

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah B3**

Pengertian limbah B3 berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 101 tahun 2014 adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung B3. Sedangkan limbah B3 adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat, konsentrasinya, dan jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup, dapat mencemari dan merusakkan lingkungan hidup, dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain. Limbah B3 memiliki karakteristik mudah meledak, mudah terbakar, reaktif, beracun, infeksius, dan menyebabkan korosif.

#### **2.2 Karakteristik Limbah B3**

Karakteristik utama dari limbah B3 berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014, yaitu:

1. Mudah meledak (*explosive*)

Limbah B3 mudah meledak adalah limbah yang pada suhu dan tekanan standar yaitu 25°C (dua puluh lima derajat Celcius) atau 760 mmHg (tujuh ratus enam puluh *millimeters of mercury*) dapat meledak, melalui reaksi kimia atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitar.

2. Mudah menyala (*flammable*)

Limbah B3 bersifat mudah menyala adalah Limbah yang memiliki salah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a) Limbah berupa cairan yang mengandung alkohol kurang dari 24% (dua puluh empat persen) volume dan/atau pada titik nyala tidak lebih dari 60°C (enam puluh derajat Celcius) atau

140°F (seratus empat puluh derajat Fahrenheit) akan menyala jika terjadi kontak dengan api, percikan api atau sumber nyala lain pada tekanan udara 760 mmHg (tujuh ratus enam puluh millimeters of mercury). Pengujian sifat mudah menyala untuk limbah bersifat cair dilakukan menggunakan seta closed tester, pensky martens closed cup, atau metode lain yang setara dan termutakhir; dan/atau

- b) Limbah yang bukan berupa cairan, yang pada temperatur dan tekanan standar yaitu 25°C (dua puluh lima derajat Celcius) atau 760 mmHg (tujuh ratus enam puluh millimeters of mercury) mudah menyala melalui gesekan, penyerapan uap air atau perubahan kimia secara spontan dan jika menyala dapat menyebabkan nyala terus menerus. Sifat ini dapat diketahui secara langsung tanpa harus melalui pengujian di laboratorium.

### 3. Reaktif

Limbah B3 reaktif adalah Limbah yang memiliki salah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a) Limbah yang pada keadaan normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan. Limbah ini secara visual menunjukkan adanya antara lain gelembung gas, asap, dan perubahan warna;
- b) Limbah yang jika bercampur dengan air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap, atau asap. Sifat ini dapat diketahui secara langsung tanpa melalui pengujian di laboratorium; dan/atau
- c) Merupakan Limbah sianida, sulfida yang pada kondisi pH antara 2 (dua) dan 12,5 (dua belas koma lima) dapat menghasilkan gas, uap, atau asap beracun. Sifat ini dapat diketahui melalui pengujian Limbah yang dilakukan secara kualitatif.

### 4. Infeksius

Limbah B3 bersifat infeksius yaitu Limbah medis padat 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.

Yang termasuk ke dalam Limbah infeksius antara lain:

- a) Limbah yang berasal dari perawatan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular atau perawatan intensif dan Limbah laboratorium;
- b) Limbah yang berupa benda tajam seperti jarum suntik, perlengkapan intravena, pipet pasteur, dan pecahan gelas;
- c) Limbah patologi yang merupakan Limbah jaringan tubuh yang terbangun dari proses bedah atau otopsi;
- d) Limbah yang berasal dari pembiakan dan stok bahan infeksius, organ binatang percobaan, bahan lain yang telah diinokulasi, dan terinfeksi atau kontak dengan bahan yang sangat infeksius; dan/atau
- e) Limbah sitotoksik yaitu Limbah dari bahan yang terkontaminasi dari persiapan dan pemberian obat sitotoksik untuk kemoterapi kanker yang mempunyai kemampuan membunuh atau menghambat pertumbuhan sel hidup.

#### 5. Korosif (*Corrosive*)

Limbah B3 korosif adalah Limbah yang memiliki salah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a) Limbah dengan pH sama atau kurang dari 2 (dua) untuk Limbah bersifat asam dan sama atau lebih besar dari 12,5 (dua belas koma lima) untuk yang bersifat basa. Sifat korosif dari Limbah padat dilakukan dengan mencampurkan Limbah dengan air sesuai dengan metode yang berlaku dan jika limbah dengan pH lebih kecil atau sama dengan 2 (dua) untuk Limbah bersifat asam dan pH lebih besar atau sama dengan 12,5 (dua belas koma lima) untuk yang bersifat basa; dan/atau

- b) Limbah yang menyebabkan tingkat iritasi yang ditandai dengan adanya kemerahan atau eritema dan pembengkakan atau edema. Sifat ini dapat diketahui dengan melakukan pengujian pada hewan uji mencit dengan menggunakan metode yang berlaku.

#### 6. Beracun (*Toxic*)

Limbah B3 beracun adalah Limbah yang memiliki karakteristik beracun berdasarkan uji penentuan karakteristik beracun melalui TCLP, Uji Toksikologi LD50, dan uji sub-kronis.

##### a) penentuan karakteristik beracun melalui TCLP

- i. Limbah diidentifikasi sebagai Limbah B3 kategori 1 jika Limbah memiliki konsentrasi zat pencemar lebih besar dari TCLP-A sebagaimana tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Pemerintah ini.
- ii. Limbah diidentifikasi sebagai Limbah B3 kategori 2 jika Limbah memiliki konsentrasi zat pencemar sama dengan atau lebih kecil dari TCLP-A dan lebih besar dari TCLP-B sebagaimana tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Pemerintah ini.

##### b) Uji Toksikologi LD50

Limbah diidentifikasi sebagai Limbah B3 kategori 1 jika memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari Uji Toksikologi LD50 oral 7 (tujuh) hari dengan nilai lebih kecil atau sama dengan 50 mg/kg (lima puluh miligram per kilogram) berat badan pada hewan uji mencit.

Limbah diidentifikasi sebagai Limbah B3 kategori 2 jika memiliki nilai lebih besar dari Uji Toksikologi LD50 oral 7 (tujuh) hari dengan nilai lebih kecil atau sama dengan 50 mg/kg (lima puluh miligram per kilogram) berat badan pada hewan uji

mencit dan lebih kecil atau sama dari Uji Toksikologi LD50 oral 7 (tujuh) hari dengan nilai lebih kecil atau sama dengan 5000 mg/kg (lima ribu miligram per kilogram) berat badan pada hewan uji mencit. Nilai Uji Toksikologi LD50 dihasilkan dari uji toksikologi, yaitu penentuan sifat akut limbah melalui uji hayati untuk mengukur hubungan dosis-respon antara limbah dengan kematian hewan uji.

Nilai Uji Toksikologi LD50 diperoleh dari analisis probit terhadap hewan uji.

c) Sub-kronis

Limbah diidentifikasi sebagai Limbah B3 kategori 2 jika uji toksikologi sub-kronis pada hewan uji mencit selama 90 (sembilan puluh) hari menunjukkan sifat racun sub-kronis, berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan, akumulasi atau biokonsentrasi, studi perilaku respon antarindividu hewan uji, dan/atau histopatologis.

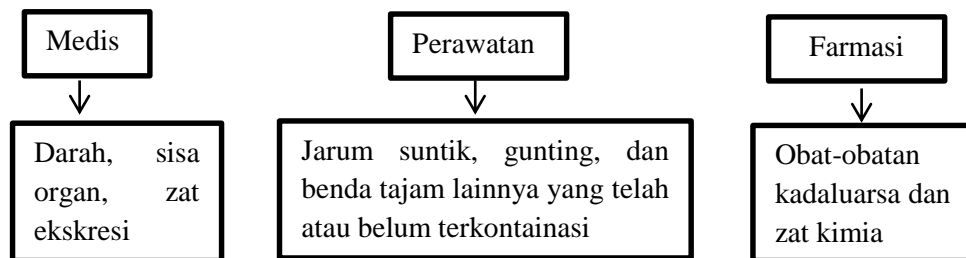
Berbagai jenis limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan pelayanan di Puskesmas dapat berbahaya dan menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada saat pengumpulan, pemilahan, penampungan, penyimpanan, pengangkutan dan pemusnahan serta pembuangan akhir apabila pada tahapan tersebut tidak dilakukan sesuai dengan teknis yang benar.

### **2.3 Klasifikasi Puskesmas**

Pusat kesehatan masyarakat (Puskesmas) merupakan salah satu jenis fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang memiliki peranan penting dalam sistem kesehatan nasional, khususnya subsistem upaya kesehatan. Puskesmas merupakan salah satu penghasil limbah B3. Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 75 Tahun 2014, Puskesmas di klasifikasikan menjadi 2 yaitu Puskesmas non rawat inap dan rawat inap.

## 2.4 Klasifikasi Limbah B3 Puskesmas

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan Puskesmas memiliki sifat berbahaya dan beracun sehingga harus dilakukan penanganan secara tepat. Limbah dapat diklasifikasikan berdasarkan dari jenis buangan dan dari sumbernya.



**Gambar 2.1.** Diagram Alur klasifikasi Limbah B3

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015

Kegiatan tersebut dapat berisiko besar terhadap terjadinya penularan penyakit agar dapat terhindar dari dampak tersebut limbah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015)

a. Limbah Non-medis

Limbah yang tidak membutuhkan penanganan khusus atau tidak berbahaya misalnya limbah dari makanan atau minuman, limbah sisa pencucian bekas makanan, bahan pengemas.

b. Limbah Gas

Limbah yang berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di fasilitas pelayanan kesehatan seperti insenerator, dapur, perlengkapan generator, anastesi, dan pembuatan obat sitotoksik.

c. Limbah Patologis

Berasal dari jaringan-jaringan organ, bagian tubuh plasenta, darah, dan cairan tubuh.

d. Limbah *infectious*

Limbah yang mengandung mikroorganisme patogen yang dilihat dari konsentrasi dan kuantitasnya bila terpapar dengan manusia akan dapat menimbulkan penyakit, seperti darah dan cairan tubuh.

e. Limbah Benda-benda Tajam

Limbah benda tajam dalam hal ini merupakan alat yang digunakan dalam kegiatan rumah sakit seperti jarum suntik, gunting, jarum hipodermis, jarum intravena, pisau, kaca, dll yang terkontaminasi darah, cairan tubuh, dan mikrobiologi.

f. Limbah Farmasi

Limbah produk farmasi berupa obat-obatan kadaluwarsa dan bahan kimia.

**Tabel 2.1.** Klasifikasi Pewadahan Limbah B3 berdasarkan warna

No	Warna	Tipe Limbah
1.	Hitam	Kaleng bertekanan dan tabung atau container bertekanan
2.	Hijau	Non medis
3.	Merah	Radioaktif
4.	Kuning	Infeksius
5.	Ungu	Citotoksik
6.	Cokelat	Kimia dan Farmasi

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015

## 2.5 Limbah Medis

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan nomor 1204 RI tahun 2004, limbah medis padat adalah limbah padat yang terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi.

Limbah yang termasuk dalam kelompok limbah infeksius, yaitu: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015)

- i. Darah dan cairan tubuh,
- ii. Limbah laboratorium yang bersifat infeksius,
- iii. Limbah yang berasal dari kegiatan isolasi, dan
- iv. Limbah yang berasal dari kegiatan yang menggunakan hewan uji.

Limbah benda tajam merupakan limbah yang dapat menusuk serta dapat menimbulkan luka dan telah mengalami kontak dengan pasien (terkontaminasi darah). Berikut ini yang termasuk dalam limbah benda tajam, antara lain: jarum hipodermis, jarum intravena, pipet pasteur, pisau, kaca.

## 2.6 Bahaya Limbah Medis

Limbah fasilitas pelayanan kesehatan mengandung mikroorganisme yang berpotensi membahayakan pasien rumah sakit, petugas dan masyarakat umum. Bahaya potensial lainnya yaitu mikroorganisme yang *resistance* terhadap obat dan menyebar ke lingkungan. Selain itu perawatan dan pembuangan limbah dapat menimbulkan resiko kesehatan secara tidak langsung melalui pelepasan patogen dan polutan beracun ke lingkungan. Adapaun hal-hal yang beresiko pada saat perawatan dan pembuangan limbah antara lain (WHO, 2018) :

- i. Pembuangan limbah perawatan kesehatan yang tidak diolah di tempat pembuangan akhir dapat menyebabkan kontaminasi air minum, permukaan, dan air tanah jika tempat pembuangan sampah tersebut tidak dibangun dengan benar.
- ii. Perawatan limbah layanan kesehatan dengan disinfektan kimia dapat mengakibatkan pelepasan zat kimia ke lingkungan jika zat tersebut tidak ditangani, disimpan dan dibuang dengan cara yang ramah lingkungan.
- iii. Pembakaran bahan insenerasi yang tidak sesuai menghasilkan pelepasan polutan ke udara dan membentuk residu abu. Apabila bahan yang dibakar mengandung atau diolah dengan klorin dapat menghasilkan dioksin dan furan, yang bersifat karsinogen bagi manusia Insinerasi logam berat atau



bahan dengan kandungan logam tinggi (terutama timbal, merkuri dan kadmium) dapat menyebabkan penyebaran logam beracun di lingkungan.

## **2.7 Pengelolaan Limbah B3**

Pengelolaan Limbah B3 yang timbul dari fasilitas pelayanan kesehatan meliputi tahapan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015):

- a. Pengurangan dan pemilahan Limbah B3;
- b. Penyimpanan Limbah B3;
- c. Pengangkutan Limbah B3;
- d. Pengelolaan Limbah B3;
- e. Penguburan Limbah B3; dan / atau
- f. Penimbunan Limbah B3.

Penanganan terhadap limbah B3 berdasarkan atas jenis limbah B3 yang dihasilkan. Jenis limbah medis yang dihasilkan dari kegiatan puskesmas terdiri dari limbah infeksius non benda tajam dan limbah infeksius benda tajam, dan limbah farmasi. Adapun pengolahan limbah B3 yang dapat dilakukan ,yaitu (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) :

- 1) Limbah infeksius benda tajam dan limbah infeksius non benda tajam  
Limbah infeksius dapat diolah dengan desinfeksi kimiawi, yaitu penggunaan bahan kimia seperti senyawa aldehida, klor, fenolik dan lain sebagainya untuk membunuh atau inaktivasi pathogen pada limbah medis. Metode ini merupakan salah satu cara yang tepat untuk melakukan pengolahan limbah berupa darah, urin dan air limbah. Metode desinfeksi kimiawi ini hanya dapat digunakan apabila tidak terdapat fasilitas pengolahan limbah medis lainnya, karena penggunaan bahan kimia akan menyebabkan perlunya dilakukan pengelolaan lebih lanjut terhadap limbah yang dihasilkan.
- 2) Limbah farmasi

Limbah farmasi dalam jumlah kecil dapat diolah dengan insenerator pirolitik, *rotary kiln*, dikubur secara aman, *sanitary landfill*, insenerasi. Limbah padat farmasi dalam jumlah besar harus dikembalikan kepada distributor, sedangkan bila dalam jumlah sedikit tidak mungkin untuk dikembalikan.

Dalam mengatasi limbah infeksius bahaya terbesarnya adalah terjadinya kontak langsung antara tubuh dengan limbah benda tajam seperti jarum, pisau, gunting, dan pecahan kaca. Benda tajam tersebut dapat menimbulkan luka, goresan bahkan resiko terpotong, apabila tubuh tidak terlindungi dan tubuh dalam kondisi lemah akan mudah terinfeksi agen penyakit (Atik, 2011). Untuk itu perlu prosedur dalam menanganinya, antara lain:

- a.) Pewadahan yang tepat
- b.) Mencegah terjadinya kontak fisik dengan limbah
- c.) Menggunakan alat keselamatan (sarung tangan, masker, *goggles*, sepatu boot)
- d.) Membatasi jumlah petugas yang menangani limbah
- e.) Menghindari tumpahan dan kemungkinan kecelakaan pada saat penanganan limbah medis.

## **2.8 Metode Untuk Mengurangi dan Memilah Limbah B3**

Pengurangan dan pemilahan limbah B3 merupakan upaya dalam hal tata kelola limbah medis yang tergolong B3. Pengurangan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara antara lain (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) :

- 1) Menghindari penggunaan material yang mengandung bahan berbahaya dan beracun jika terdapat pilihan yang lain;
- 2) Melakukan pengelolaan yang baik terhadap setiap bahan atau material yang berpotensi untuk menyebabkan gangguan kesehatan dan pencemaran terhadap lingkungan;

- 3) Melakukan pengelolaan yang baik dalam pengadaan bahan kimia dan bahan farmasi untuk menghindari terjadinya penumpukan dan kedaluwarsa; dan
- 4) Melakukan pencegahan serta perawatan secara berkala terhadap peralatan sesuai jadwal.

Pemilahan juga dapat dilakukan guna mengurangi dampak negatif yang mungkin akan ditimbulkan dari kegiatan Puskesmas. Pemilahan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara antara lain (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) :

- 1) Memisahkan limbah B3 berdasarkan jenis, kelompok, dan karakteristik limbah B3;
- 2) Mewadahi limbah B3 sesuai dengan kelompok limbah B3

## **2.9 Kriteria Pemilihan Pengelolaan Limbah B3**

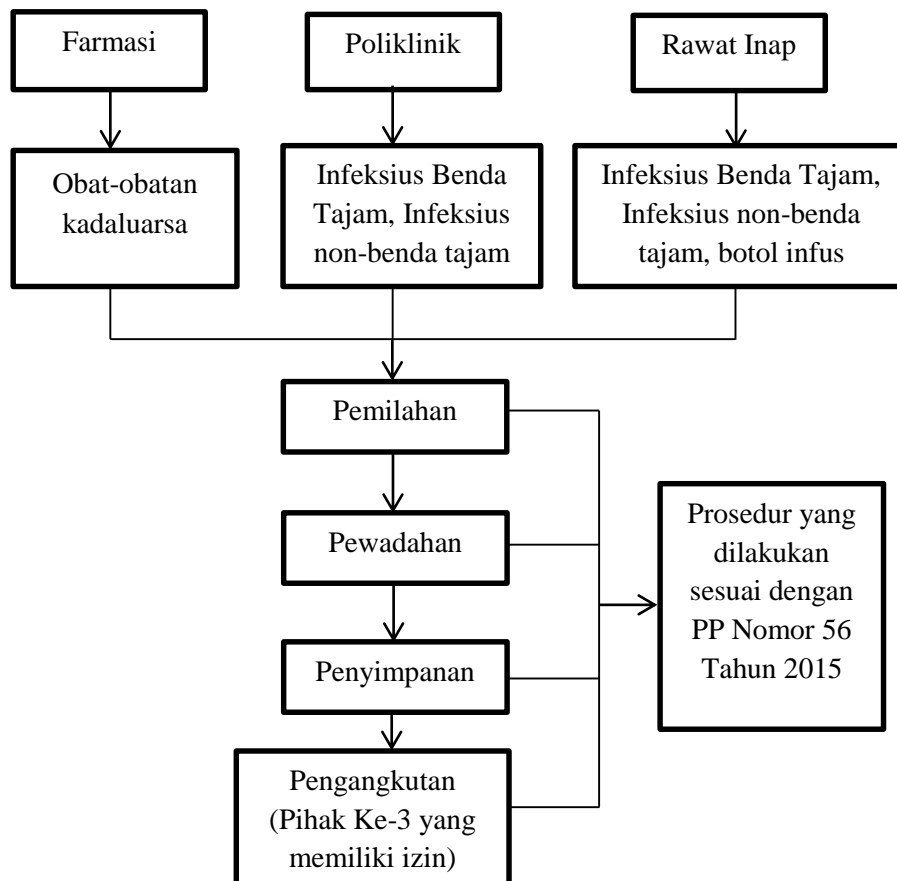
Pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan dari fasilitas pelayanan kesehatan dapat langsung ditangani oleh penghasil limbah atau pihak lainnya yang dapat melakukan pengolahan limbah B3. Beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam melakukan pemilihan antara lain (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) :

- a. Efisiensi pengolahan
- b. Pertimbangan kesehatan, keselamatan, dan lingkungan
- c. Reduksi volume dan masa (berat)
- d. Jenis dan kuantitas limbah yang diolah
- e. Infrastruktur dan ruang (area) yang diperlukan
- f. Biaya investasi dan operasional
- g. Ketersediaan fasilitas pembuangan atau penimbunan akhir
- h. Kebutuhan pelatihan untuk personil operasional (operator)
- i. Pertimbangan operasi dan perawatan
- j. Lokasi dan keadaan di sekitar lokasi pengolahan

- k. Akseptabilitas dari masyarakat sekitar
- l. Persyaratan yang diatur dalam peraturan perundang-undangan.

### 2.10 Pengelolaan Limbah B3

Tujuan pengelolaan limbah B3 dari hasil kegiatan medis adalah mengubah karakteristik biologis dan kimia limbah sehingga potensi bahanya terhadap manusia dapat dihindari atau dikurangi. Beberapa istilah yang digunakan dalam pengolahan limbah medis dan menunjukkan tingkat pengolahannya antara lain: dekontaminasi, sterilisasi, desinfeksi, membuat tidak berbahaya (*render harmless*), dan dimatikan (*kills*).



**Gambar 2.2.** Diagram Alur Pengelolaan Limbah B3 Puskesmas  
 Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015

Limbah B3 dapat dikelola secara mandiri oleh penghasil limbah maupun pengolah limbah, apabila penghasil limbah B3 memiliki izin pengelolaan limbah B3 dan pihak ketiga yang memiliki izin pengelolaan limbah B3.

Insenerasi dengan insenerator merupakan teknologi yang paling umum digunakan untuk melakukan pengolahan atau destruksi limbah yang dihasilkan dari kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan. Beberapa teknologi lainnya yang umum digunakan dalam pengolahan limbah medis, yaitu (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015):

a. Termal

Proses termal menggunakan panas untuk menghancurkan mikroorganisme patogen.

b. Desinfeksi Kimiawi

Desinfeksi kimiawi, yaitu penggunaan bahan kimia seperti senyawa aldehida, klor, fenolik dan lain sebagainya untuk membunuh atau inaktivasi patogen pada limbah medis.

c. Proses biologis

Pengelolaan secara biologis yaitu pengelolaan limbah menggunakan organisme atau enzim. Pengelolaan secara biologis memerlukan pengatur temperature, pH, jumlah organisme, kelembaban, dan variable lainnya.

d. Teknologi Iradiasi

Sterilisasi menggunakan teknologi radiasi adalah memecah molekul Asam Deoksiribo Nukleat (ADN) organisme patogen.

e. Enkapsulasi

Proses enkapsulasi pada prinsipnya melakukan solidifikasi terhadap limbah untuk menghindari risiko limbah diakses oleh organisme pemulung (*scavengers*).

f. Inertisasi

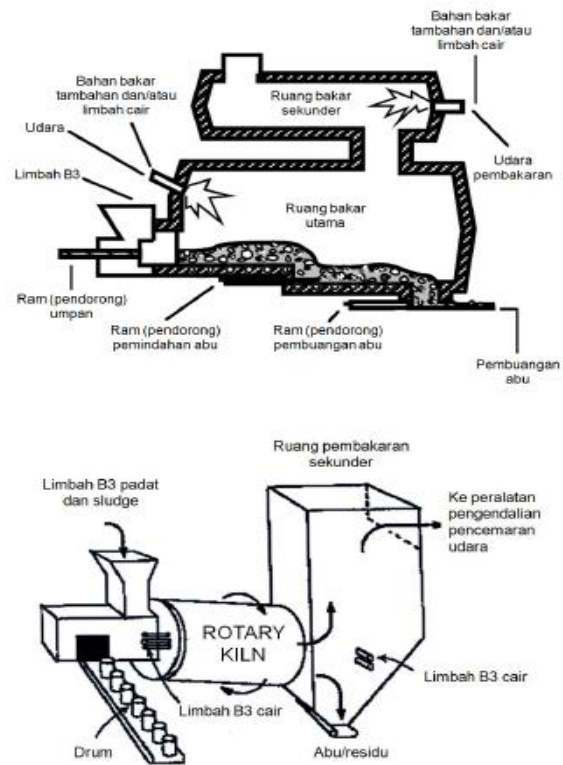
Internalisasi merupakan proses solidifikasi limbah menggunakan semen dan material lainnya sebelum limbah ditimbun di fasilitas

penimbunan saniter (*sanitary landfill*), fasilitas penimbunan terkontrol (*controlled landfill*), atau fasilitas penimbunan akhir limbah B3.

g. Teknologi lain yang memadai

Pengelolaan limbah B3 dengan insenerator merupakan salah satu alternatif dalam mengolah limbah B3. Dalam penggunaan insenerator, beberapa hal yang perlu diperhatikan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) :

- 1) Dalam pengajuan permohonan izin pengolahan limbah B3 dengan menggunakan insenerator pihak pemohon wajib memenuhi persyaratan data teknis.
- 2) Sebelum insenerator dioperasikan secara kontinu, diwajibkan melakukan uji coba pembakaran (*tiral burn test*). Uji coba ini harus mencakup semua peralatan utama dan peralatan penunjang termasuk peralatan pengendalian udara yang dipasang.
- 3) Pada saat pengoperasian diwajibkan melakukan pemeriksaan insenerator dan peralatan pembantu seperti pompa, *conveyor*, dan pipa secara berkala. Pemantauan yaitu secara terus menerus mengukur dan mencatat suhu di zona ruang bakar, laju umpan limbah (*wated feed rate*), laju bahan bakar pembantu, kecepatan gas saat keluar dari daerah pembakaran, konsentrasi CO, CO<sub>2</sub>, N, sulfur, dioksida, O<sub>2</sub>, HCL, Total Hidrokarbon (THC) dan pertikel debu di cerobong (*stack / chimney*). Mengukur dan mencatat timbulan limbah cair (*effluent*) dari pengoperasian insenerator harus memenuhi baku mutu sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Melaporkan hasil pengukuran emisi cerobong yang telah dilakukan selama 3 bulan terakhir sejak digunakan dan dilakukan pengujian kembali setiap 3 tahun untuk menjaga nilai minimum DRE.



**Gambar 2.3.** Contoh insenerator tipe statis dan tipe rotari

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015