kontainer bertekanan, dapat disimpan di tempat penyimpanan limbah B3 paling lama:
 - 1) 90 hari untuk limbah yang dihasilkan 50 kg/hari atau lebih, dan
 - 2) 180 hari untuk limbah yang dihasilkan kurang dari 50 kg/hari untuk limbah B3 kategori 1, sejak limbah dihasilkan.

6. Pengolahan

Pengolahan limbah B3 merupakan proses untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun dengan tujuan mengubah karakteristik biologis dan/atau kimia limbah, sehingga potensi bahayanya berkurang atau bahkan tidak ada. Dalam pelaksanaannya, berdasarkan Permen LHK nomor 56 tahun 2015 menyebutkan bahwa pengolahan limbah B3 di fasyankes dapat dilakukan pengolahan secara termal atau nontermal. Pengolahan secara termal dapat menggunakan alat berupa:

a. Autoklaf

Autoklaf adalah proses sterilisasi uap yang digunakan untuk mensterilkan peralatan atau limbah medis dari mikroorganisme dan spora. Pada dasarnya teknologi autoklaf merupakan teknologi yang mensterilisasi limbah medis sebelum akhirnya dapat dibuang dengan aman ke lingkungan sekitar. Autoklaf banyak digunakan untuk dekontaminasi limbah infeksius, tetapi pengolahan ini memiliki kelemahan yaitu konsumsi energi yang tinggi dan waktu pengoperasian yang lama persiklus disinfeksi.

Kelebihan proses ini adalah lebih efisien, ramah lingkungan dan biaya operasional yang relatif rendah. Kelemahannya hanya dapat 42 mengolah limbah dengan kuantitas yang terbatas dan jenis tertentu. (Fikri dan Kartika, 2019:53). Adapun limbah yang dilarang digunakan pada pengelolaan autoklaf yaitu limbah patologi, bahan kimia

kedaluwarsa, tumpahan, sisa kemasan, radioaktif, farmasi dan limbah sitotoksik.

b. Gelombang mikro (*microwave*)

Teknologi *microwave* mempunyai prinsip proses disinfeksi berbasis uap, di mana lebih mudah untuk disinfeksi limbah biomedis. Tujuan utama dari teknologi ini yaitu minimalisasi limbah dan pengolahan yang efektif. Teknologi sterilisasi gelombang mikro adalah metode pembuangan limbah medis non insinerasi yang ramah lingkungan.

Siklus energi gelombang mikro berada pada frekuensi yang sangat tinggi yaitu sekitar 2,45 GHz atau 2450 MHz. Siklus ini mengakibatkan air dan molekul lain dalam limbah menjadi bergetar dan menyesuaikan diri dengan pergeseran medan elektromagnetik, sehingga getaran ini menimbulkan gesekan yang menghasilkan panas. Panas dari gesekan tersebut akan mengubah air dalam limbah menjadi uap. Selain itu, panas tersebut dapat mengubah sifat protein di dinding sel mikroba dan menonaktifkan patogen. Maka dari itu, air sangat penting dalam teknik gelombang mikro.

Teknologi sterilisasi gelombang mikro menggunakan prinsip aksi komprehensif efek termal dan efek medan yang dapat dengan cepat menembus mikroorganisme dan menghasilkan panas melalui gesekan molekul internal mikroorganisme. Efek medannya menghancurkan struktur sel dan menyebabkan kematian bakteri. Efek non termal dari

gelombang mikro menghancurkan protein mikroorganisme dan mensterilkan dengan cepat dan menyeluruh (Lv *et al.*, 2019).

Gelombang mikro dapat menjadi salah satu alternatif potensial yang ramah lingkungan dalam menangani pengelolaan limbah medis. Hampir semua jenis mikroorganisme dapat dimusnahkan dengan penerapan frekuensi gelombang mikro sekitar 2450 MHz. Dalam pengoperasiannya, gelombang mikro dilakukan pada temperatur 100°C dengan waktu tinggal paling singkat 30 menit. Adapun beberapa limbah yang dilarang digunakan dalam pengelolaan gelombang mikro yaitu limbah patologis, bahan kimia kedaluwarsa, tumpahan atau sisa kemasan, radioaktif, farmasi, sitotoksik, dan peralatan medis yang memiliki kandungan logam berat tinggi.

c. Irradiasi frekuensi radio

Sterilisasi menggunakan teknologi radiasi adalah memecah molekul asam deoksiribo nukleat (ADN) organisme patogen. Teknologi radiasi ionisasi sangat efektif untuk merusak Asam Deoksiribo Nukleat (ADN), dan membutuhkan total energi yang lebih rendah dibandingkan dengan pengelolaan menggunakan teknologi termal (Herdiana, 2021).

Dalam pengoperasiannya, irradiasi frekuensi radio dilakukan pada temperatur lebih besar dari 90°C. Adapun beberapa limbah yang dilarang digunakan dalam pengelolaan irradiasi frekuensi radio yaitu patologis, bahan kimia kedaluwarsa, tumpahan, atau sisa kemasan,

radioaktif, farmasi, dan limbah sitotoksik (Kementerian LHK RI, 2015).

d. Insinerator

Insinerator merupakan alat yang digunakan untuk membakar limbah dalam bentuk padat dan dioperasikan dengan memanfaatkan teknologi pembakaran pada suhu tertentu. Teknologi ini menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi timbunan limbah karena melibatkan pembakaran dengan suhu tinggi, energi panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan menjadi sumber listrik (Tami, 2021).

Insinerator merupakan teknologi pengelolaan limbah medis yang dapat mengolah hampir semua limbah bahan berbahaya dan beracun, tetapi teknologi ini juga memiliki batasan yaitu tidak dapat mengolah limbah radioaktif. Insinerasi merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang tujuan akhirnya adalah memusnahkan dan mereduksi volume limbah awal hingga mencapai 90% dan 75% massa limbah. Pada prinsipnya, pengolahan limbah menggunakan insinerator merubah materi padat menjadi abu dan gas.

Insinerator memiliki dua ruang bakar yaitu *primary chamber* dan *secondary chamber*.

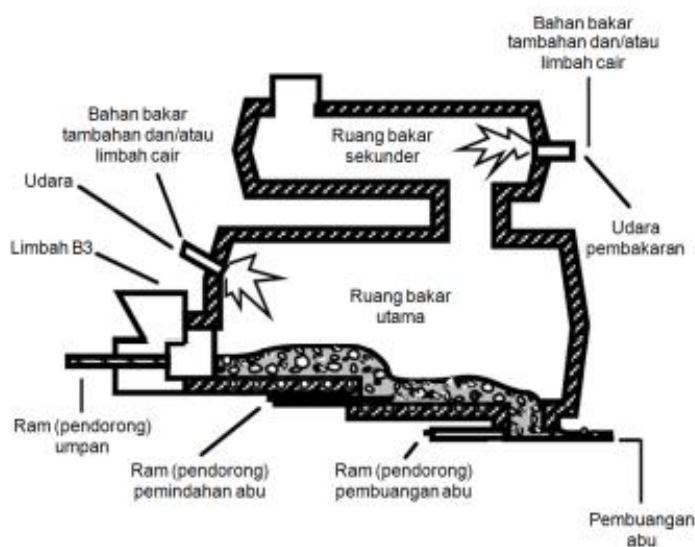
1) *Primary Chamber*

Primary chamber berfungsi sebagai lokasi pembakaran limbah. Jumlah udara ketika proses pembakaran akan diatur kurang dari yang seharusnya, sehingga material organik seperti metana (CH_4)

dan karbon monoksida (CO) bisa terdegradasi. Adapun temperatur dalam *primary chamber* ini berkisar antara 600-800 °C. Setelah proses pembakaran selesai, padatan sisa tak terbakar yang ditemukan yaitu seperti logam, arang, kaca serta abu. Sementara itu, gas hasil pembakaran yang tidak dapat dikelola di *primary chamber* akan dilanjutkan di *secondary chamber*.

2) *Secondary Chamber*

Pembakaran di *secondary chamber* memiliki temperatur antara 800-1000 °C lebih tinggi dari *primary chamber*. Hal ini, memungkinkan gas-gas berbahaya yang tidak terurai sebelumnya dapat terurai menjadi karbon dioksida (CO₂) dan hidrogen (H₂O).



Gambar 2.13 Contoh Insinerator Tipe Statis
(Kementerian LHK RI, 2015)

Sementara itu, pengolahan secara nontermal diantaranya:

a. Enkapsulasi

Pada prinsipnya, proses enkapsulasi melakukan solidifikasi terhadap limbah untuk menghindari terjadinya pelindian dan menghilangkan risiko limbah diakses oleh organisme pemulung (*scavengers*). Pengolahan ini dilakukan dengan cara memasukkan limbah sebanyak 2/3 dari volume wadah dan selanjutnya ditambahkan material immobilisasi sampai penuh sebelum wadahnya ditutup dan dikungkung. Material immobilisasi dapat berupa pasir bituminus dan/atau semen. Wadah yang dapat digunakan yaitu berupa *high density polyethylene* (HDPE) atau drum logam.

Limbah yang dilakukan enkapsulasi dapat berupa limbah benda tajam, abu terbang (*fly ash*) dan/atau abu dasar (*bottom ash*) dari insinerator sebelum akhirnya hasil enkapsulasi tersebut ditimbun di fasilitas:

- 1) Penimbunan saniter (*sanitary landfill*)
- 2) Penimbunan terkontrol (*controlled landfill*)
- 3) Penimbunan akhir (*landfill*)

Pada kondisi darurat seperti penanggulangan bencana, enkapsulasi dapat dilakukan pada limbah farmasi dengan prosedur sebagaimana yang telah disampaikan sebelumnya.



Gambar 2.14 Contoh Enkapsulasi Limbah B3 dengan Semen
(Kementerian LHK RI, 2015)

b. Inertisasi

Inertisasi adalah proses solidifikasi limbah menggunakan semen dan material lainnya sebelum limbah ditimbun di fasilitas penimbunan saniter (*sanitary landfill*), penimbunan terkontrol (*controlled landfill*), penimbunan akhir (*landfill*) limbah B3. Metode pengolahan ini dapat dilakukan terhadap limbah abu/residu hasil pembakaran insinerator.

Contoh komposisi untuk proses inertisasi ini yaitu mencampurkan antara abu/residu hasil pembakaran insinerator (*fly ash* dan/atau *bottom ash*), pasir dan semen portland dengan perbandingan 3:1:2 (tiga banding satu banding dua) (Kementerian LHK RI, 2015).

c. Disinfeksi kimiawi

Disinfeksi kimia merupakan penggunaan bahan kimia seperti senyawa aldehida, klor, fenolik, dan lain sebagainya untuk membunuh atau inaktivasi patogen pada limbah medis. Pengolahan ini adalah salah

satu cara yang tepat untuk melakukan pengolahan limbah seperti darah, urin, air limbah, dan limbah infeksius yang mengandung patogen (Kementerian LHK RI, 2015).

Bahan kimia yang umumnya digunakan untuk disinfeksi kimia yaitu natrium hipoklorit (NaOCl) sebesar 3-6% yang cukup efektif untuk membunuh bakteri, jamur, virus, dan mengendalikan bau limbah infeksius. Keuntungan metode disinfeksi kimia adalah konsentrasi efektif yang rendah, kinerja yang stabil, tindakan yang cepat dan luas. Akan tetapi, disinfektan kimia bersifat racun bagi manusia dan proses sterilisasi memiliki persyaratan suhu dan nilai pH yang ketat (Giakoumakis *et al.*, 2021, Ilyas *et al.*, 2020). Oleh karena itu, metode pengolahan ini hanya dapat digunakan apabila tidak terdapat fasilitas pengolahan limbah medis lainnya dikarenakan penggunaan bahan kimia dapat menyebabkan perlunya pengelolaan lebih lanjut terhadap limbah hasil pengolahannya.

Sedangkan berdasarkan Permenkes nomor 2 tahun 2023, pengolahan limbah B3 di fasilitas pelayanan kesehatan dibedakan menjadi 2 proses pengolahan yaitu pengolahan internal dan eksternal.

a. Pengolahan Internal

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*) dan telah mendapatkan izin operasional seperti autoklaf, gelombang mikro

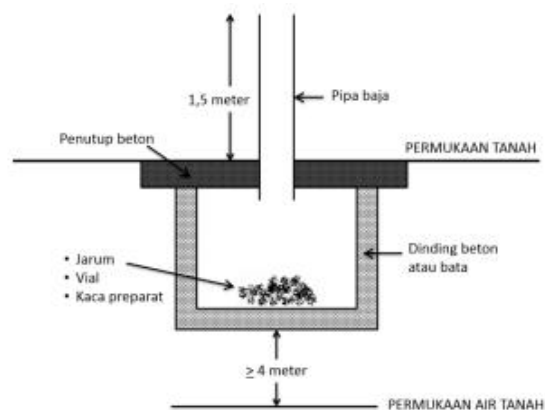
(*microwave*), penguburan, enkapsulasi, inertisasi yang dilaksanakan sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Adapun pengolahan secara internal salah satunya yaitu penguburan. Penguburan limbah B3 merupakan cara penanganan khusus terhadap limbah medis seperti limbah patologis dan benda tajam, apabila pada lokasi dihasilkannya limbah tidak tersedia alat pengolahan limbah B3 berupa insinerator, maka dapat dilakukan pengelolaan dengan cara penguburan. Penguburan limbah tersebut hanya dapat dilakukan oleh penghasil limbah, yaitu fasilitas pelayanan kesehatan.

Pada kondisi darurat seperti untuk penanggulangan keadaan bencana di mana tidak dimungkinkan untuk melakukan pengelolaan limbah B3 sebagaimana mestinya, penguburan dapat dilakukan pula terhadap limbah infeksius setelah dilakukan disinfeksi sebelumnya. Adapun beberapa persyaratan penguburan limbah B3 yang harus dipenuhi, diantaranya:

- 1) Lokasi kuburan limbah hanya dapat diakses oleh petugas.
- 2) Lokasi kuburan limbah harus berada di daerah hilir sumur atau badan air lainnya.
- 3) Lapisan bawah kuburan limbah harus dilapisi dengan lapisan tanah penghalang berupa tanah liat yang dipadatkan dengan ketebalan paling rendah 20 cm untuk penguburan limbah patologi.

- 4) Limbah yang dapat dilakukan penguburan hanya limbah medis berupa jaringan tubuh manusia, bangkai hewan uji, dan/atau limbah benda tajam (jarum, *syringe*, dan vial).
 - 5) Tiap lapisan limbah harus ditutup dengan lapisan tanah untuk menghindari bau serta organisme vektor penyakit lainnya.
 - 6) Kuburan limbah harus dilengkapi dengan pagar pengaman dan diberikan tanda peringatan.
 - 7) Lokasi kuburan limbah harus dilakukan pemantauan secara rutin.
- (Kementerian LHK RI, 2015).



Gambar 2.15 Sketsa Fasilitas Penguburan Limbah Benda Tajam
(Kementerian LHK RI, 2015)



Gambar 2.16 Sketsa Fasilitas Penguburan Limbah Patologi dengan
Dimensi Ukuran 1,8m x 1m x 1m
(Kementerian LHK RI, 2015)

b. Pengolahan Eksternal

Pengolahan secara eksternal dilakukan melalui kerja sama dengan pihak pengolah atau penimbun limbah B3 yang telah memiliki izin dan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Kerja sama tersebut dilakukan secara terintegrasi yang dituangkan dalam satu nota kesepakatan antara pihak rumah sakit, pengangkut (transporter), dan pengolah limbah. Menurut Permenkes nomor 18 tahun 2020 menyebutkan bahwa pengelolaan limbah medis secara eksternal dilakukan oleh pengelola melalui beberapa tahapan yaitu pengangkutan eksternal/eksitu, pengumpulan, pengolahan, dan penimbunan.

Pengangkutan limbah B3 eksitu dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Cara pengangkutan limbah B3 harus dilengkapi dengan SPO dan dapat dilakukan pemutakhiran secara berkala dan berkesinambungan.
- 2) Pengangkutan limbah B3 harus dilengkapi dengan perjanjian kerja sama secara *three parted*.
- 3) Fasyankes harus memastikan bahwa:
 - a) Pihak pengangkut dan pengolah/penimbun limbah B3 memiliki perizinan yang lengkap sesuai dengan jenis limbah yang dapat diolah/diangkut.

- b) Jenis kendaraan dan nomor polisi kendaraan pengangkut limbah B3 yang digunakan harus sesuai dengan yang tercantum dalam perizinan.
- c) Setiap pengiriman limbah B3 dari fasyankes ke pihak pengolah/penimbun harus disertakan manifest limbah B3 yang ditandatangani dan stempel oleh pihak fasyankes, pengangkut, dan pengolah/penimbun limbah B3 dan diarsip oleh fasyankes.
- d) Ditetapkan jadwal tetap pengangkutan limbah B3 oleh pihak pengangkut limbah B3.
- e) Kendaraan angkut limbah B3 yang digunakan layak pakai, dilengkapi simbol limbah B3, dan nama pihak pengangkut limbah B3.

(Kemenkes RI, 2023).

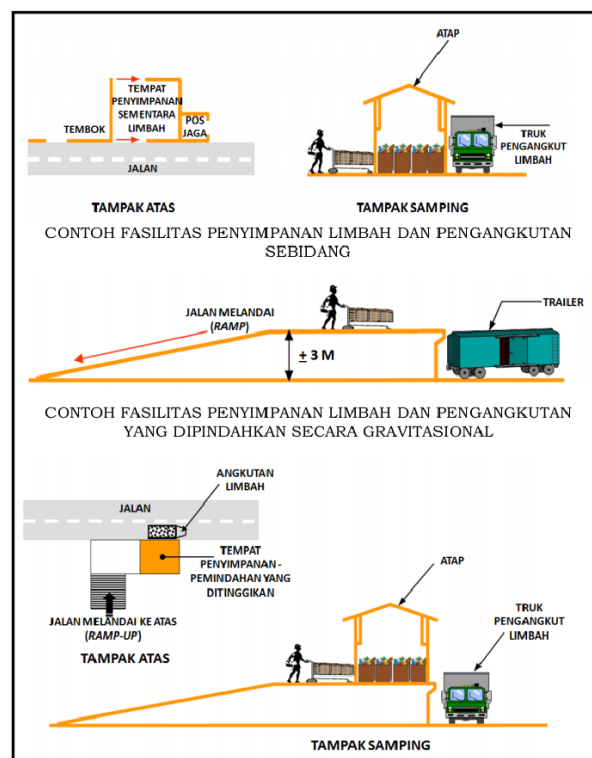
Pengangkutan eksitu limbah medis B3 dari tempat penyimpanan sementara (TPS) ke tempat pengumpulan (depo) dapat dilakukan dengan menggunakan kendaraan bermotor 2 (dua), 3 (tiga) atau 4 (empat). Pengangkutan limbah medis tersebut harus dilengkapi dengan surat jalan dan berita acara sesuai dengan ketentuan yang diatur oleh instansi lingkungan hidup.

Sementara itu, untuk pengangkutan secara langsung dari TPS di fasyankes atau tempat pengumpulan (depo) ke tempat pengolahan akhir dilakukan oleh unit/badan usaha atau pihak ke-3 yang berizin dengan menggunakan kendaraan bermotor roda 4 (empat) atau lebih.

Pengangkutan limbah medis tersebut harus dilengkapi dengan manifest sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.



Gambar 2.17 Contoh Tata Letak Rute Sistem Pengumpulan Limbah dari Kegiatan Fasyankes (Kementerian LHK RI, 2015)



Gambar 2.18 Contoh Fasilitas Penyimpanan dan Tempat Pemindahan Limbah ke Alat Pengangkutan (Eksitu) (Kementerian LHK RI, 2015)

Adapun salah satu tahapan pengolahan secara eksternal yaitu penimbunan. Penimbunan limbah B3 adalah kegiatan menempatkan limbah B3 pada fasilitas penimbunan dengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup (Kementerian LHK RI, 2015). Penimbunan limbah B3 dilakukan oleh penghasil limbah B3 terhadap limbah B3 yang dihasilkannya berupa abu terbang insinerator dan *slag* atau abu dasar insinerator. Penimbunan limbah B3 tersebut hanya dapat dilakukan di fasilitas penimbunan:

- 1) Penimbunan saniter (*sanitary landfill*),
- 2) Penimbunan terkendali (*controlled landfill*), dan
- 3) Penimbunan akhir limbah B3 yang memiliki izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan penimbunan limbah B3.

Sebelum dilakukan penimbunan di fasilitas penimbunan, limbah B3 wajib dilakukan enkapsulasi dan/atau inertisasi terlebih dahulu (Kementerian LHK RI, 2015).

Tujuan dari penimbunan limbah medis B3 di tempat penimbunan adalah untuk menampung dan mengisolasi limbah medis yang sudah tidak dimanfaatkan lagi dan menjamin perlindungan kesehatan manusia dan lingkungan dalam jangka waktu yang panjang. Selain itu, lokasi bekas penimbunan limbah medis B3 harus ditangani dengan baik untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Tempat atau lokasi yang diperuntukkan khusus sebagai tempat penimbunan (*secure*

landfill) limbah medis di desain sesuai dengan persyaratan penimbunan limbah B3 yang mempunyai sistem pengumpulan dan pengolahan limbah (Annisa, 2020).

D. Perlindungan Personel

Kegiatan pengelolaan limbah B3 dari fasilitas pelayanan kesehatan berpotensi membahayakan kesehatan pada manusia termasuk pekerja. Oleh karena itu, perlindungan diri untuk pencegahan cedera sangat penting bagi semua pekerja di setiap tahapan kegiatan pengelolaan limbah B3 (Kementerian LHK RI, 2015). Adapun kegiatan yang dapat dilakukan sebagai upaya perlindungan personel untuk pengelola limbah yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri (APD) merupakan jenis pakaian khusus atau peralatan yang digunakan petugas untuk menjaga diri dari bahaya fisik, kimia, biologi dan infeksius. Tujuan pemakaian APD adalah untuk melindungi kulit dan membran mukosa dari risiko paparan darah, cairan tubuh, sekret, ekskreta, kulit yang tidak utuh dan selaput lendir dari pasien ke petugas maupun sebaliknya (Permenkes RI, 2017).

Alat pelindung diri harus diberikan kepada semua pekerja yang bertanggung jawab atas pengelolaan limbah medis rumah sakit yaitu helm dengan/ tanpa penutup wajah, masker wajah untuk petugas limbah dan masker debu untuk petugas insinerator, kacamata pengaman, pakaian terusan atau pakaian lengan panjang, celemek/apron, sepatu boot, dan sarung tangan dengan berbagai macam ukuran, steril dan nonsteril,

termasuk lateks berat, vinil, kulit kedap air dan bahan tahan tusukan lainnya (Pruss, 2005: 152 dalam Herdiana, (2021).

		
helm	Sarung Tangan	Masker
		
Pelindung Mata	Sepatu safety	Baju safety

Gambar 2.19 Contoh Alat Pelindung Diri Limbah Medis B3
(Sumber: <https://sib3pop.menlhk.go.id/articles/view?slug=pengangkutan-b3>)



Gambar 2.20 Contoh Cara Berpakaian Petugas Pengelola Limbah Medis B3
(Annisa, 2020)

2. Higiene Perseorangan

Higiene perseorangan atau kebersihan diri (*personal hygiene*) merupakan suatu upaya untuk memelihara kebersihan dan kesehatan diri secara fisik dan psikis. Hal ini penting untuk dilakukan guna mengurangi risiko dari penanganan limbah di fasilitas pelayanan kesehatan seperti fasilitas mencuci tangan (dengan air hangat mengalir, sabun, dan alat pengering) atau cairan antiseptik yang diletakkan di tempat yang mudah dijangkau dan harus tersedia bagi petugas.

3. Praktik Penanganan

Praktik penanganan limbah yang baik turut berkontribusi dalam mengurangi risiko yang dihadapi petugas pengelola limbah yang dihasilkan fasilitas pelayanan kesehatan.

4. Keamanan Sitotoksik

Terdapat tindakan untuk meminimalisasi pajanan terhadap limbah sitotoksik, diantaranya:

- a. Terdapat POS (Prosedur Operasional Standar) yang menjelaskan metode kerja yang aman untuk setiap proses.
- b. Lembar *Material Safety Data Sheet* (MSDS) untuk memberi informasi mengenai bahan berbahaya, efeknya, dan cara penanggulangannya bila terjadi kedaruratan.
- c. Prosedur Operasional Standar Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K).
- d. Pelatihan bagi petugas yang menangani obat-obat sitotoksik.

e. Memiliki peralatan penanganan tumpahan limbah sitotoksik.

(Kementerian LHK RI, 2015).

5. Program Kesehatan

Rumah sakit yang melaksanakan prosedur pengelolaan limbah perlu melakukan pembentukan program kesehatan kerja yang efektif seperti imunisasi, pengobatan profilaktik pasca pajanan, dan surveilans kesehatan (Pruss *et al.*, 2005:151 dalam Herdiana, (2021).

a. Imunisasi

Adanya kemungkinan tertular bahan infeksius pasien terhadap petugas limbah berpotensi cukup tinggi. Oleh karena itu, semua petugas yang menangani limbah perlu diberikan imunisasi seperti imunisasi hepatitis A, imunisasi tetanus, dan imunisasi tipoid (Pruss *et al.*, 2005:153 dalam Herdiana, (2021).

b. Pemeriksaan kesehatan khusus (*medical check up*) sekali secara rutin minimal dua tahun

c. Pemberian makanan tambahan minimal dua tahun sekali

6. Pelatihan Petugas

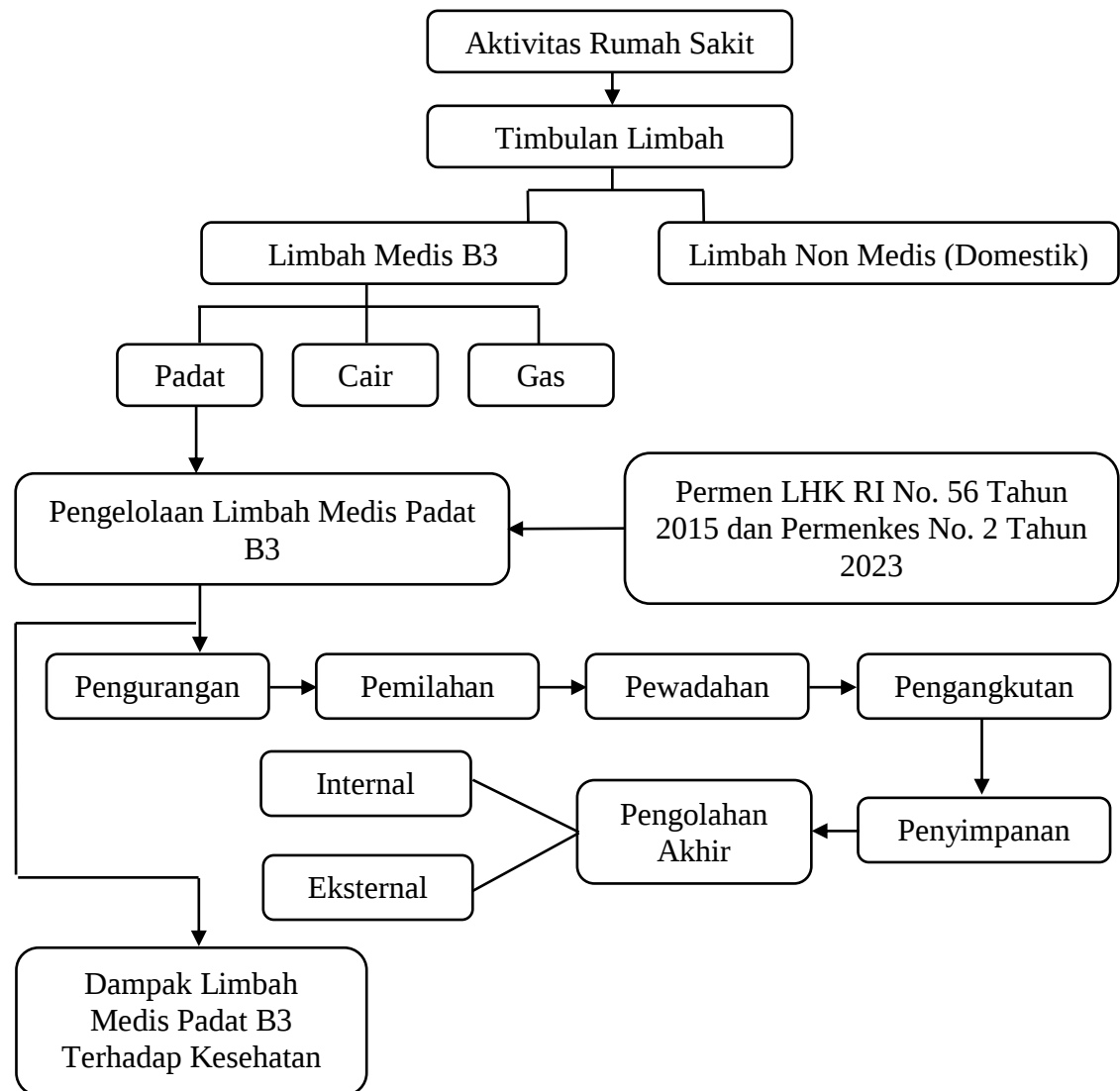
Tujuan pokok diadakannya pelatihan adalah untuk menggugah kesadaran terhadap permasalahan kesehatan, keselamatan, dan lingkungan yang berkaitan dengan limbah rumah sakit atau layanan kesehatan lainnya. Materi yang diberikan berupa informasi mengenai risiko yang berkaitan dengan penanganan limbah, prosedur penanganan limbah, instruksi pemakaian alat pelindung diri, dan pedoman jika terjadi keadaan

darurat saat mengelola limbah. Pekerja yang perlu diberi pelatihan adalah semua pegawai rumah sakit, termasuk dokter senior. Aktivitas pelatihan yang berlainan harus dirancang dan ditargetkan untuk empat kategori pokok tenaga kerja rumah sakit:

- a. Manajer rumah sakit dan staf administrasi,
- b. Dokter,
- c. Perawat dan perawat pasien,
- d. Tenaga kebersihan, petugas pengolah limbah, dan staf pendukung.

(Pruss *et al.*, 2005:172 dalam Herdiana, (2021).

E. Kerangka Teori



Gambar 2.21 Kerangka Teori
(Fikri & Kartika (2019), PP Nomor 22 Tahun 2021, Permen LHK No. 56 Tahun 2015, dan Permenkes No. 2 Tahun 2023)