

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Padat Rumah Sakit**

Limbah padat rumah sakit didasarkan atas sumbernya terdiri dari dua macam yaitu berasal dari limbah medis dan non medis.

##### **2.1.1 Limbah Medis**

Limbah medis dihasilkan dari pelayanan medis. Jenis dan karakteristiknya ialah limbah infeksius, limbah farmasi, limbah sitoksis, limbah kimia, limbah kandungan logam berat dan wadah bertekanan (Saragih, 2013).

##### **2.1.2 Limbah Non Medis**

Limbah non medis diklasifikasikan sebagai limbah non infeksius. Limbah ini terdiri dari sampah kering dan basah. Sampah kering (*rubbish*) seperti kertas, kardus, bungkus makanan, plastik, kaleng (logam), pecahan kaca yang dihasilkan dari ruang administrasi atau kantor, halaman, ruang tunggu, dan ruang perawatan. Sampah basah (*garbage*) seperti sampah dari dapur utama maupun instalasi gizi yang ditemui diruang tunggu dan perawatan (Paramita, 2007).

#### **2.2 Timbulan Limbah Padat Medis Rumah Sakit**

Saragih, (2013) menjelaskan timbulan limbah medis di RSUD Soetomo Surabaya sebesar 38563,3 kg/bulan. Semakin besar jumlah pasien semakin tinggi jumlah timbulan limbah yang dihasilkan. Berdasarkan rata-rata timbulan yang dihasilkan maka diperoleh volume limbah medis sebesar 8567 l/hari atau 8,567 m<sup>3</sup>/hari. Hal ini perlu pengolahan karena limbah medis rumah sakit tergolong limbah B3 dan bersifat infeksius (Paramita, 2007).

### 2.3 Resiko Pencemaran dan Toksisitas Limbah Rumah Sakit

Resiko toksisitas berarti besarnya kemungkinan zat kimia untuk menimbulkan keracunan. Hal ini tergantung dari besarnya dosis, konsentrasi, lama dan seringnya pemaparan, juga cara masuk dalam tubuh, serta gejala keracunan antara lain disebabkan oleh adanya pencemaran/polusi.

Pencemaran merupakan keadaan yang berubah menjadi lebih buruk, keadaan yang berubah karena akibat masuknya bahan - bahan pencemar. Bahan pencemar umumnya mempunyai sifat toksik (racun) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Sudarwin, 2008).

### 2.4 Pengolahan Limbah Padat Rumah Sakit

Pengelolaan limbah padat rumah sakit salah satunya pemusnahan dan juga dapat menghilangkan sifat berbahaya dan beracun dengan cara insinerasi menggunakan insinerator bersuhu tinggi (Paramita, 2007). Menurut Kepmenkes RI No. 1204 Tahun 2004 pemusnahan limbah padat infeksius dan farmasi dengan insinerator menggunakan suhu  $>1000^{\circ}\text{C}$ . Di RSUD Kota Yogyakarta suhu pembakaran mencapai  $1200^{\circ}\text{C}$  dengan demikian suhu pembakaran sudah memenuhi standar Kepmenkes RI No. 1204 Tahun 2004 akan tetapi ada juga rumah sakit yang membakar  $<1000^{\circ}\text{C}$  seperti penelitian (Girsang, 2013) membakar limbah medis rumah sakit dengan suhu rata-rata sebesar  $900^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 2.1 Insenerator di RSUD Kota Yogyakarta

(Sumber: RSUD Kota Yogyakarta)

Manfaat pengolahan limbah menggunakan insinerator ialah kemampuannya untuk mereduksi sebagian besar timbunan sampah, mampu menurunkan pencemaran lingkungan akibat penimbunan sampah dan tidak membutuhkan lahan yang luas tetapi mempunyai kelemahan menghasilkan gas buang karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang beracun dalam gas dan menghasilkan residu seperti abu (Trisaksono, 2002). Residu abu insinerator masih tergolong limbah B3 dikarenakan masih mengandung logam berat seperti Pb dan Zn, Cadmium ( $Cd$ ), dll (Girsang, 2013).

Timotheau (2012) menjelaskan oksida logam berat seperti silika ( $SiO_2$ ), Aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ), Kalsium Oksida ( $CaO$ ) juga terkandung didalam abu insinerator.

Berdasarkan hal ini perlu pengolahan abu insinerator rumah sakit, apa bila tidak dikelola bisa menyebabkan pencemaran pada lingkungan dan terjadi penumpukan limbah yang tidak terkelola. Salah satu pengolahan residu abu insinerator dengan teknologi solidifikasi/stabilisasi.

## **2.5 Solidifikasi/Stabilisasi**

Solidifikasi bertujuan untuk menurunkan mobilitas kontaminan logam berat dalam limbah, meningkatkan/memudahkan penanganan limbah serta menurunkan luas muka kontaminan. Teknologi solidifikasi/stabilisasi limbah didasarkan pada interaksi limbah membentuk padatan limbah baik secara fisik maupun kimiawi. Semen, kapur, silika terlarut merupakan bahan yang sering digunakan pada solidifikasi/stabilisasi. Prinsip teknologi solidifikasi/stabilisasi melakukan proses solidifikasi limbah dan mereduksi mobilitas kontaminan dengan cara menstabilkan kontaminan (Utomo, 2008).

Salah satu penanganan limbah yang mengandung logam berat ialah solidifikasi dengan menggunakan semen Portland bertujuan untuk menurunkan mobilitas kontaminan logam berat dalam limbah. Dari proses ini diharapkan akan menghasilkan produk yang bermanfaat, misalnya paving block, batako, dan bahan yang lainnya seperti keramik (Utomo, 2008).

## **2.6 Keberhasilan Teknologi Solidifikasi/Stabilisasi**

Keberhasilan teknologi solidifikasi secara umum ada tiga hal yang dilakukan dengan cara melakukan uji standard an uji termodifikasi, yaitu:

1. Fisik, mencakup kelembaban, kerapatan, kepadatan, kekuatan dan daya tahan.
2. Kimiawi, mencakup pH, reaksi redoks, kapasitas penetralan asam, kebasaaan, dan kandungan senyawa organi.
3. Peluluhan mencakup TCLP, prosedur ekstraski bertingkat, peluluhan dinamis.

Penanganan dengan proses S/S dikatakan berhasil bila dihasilkan produk limbah yang kuat dan tahan lama yang tidak akan meluluhkan logam dalam jangka waktu pendek maupun panjang.

Bentuk limbah yang tidak kuat dan padat akan mudah berkurang seiring dengan berjalannya waktu, mudah hancur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, sehingga akan meningkatkan resiko peluluhan. Bentuk limbah harus tahan lama dalam lingkungan yang selalu berubah dan mempunyai tingkat ketahanan terhadap siklus kering/basah dan pembekuan/pencairan.

Identifikasi komponen kimia dalam bentuk limbah merupakan hal penting dalam penentuan waktu peluluhan logam. Secara umum, diasumsikan bahwa mobilitas logam relatif rendah dalam suasana pH yang tinggi. Sebagai contoh adalah hujan asam yang dapat menurunkan stabilitas dari proses peluluhan bentuk limbah, walapun bentuk limbah tersebut mempunyai kapasitas penetralan asam yang tinggi, yang artinya mempunyai pH tinggi atau kebasaaan yang besar. Kelembaban yang tinggi dapat menurunkan jumlah air yang dibutuhkan pada proses sementasi. Keuntungan partikel besar adalah lebih kuat dan tahan lama, tetapi menjadi masalah dalam skala laboratorium karena terjadinya efek yang berlawanan pada proses pencampuran (Utomo, 2007).

## **2.7 Solidifikasi Abu Insinerator sebagai Keramik**

Solidifikasi abu insinerator pada keramik ini bertujuan untuk menstabilkan logam berat yang terkandung didalam abu insinerator dan memperkecil luasan

pencemaran yang disolidkan dalam keramik. Keramik mempunyai bahan dasar pembentuk keramik seperti (*Kaolin, Ball clay, Earthenware clay, dan Fire clay*). Jenis keramik ini bersifat plastis sedangkan keramik yang tidak plastis seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), flint nama lain dari ( $\text{SiO}_2$ ), Feldspar, kapur dan magnesit ( $\text{CaO}$  dan  $\text{MgO}$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan Talk (Hamzah, 2005) selain itu keramik merupakan bahan komposit yang memiliki tahanan terhadap suhu tinggi, keausan dan korosi, namun memiliki sifat getas (Subiyanto, 2003).

Haiying (2011) melakukan penelitian tentang solidifikasi abu terbang insinerator dalam bata keramik didapat kesimpulannya bahwa hasil pelindian yang didapatkan rendah dan dibawah standar mutu pelindian logam berat. Dari segi fisik kuat tekan yang terjadi meningkat apa bila suhu pembakarannya meningkat.

## **2.8 Proses Pembuatan Keramik**

Isman (2000) menjelaskan tata cara pembuatan keramik adalah sebagai berikut:

### **1. Preparasi bahan adonan**

Mineral kaolin, feldspar dan clay dimasukkan ke dalam lumping/lesung kemudian dihancurkan/dihaluskam memakai martil. Hasil mineral yang telah dihaluskan kemudian diayak dengan ukuran ayakan 10 s/d 200 mesh.

### **2. Pembuatan keramik**

Diambil beberapa gram mineral yang telah disiapkan dengan ukuran butir tertentu dengan perbandingan berat mineral tertentu ditambahkan air secukupnya (persiapan untuk dicetak dengan sistem tekan dan sistem cetak) diaduk sampai homogen kemudian dicetak dengan sistem tuang dan tekan. Hasil cetakan yang telah kering dipanaskan pada suhu  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  selama 3 jam.

## **2.9 Review Penelitian Terdahulu**

Penilitan ini merujuk pada berbagai studi pustaka dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan seperti terangkum dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Review Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
1.	<p>“EVALUASI PENGELOLAAN LIMBAH PADAT B3 HASIL INSENERASI DI RSUD DR SOETOMO SURABAYA” (2013)</p> <p>Penyusun : Vijay egelesias girsang Welly Herumurti</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk hasil kandungan logam berat pada abu insinerator dan hasil TCLP apakah dibawah baku mutu atau tidak.</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan (Semen dan abu) dicampur dengan air ml. dengan variasi komposisi 75:25, 50:50 dan 25:75. Bahan kemudian di letakkan pada cetakan berbentuk balok dan ditekan dengan menggunakan beban 350 kg. kemudian hasil cetakkan di Uji TCLP.</p>	<p>Bahwa limbah abu insinerator mengandung kandungan logam berat Pb, Cd, Cr, Cu dan Zn Hasil Uji TCLP didapat sangat rendah, maka dari itu hasil yg didapat efektif untuk menurunkan kandungan logam berat dengan solidifikasi dengan bahan semen.</p>
2.	<p>“PEMANFAATN LIMBAH <i>OIL SLUDGE</i> PERTAMINA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERAMIK KONTRUKSI” (2009)</p> <p>Penyusun : Abdul Halim Daulay</p>	<p>Mengetahui pengaruh perbandingan komposisi serbuk sludge dan kaolin terhadap karakteristik keramik kontruksi</p>	<p>Bahan yang digunakan <i>oil sludge</i> pertamina dan bahan pengikat kaolin untuk pembuatan keramik kontruksi dengan menguji kuat tekan keramik</p>	<p>Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk <i>sludge</i> yang banyak dengan pengikat (kaolin) yang sedikit akan berakibat lemah nya daya ikat antar partikel. Sehingga unutup memperoleh kuat tekan yang optimum diperlukan campuran dengan komposisi tertentu, dalam hal ini diperoleh saat variasi campuran 50 % <i>sludge</i> dan 50 % <i>kaolin</i>. Sedangkan pengaruh lama waktu penahanan pada suhu sintering cenderung meningkat kuat tekan pada keramik</p>
3.	<p>“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT ABU TERBANG BATUBARA (<i>FLY ASH</i>) TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS GENTENG TANAH LIAT KABUPATEN</p>	<p>Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah padat abu</p>	<p>Pembuatan genteng tanah liat ini ditambahkan abu terbang Batu Bara (<i>fly ash</i>) untuk menentukan kuat tekan</p>	<p>Setelah melakukan penelitian dan pengolahan data, maka dapat disimpulkan dengan penambahan limbah padat abu terbang batubara (<i>fly Ash</i>) terjadi perubahan kekuatan tekan dan porositas dibandingkan dengan genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara (<i>ifly ash</i>), nilai optimum untuk pengujian</p>

	<p>PRINGSEWU” (2013)</p> <p>Penyusun : Puji febriansyah Tarkono Zulhanif</p>	<p>terbang batubara (<i>fly ash</i>) terhadap kekuatan tekan dan porositas genteng tanah liat.</p>	<p>dan porositas</p>	<p>tekan dan porositas diperoleh pada genteng dengan campuran komposisi limbah padat abu terbang batubara (<i>fly ash</i>) 5% dengan nilai rerata kekuatan tekannya yaitu 11,042 kPa dan nilai rerata porositas adalah 17,27 %. Nilai minimum untuk penujiaan tekan dan porositas diperoleh pada genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara (<i>fly ash</i>) dengan nilai rerata kekuatan tekannya sebesar 8,393 kPa dan nilai rerata porositas adalah 21,92 %.</p>
4.	<p>PENGARUH PENGGUNAAN ABU VULKANIK SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN TANAH LIAT PADA BATU BATA TERHADAP KUAT TEKAN, BERAT JENIS DAN DAYA RESAPAN AIR SEBAGAI PENDALAMAN MATERI KONSTRUKSI BANGUNAN DI SMK TEKNIK BANGUNAN</p> <p>Penyusun : M. Teguh Raharjo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sri Sumarni</li> <li>• Anis rahmawati</li> <li>• Purnawan</li> </ul>	<p>Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menemukan solusi dalam mengatasi melimpahnya abu vulkanik ketika terjadi letusan gunung berapi abu vulkanik tersebut pada batu bata yang bernilai ekonomi.</p>	<p>Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang akan menguji kualitas batu bata dengan penggunaan campuran abu vulkanik. Variasi penggantian abu vulkanik dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. abu vulkanik</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penggunaan abu vulkanik dari letusan gunung Kelud pada batu bata sebagai pengganti sebagian tanah liat dapat mempengaruhi kuat tekan batu bata tersebut, semua variasi penggunaan abu vulkanik dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan masih memenuhi mutu bata kelas 50 pada SNI 15-2094-2000.</li> <li>2. Nilai optimal kuat tekan batu bata terdapat pada penggunaan abu vulkanik sebanyak 5% dengan nilai kuat tekan sebesar 4,845 MPa.</li> </ol>

5.	<p>CHARACTERISATION OF GLASS CERAMICS MADE FROM <i>INCINERATOR FLY ASH</i> (2003)</p> <p>Penyusun</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• T.W. Cheng</li><li>• Y.S Chen</li></ul>	<p>Penelitian ini berkaitan dengan penggunaan kembali limbah dari insenerator yaitu <i>fly ash</i> mengandung bahan kimia CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan mungkin cocok bahan baku untuk pembuatan keramik.</p>	<p>Penambahan abu flay ash insenerator terhadap kaca keramik dengan tekanan 11.8 MPa dan suhu 850-1050 °C.</p>	<p>Bahwa kuat tekan dan kuat lentur setelah dipanaskan menunjukkan semakin meningkat suhu semakin meningkat pula kuat tekan dan kuat lentur.</p>
----	---	---	--	--

