

BAGIAN SATU PENGELOLAAN LIMBAH PADAT SECARA UMUM

1 LATAR BELAKANG

Pencemaran lingkungan meningkat dengan meningkatnya jumlah penduduk, bertambah dan beraneka ragamnya industri. Namun prasarana untuk mengolah limbah tidak berkembang sepesat pertambahan limbah. Masalah yang sering timbul adalah bahwa pengelolaan limbah dianggap akan menambah biaya tanpa disertai manfaat yang dapat diukur secara kuantitatif.

Di sektor industri, makin tingginya kriteria baku mutu air, makin berfungsinya unit pengolah limbah cair industri, makin ketatnya kontrol terhadap pencemaran air, maka akan makin menambah kuantitas limbah padat (lumpur) hasil proses pengolahan limbah cair, yang menunggu untuk dikelola lebih lanjut. Banyak dijumpai bahwa dari limbah lumpur ini dikeluarkan limbah berbahaya dan beracun. Dapat dikatakan bahwa dalam sektor ini pemerintah relatif belum mengantisipasi secara baik, sehingga banyak limbah lumpur ini di buang tanpa melalui suatu proses yang baik. Sebagian dari limbah padat tersebut diurug dalam lahan yang belum disiapkan secara baik, atau dibuang ke tempat pembuangan akhir sampah kota, atau disimpan dalam lingkungan industri tersebut untuk diproses lebih lanjut menuju pusat pengolah limbah B-3 seperti yang terdapat di Cibinong yang dikelola oleh *Waste Management Indonesia*, atau bahkan dibuang kembali ke badan air dalam bentuk lumpur, seperti yang banyak dipraktekkan dalam proses penjernihan air minum. Beberapa jenis limbah ini dimanfaatkan sebagai penyubur tanah karena memang berasal dari limbah yang memungkinkan untuk itu [1].

Di kota, pertambahan penduduk yang demikian pesat telah mengakibatkan meningkatnya jumlah sampah. Dari studi dan evaluasi yang telah dilaksanakan di kota-kota di Indonesia, dapat diidentifikasi masalah-masalah pokok dalam pengelolaan persampahan di kota, antara lain yaitu [1]:

- bertambah kompleksnya masalah persampahan sebagai konsekwensi logis dari pertambahan penduduk kota,
- peningkatan kepadatan penduduk menuntut pula peningkatan metode/pola pengelolaan sampah yang lebih baik,
- keheterogenan tingkat sosial-budaya penduduk kota, menambah kompleksnya permasalahan,
- situasi dana serta prioritas penanganan yang relatif rendah dari pemerintah daerah, merupakan masalah umum dalam skala nasional,
- pergeseran teknik penanganan makanan, misalnya menuju ke pengemas yang tidak dapat terurai seperti plastik,
- keterbatasan sumber daya manusia yang sesuai yang tersedia di daerah untuk menangani masalah sampah,
- pengembangan perancangan peralatan persampahan yang bergerak sangat lambat,
- partisipasi masyarakat yang pada umumnya masih kurang terarah dan terorganisir secara baik,
- konsep pengelolaan persampahan yang kadangkala tidak cocok untuk diterapkan, serta kurang terbukanya kemungkinan modifikasi konsep tersebut di lapangan.

2 TERBENTUKNYA LIMBAH

Ada keterkaitan antara bahan baku, enersi, produk yang dihasilkan dan limbah dari sebuah proses industri, ataupun aktivitas manusia sehari-hari. Dengan mengenal keterkaitan tersebut, maka akan lebih mudah mengenal bagaimana limbah terbentuk dan bagaimana usaha penanggulangannya.

Banyak cara untuk mengidentifikasi limbah, dengan tujuan utama untuk mengevaluasi resiko yang mungkin ditimbulkan dan untuk mengevaluasi cara penanganannya. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah memanfaatkan informasi tentang bagaimana bahan baku

ditransformasikan menjadi sebuah produk. Setidak-tidaknya ada lima kelompok bagaimana limbah terbentuk [2]:

- Limbah yang berasal dari bahan baku yang tidak mengalami perubahan komposisi baik secara kimia dan biologis. Mekanisme transformasi yang terjadi hanya bersifat fisis semata seperti pemotongan dan penggergajian dsb. Limbah katagori ini sangat cocok untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku. Sampah kota banyak termasuk dalam katagori ini.
- Limbah yang terbentuk akibat hasil samping dari sebuah proses kimia, fisika dan biologis, atau karena kesalahan ataupun ketidak optimuman proses yang berlangsung. Limbah yang dihasilkan mempunyai sifat yang berbeda dari bahan baku semula. Limbah ini ada yang dapat menjadi bahan baku bagi industri lain atau sama sekali tidak dapat dimanfaatkan. Usaha modifikasi proses akan mengurangi terbentuknya limbah jenis ini.
- Limbah yang terbentuk akibat penggunaan bahan baku sekunder, misalnya pelarut atau pelumas. Bahan baku sekunder ini tidak ikut dalam reaksi proses pembentukan produk. Limbah ini kadangkala sangat berarti dari sudut kuantitas dan merupakan sumber utama dari *industrial waste water*. Teknik daur ulang ataupun penghematan penggunaan bahan baku sekunder banyak diterapkan dalam menanggulangnya.
- Limbah yang berasal dari hasil samping proses pengolahan limbah. Pada dasarnya semua pengolahan limbah tidak dapat mentransfer limbah menjadi 100% non limbah. Ada produk sampingan yang harus ditangani lebih lanjut, baik berupa partikulat, gas dan abu (misalnya dari insinerator), lumpur (misalnya dari unit pengolah limbah cair), atau bahkan limbah cair (misalnya dari sebuah lahan-urug).
- Limbah yang berasal dari bahan samping pemasaran produk industri, misalnya kertas, plastik, kayu, logam, drum, kontainer, tabung kosong dsb. Limbah jenis ini dapat dimanfaatkan kembali sesuai fungsinya semula atau diolah terlebih dahulu agar menjadi produk baru. Sampah kota banyak terdapat dalam katagori ini.

3 KOMPOSISI DAN TIMBULAN LIMBAH PADAT

Komposisi dan sifat-sifat limbah padat menggambarkan keaneka ragaman aktivitas manusia. Untuk memudahkan dalam analisis penanganannya, maka limbah ini biasanya dikelompokkan berdasarkan sumbernya, seperti [1]:

- domestik (rumah tangga)
- institusional : sekolah, kantor,
- komersil : pasar, toko,
- industri
- pertanian/peternakan
- aktivitas perkotaan : penyapuan jalan,

Pengelompokan yang paling sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat atau % volume dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan lain-lain. Tabel 1 menggambarkan komposisi sampah kota di beberapa tempat.

Tabel 1 : Komposisi sampah di beberapa kota (% berat basah) [3]

Komponen	London	Singapore	Hongkong	Jakarta	Bandung
Organik	28	4,6	9,4	74	73,4
Kertas	37	43,1	32,5	8	9,7
Logam	9	3	2,2	2	0,5
Kaca	9	1,3	9,7	2	0,4
Tekstil	3	9,3	9,6	-	1,3
Plastik/karet	3	6,1	6,2	6	8,6
Lain-lain	11	32,6	29,4	8	6,1

Besarnya timbulan sampah kota sangat dipengaruhi antara lain oleh [1]:

- tingkat hidup : makin tinggi tingkat hidup, makin banyak sampahnya

- pola hidup serta mobilitas masyarakat
- iklim
- pola penyediaan kebutuhan hidup dan penanganan makanan

Untuk kota-kota di Indonesia timbulan sampah rata-rata adalah 2,5 - 3,0 liter per orang per hari [4].

Dalam hal limbah industri, informasi yang akurat tentang timbulan dan komposisi limbah padatnya biasanya sulit didapat karena [1]:

- dalam satu jenis industri, komposisi dan timbulan limbah padatnya bisa beraneka ragam,
- kerahasiaan terhadap industri saingan,
- kekhawatiran tidak sesuai peraturan yang ada,
- variasi dari aktivitas industri,
- tingkat pendaur ulangan yang beraneka ragam,
- tidak dicatat secara sistematis dan kontinyu.

Kantor Menteri Negara KLH (1992) dalam penyusunan neraca kependudukan dan lingkungan hidup daerah untuk kegiatan industri telah mengeluarkan besaran tersebut, yang didasarkan atas berat limbah padat per berat produk. Disamping itu, ada pula data besaran timbulan limbah padat dari industri yang didasarkan atas jumlah karyawan (ton limbah/karyawan/tahun), seperti tercantum di bawah ini [5] :

- Pemerosesan makanan	6,20
- Makanan kaleng	55,60
- Makanan didinginkan	18,30
- Produk pemintalan/tekstil	0,26
- Penggergajian kayu	162,00
- Furniture	0,52
- Industri kertas	2,00
- Percetakan	0,49
- Kimia dasar	10,00
- Minyak	14,80
- Karet dan plastik	2,60
- Kulit	0,17
- Logam primer	24,00
- Pengolahan logam	1,70
- Mesin-mesin non listrik	2,60
- Mesin-mesin listrik	1,70
- Peralatan transportasi	1,30
- Instrumentasi ilmiah	0,12

Disamping itu, bila hanya dikaitkan dengan lumpur yang dihasilkan dari pengolahan limbah cairnya, maka timbulan lumpur atau limbah padatnya dapat dihitung secara teoritis berdasarkan efisiensi penyisihan materi tersuspensi, baik karena yang terkandung di awal, ataupun karena zat-zat kimia tambahan yang dibubuhkan. Sebagai contoh dalam proses penanganan limbah lumpur dari pelapisan khrom [6]:

- Limbah cair Cr^{+6} (B3) direduksi dalam suasana asam (misalnya dibubuhi H_2SO_4) menjadi Cr^{+3} misalnya dengan pembubuhan reduktor $Fe SO_4$
- Cr^{+3} yang non-B3 kemudian diendapkan dalam suasana basa, misalnya dengan pembubuhan $Ca(OH)_2$
- Maka setiap reduksi 1 ppm Cr^{+6} , akan dihasilkan limbah lumpur sekitar 2 ppm $Cr(OH)_3$ dan 0,4 ppm $Fe(OH)_3$ dan 2 ppm $CaSO_4$

14 PENGELOLAAN LIMBAH PADAT SECARA UMUM

Penanganan limbah hendaknya sudah dilihat sebagai salah satu komponen dari proses pemakaian bahan baku itu sendiri. Dilihat dari sudut biaya, memang komponen ini akan menaikkan biaya produksi. Banyak industri yang menganggap bahwa komponen ini perlu ditekan serendah mungkin atau kalau kondisi memungkinkan, komponen ini dihilangkan dengan membuang limbah tersebut langsung ke lingkungan.

Dilihat dari sudut keterkaitan dalam proses misalnya di sebuah industri, dikenal dua pendekatan teknologi tentang pengendalian pencemaran limbah, yaitu [7]:

- Konsep pertama adalah, bagaimana mengelola limbah yang sudah terbentuk. Konsep ini bertitik tolak dari usaha untuk mengurangi semaksimal mungkin dampak negatif dari limbah itu. Konsep inilah yang praktis banyak dianut dalam usaha memerangi pencemaran lingkungan, misalnya pengelolaan sampah kota yang sekarang dianut secara formal. Konsep ini dikenal sebagai pendekatan *end-of-pipe*.
- Konsep kedua adalah, bagaimana teknologi dapat intervensi dalam proses itu sendiri, sehingga limbah yang terbentuk menjadi seminimal mungkin. Konsep ini dikenal sebagai Teknologi Bersih atau Proses Bersih. Konsep yang diajukan adalah:
 - mengoptimasi proses produksi, misalnya meminimasi bahan baku atau enersi, sehingga didapat limbah yang minimum,
 - memodifikasi proses industri atau memodifikasi jenis bahan baku atau enersi yang digunakan, sehingga dihasilkan limbah yang lebih sedikit, atau limbah yang lebih tidak berbahaya,
 - merubah proses industri dengan sistem yang baru, sehingga didapat limbah yang lebih sedikit atau lebih tidak berbahaya.

Konsep tersebut di atas termasuk juga upaya merubah perilaku dan gaya hidup manusia, agar limbah yang dihasilkan menjadi lebih sedikit, dengan upaya nyata sehari-hari seperti penghematan penggunaan bahan, menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan dsb. Konsep ini perlu melibatkan produsen bahan, agar mereka bertanggung jawab atas produk yang dihasilkan.

Pengelolaan limbah yang sudah terbentuk bukan hanya terbatas pada segi bagaimana mengolahnya dan menyingkirkannya agar tidak mencemari lingkungan. Aspek lain yang perlu diperhatikan, adalah aspek penyimpanan, pengumpulan dan pengangkutannya.

Dalam aspek penyimpanan dan pengumpulan, pendekatan teknologi dan pengetahuan dasar tentang karakteristik masing-masing limbah sangat diperlukan agar tidak menimbulkan permasalahan, baik dari sudut biaya operasi maupun keselamatan kerja dan lingkungan.

Aspek pengangkutan dan penyaluran limbah kadang dilupakan dan akan menjadi permasalahan besar apabila limbah harus diangkut ke luar dari sumber asalnya guna diproses lebih jauh. Hal ini terutama menyangkut pengamanan selama perjalanannya.

Pengolahan, pendaur ulangan dan atau pemusnahan limbah merupakan inti dalam usaha mengurangi dampak negatif dari limbah yang sudah terbentuk. Pendekatan teknologi yang dapat dilakukan adalah : penanganan pendahuluan, seperti pengelompokan jenis limbah, pengurangan volume dan ukuran, dan sebagainya. Usaha ini dilakukan terutama agar pengolahan limbah kelak menjadi lebih efektif. Pendaur ulangan limbah, dilakukan baik sebagai bahan baku untuk industri itu sendiri, maupun untuk industri lain. Pendaur ulangan ini juga menyangkut pemanfaatan kembali enersi yang tersimpan atau keluar bersamanya; untuk itu diperlukan pengkajian terlebih dahulu termasuk aspek ekonominya serta pasar yang akan menggunakan/membelinya.

Pada dasarnya usaha-usaha pengolahan/pemusnahan limbah guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sebagian besar bersifat transformasi materi yang dianggap berbahaya sehingga dihasilkan materi lain yang lebih tidak mengganggu. Pengolahan ini bisa secara fisis, kimiawi dan biologis.

Penyingkiran limbah, sifatnya mengusahakan agar limbah tersebut dapat berkurang volume dan bahayanya (seperti insinerasi limbah) ataupun penimbunan atau penyingkiran ke dalam tanah (seperti ke lahan-urug).

5 PENGOLAHAN LIMBAH PADAT

Pemusnahan/pengolahan limbah padat dapat dikelompokkan dalam tiga metode utama, yaitu :

- a. Pengolahan limbah agar lebih memudahkan dalam pengelolaannya, atau agar mengurangi dampak negatif bila diolah lebih lanjut, seperti [2]:
 - penghalusan (shredding)
 - pemadatan timbunan
 - solidifikasi/pengkapsulan
- b. Pengolahan limbah agar dihasilkan sebuah produk yang bermanfaat, seperti :
 - pengomposan (dihasilkan humus)
 - insinerasi/pembakaran (dihasilkan enersi panas)
 - metanisasi (dihasilkan gasbio)
- c. Pembuangan limbah ke suatu tempat guna menghindari kontak dengan manusia, seperti lahan-urug (landfill)

Pada dasarnya usaha-usaha pengolahan limbah guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sebagian besar bersifat transformasi materi yang dianggap berbahaya sehingga dihasilkan materi lain yang lebih tidak mengganggu. Di bawah ini akan dibahas secara umum pengolahan yang biasa diterapkan pada sampah, yaitu pengomposan dan insinerasi [8].

Beberapa teknologi secara termal dapat digunakan untuk mengolah limbah, namun yang biasa digunakan adalah insinerasi, yaitu menggunakan oksidasi termal untuk mengkonversi limbah organik menjadi limbah anorganik dengan pengurangan massa, bakteri, virus serta materi toksik yang terkandung sebelumnya. Teknologi ini biasa digunakan untuk menangani sampah kota maupun limbah B3 (padat atau cair).

Insinerator: [8]

Sasaran dari sebuah insinerator adalah bagaimana mengurangi volume limbah dengan gas yang terbuang dan residu yang tak berbahaya. Suatu insinerator yang baik akan dapat mengurangi volume limbah sampai 80-95 %, sedang pengurangan berat dapat mencapai 70-80 %, yang semuanya tergantung pada kualitas dan tipe tungku yang digunakan. Untuk itu dibutuhkan suatu pembakaran yang sempurna.

Guna menjamin pembakaran sempurna perlu diperhatikan tiga hal yaitu waktu kontak, kehomogenan dan temperatur. Komponen-komponen ini saling bergantung, tetapi masing-masing dapat dipertimbangkan secara individual guna mengevaluasi pengaruhnya terhadap pembakaran.

Sebuah insinerator biasanya terdiri dari elemen-elemen dasar, seperti:

- ruang pembakaran (tungku) dan suplai udara
- sistem cerobong gas
- sistem pembuangan abu
- pengontrol pencemaran udara
- sistem penangkap panas yang dihasilkan (recovery)

Pengomposan: [8]

Pengomposan merupakan salah satu teknik pengolahan limbah yang biodegradabel (dapat diuraikan oleh mikroorganisme). Fungsi kompos adalah selain sebagai pupuk organik, akan berfungsi pula untuk memperbaiki struktur tanah, memperbesar kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air serta zat hara yang lain.

Menurut prosesnya, pengomposan dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu pengomposan secara aerobik dan secara anaerobik. Pengomposan yang sering dilakukan adalah secara aerobik (tersedia oksigen dalam prosesnya), karena berbagai kelebihan, seperti:

- tidak menimbulkan bau,
- waktu lebih cepat,
- temperatur tinggi, sehingga dapat membunuh bakteri patogen an telur cacing

Kompos yang dihasilkan disebut kompos higienis

Proses pengomposan (*composting*) adalah dekomposisi materi organik limbah secara biologis dibawah kontrol kondisi proses yang berlangsung. Dalam produk akhir, materi organik belumlah dapat dikatakan stabil, namun dapat disebut stabil sementara secara biologis, karena disini dibedakan dengan cara kimia-fisik seperti insinerasi dan pirolisis. Penggunaan kata 'kontrol' disini untuk membedakan dengan dekomposisi yang terjadi secara alamiah, seperti dalam sebuah landfill.

Kompos dapat disebut berkualitas baik bila mempunyai karakteristik sebagai humus dan bebas dari bakteri patogen serta tidak berbau yang tidak enak. Pengomposan sampah kota dalam hal ini bersasaran ganda, yaitu menangani sampah kota dan sekaligus memperoleh bahan untuk menunjang pertanian.

Klasifikasi pengomposan:

- didasarkan atas prinsip penggunaan oksigen : aerob dan anaerob
- didasarkan atas temperatur yang terjadi : mesofilik dan termofilik
- didasarkan atas teknologinya : lambat (*open/windrow*) dan cepat (*accelerated composting*).

Pengomposan secara aerob mengikut sertakan aktivitas mikroba aerobik, dengan demikian membutuhkan kehadiran oksigen selama proses berlangsung. Sedang pengomposan secara anaerob tidak membutuhkan kehadiran mikroba aerob selama prosesnya. Pengomposan aerob ditandai dengan temperatur tinggi, tidak menimbulkan bau dan lebih cepat dibanding anaerob. Keuntungan dari proses anaerob adalah tidak dibutuhkan perhatian yang terlalu banyak selama proses berlangsung. Pengomposan cepat adalah dengan cara mempercepat pembuatan kompos setengah matang, misalnya dengan suplai udara atau kelembaban. Sedangkan pematangan komposnya dilakukan secara diangin-angin.

Guna berlangsungnya kondisi yang baik bagi degradasi biokomiawi dari materi organik diperlukan :

- ketersediaan udara, yaitu dengan menjamin sirkulasi udara segar (kaya akan oksigen) untuk menggantikan udara dalam media (kaya akan CO₂)
- kehomogenan sampah, misalnya dengan pengadukan, pemotongan sampah sebelum dikomposkan dsb.

6 PARADIGMA BARU DALAM PENGELOLAAN SAMPAH KOTA

Konsep 3 R: [2, 9 dan 10]

Reducte-Reuse-Recycling (3-R) merupakan pendekatan yang telah lama diperkenalkan di negara maju dalam upaya mengurangi sampah mulai di sumbernya sampai di akhir pemusnahannya. Biasanya konsep ini terkait dan terpadu dengan sistem penanganan sampah secara keseluruhan, dan menjadi policy pemerintah dengan target yang telah ditentukan. Pengalaman di negara maju, upaya pengurangan sampah ini ternyata belum dapat menghilangkan sampah sama sekali. Suatu pengolahan dan penyingkiran sampah yang sistematis dan tidak mengganggu lingkungan menjadi kebijakan berikutnya dalam suatu pengelolaan sampah.

Pengurangan (Reduksi) timbulnya sampah hendaknya menjadi prioritas utama dalam mengurangi timbulnya sampah, dan ini hanya dapat dilakukan bila penghasil sampah itu sendiri menyadarinya. Salah satu penyebab tambah banyaknya timbulan sampah adalah karena pola konsumsi masyarakat itu sendiri. Tambah banyak bahan dikonsumsi, akan tambah banyak pula sampah yang akan dihasilkan. Perubahan pola hidup yang mendunia juga membawa permasalahan persampahan. Hal yang sudah rutin terlihat adalah ketergantungan kita semua akan minuman dalam pengemas, yang meninggalkan gelas plastik bekas yang biasanya dibuang di mana saja.

Sebagian besar sampah yang dihasilkan adalah pengemas atau pembungkus (*packaging*) yang tambah lama akan tambah berneka ragam. Minimasi pembungkus, pengurangan penggunaan bahan terbuang, pengembangan pembungkus baru, penerapan penggunaan label bahan yang dapat didaur-ulang dan didaur-pakai, dan yang paling penting adalah pemisahan sampah berdasarkan jenisnya sejak awal, merupakan upaya yang umum dijumpai di negara-negara

maju. Semuanya membutuhkan keterlibatan pihak yang terkait, mulai dari penghasil sampah sampai pengelola sampah itu sendiri.

Langkah kedua dalam penanganan sampah adalah penggalakan recovery sampah untuk didaur-ulang. Upaya recovery bahan terbuang ini harus dimulai sejak dini sampai ke titik akhir dalam penanganan sampah. Keberadaan aktivitas ini bukan hanya sekedar diketahui dan diangkat dalam slogan manis, tetapi dimasukkan dalam kebijakan penanganan sampah kota dan yang paling penting diperhitungkan. Bila sistem ini tidak diperhitungkan, maka terdapat kemungkinan bahwa upaya tersebut akan dirasakan mengganggu sistem pengelolaan sampah yang ada. Upaya ini tidak dapat dilakukan sekaligus, karena menyangkut upaya perubahan pola pikir. Hal ini akan menjadi nyata dan bermanfaat bila upaya ini terintegrasi dengan sistem pengelolaan sampah yang dianut oleh Pengelola Kota dan Pemerintah Pusat.

Sampah sumber biomassa dan enersi: [2, 10]

Dilihat dari komposisi sampah, maka sebagian besar sampah kota di Indonesia adalah tergolong sampah hayati, atau secara umum dikenal sebagai sampah organik. Sampah yang tergolong hayati ini untuk kota-kota besar bisa mencapai 70 % dari total sampah, dan sekitar 28 % adalah sampah non-hayati yang menjadi obyek aktivitas pemulung yang cukup potensial, mulai dari sumber sampah sampai ke TPA. Sisanya (sekitar 2%) tergolong lain-lain, seperti B3 yang perlu dikelola tersendiri.

Sekitar tahun 1980-an Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) ITB memperkenalkan konsep *Kawasan Industri Sampah* (KIS) pada tingkat kawasan dengan sasaran meminimalkan sampah yang akan diangkut ke TPA sebanyak mungkin dengan melibatkan swadaya masyarakat dalam daur-ulang sampah. Konsep sejenis sudah dikembangkan di Jakarta yaitu Usaha Daur-ulang dan Produksi Kompos (UDPK) yang dimulai sekitar tahun 1991. Seperti halnya konsep KIS dari PPLH-ITB, maka konsep UDPK ini didasarkan atas *community based development*, yang merubah pendekatan pengelolaan sampah perkotaan dari fungsi pelayanan kepada fungsi produksi yang ekonomis, dan menciptakan lapangan kerja di sector informal. Namun dari 13 unit UDPK yang dikembangkan, menurut informasi tahun 2002, tidak lebih dari 3 unit yang masih beroperasi. Konsep ini tidak berjalan lancar karena membutuhkan kesiapan semua pihak untuk merubah cara pikir dan cara pandang dalam penanganan sampah, termasuk cara pandang pengelola kota setempat. Konsep sejenis akhir-akhir ini diperkenalkan oleh BPPT dengan *zero-waste* nya.

Secara teknis keberhasilan cara-cara tersebut banyak tergantung pada bagaimana memilah dan memisahkan sampah sedini mungkin, yaitu dimulai dari kontainer penghasil sampah di rumah yang telah dipisah, gerobak sampah yang secara terpisah mengangkut sampah sejenis, serta truk sampah yang akan mengangkut sampah sejenis atau bergantian menuju tempat pemrosesan. Tanpa upaya ini, usaha tersebut kurang begitu efisien.

Melihat komposisi sampah di Indonesia yang sebagian besar adalah sisa-sisa makanan, khususnya sampah dapur, maka sampah jenis ini akan cepat membusuk, atau terdegradasi oleh mikroorganisme yang berlimpah di alam ini. Cara inilah yang sebetulnya dikembangkan oleh manusia dalam bentuk pengomposan atau biogasifikasi. Di Indonesia, dengan kondisi kelembaban dan temperatur udara yang relatif tinggi, maka kecepatan mikroorganisme dalam 'memakan' sampah yang bersifat hayati ini akan lebih cepat pula.

Pengomposan merupakan salah satu teknik pengolahan limbah organik (hayati) yang mudah membusuk. Kompos dapat disebut berkualitas baik bila mempunyai karakteristik sebagai humus dan bebas dari bakteri patogen serta tidak berbau yang tidak enak. Sampah yang telah membusuk di sebuah timbunan sampah misalnya di TPA sebetulnya adalah kompos anaerob yang dapat dimanfaatkan pada pasca TPA. Alasan utama kegagalan pengomposan selama ini adalah pemasaran.

Aktivitas daur-ulang sampah dapat dimulai dari rumah-rumah, misalnya penggunaan komposter individual. Cara ini diperkenalkan dan telah diuji coba oleh LitBangPermukiman PU beberapa tahun yang lalu. Dengan volume container sekitar 60 Liter, maka ternyata sampah dapur,

khususnya sisa-sisa makanan, akan dapat ditahan di alat ini karena terjadi pengurangan volume sampah akibat pembusukan. Tipikal alat ini dapat menerima sampah dari sebuah keluarga selama lebih dari 6 bulan sebelum penuh. Setelah penuh, yang dihasilkan adalah kompos yang perlu penanganan lebih lanjut.

Sampah juga merupakan sumber biomas sebagai pakan ternak atau sebagai pakan cacing. Khusus untuk pakan cacing, jenis sampah yang cocok adalah sampah hayati, khususnya sampah yang berasal dari dapur. Dalam skala kota, dimana sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah masih tercampur, maka upaya ini sulit untuk tercapai baik. Dari upaya ini akan dihasilkan vermi-kompos yang berasal dari casting-nya serta bioamassa cacing yang kaya akan protein untuk makanan ternak serta kegunaan lain.

Sampah yang terbuang, sebetulnya menyimpan enersi yang dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan enersi sampah dapat dilakukan dengan cara (a) menangkap gasbio hasil proses degradasi secara anaerobic pada sebuah reactor (digester) atau (b) menangkap gas bio yang terbentuk dari sebuah landfill, dan (c) menangkap panas yang keluar akibat pembakaran, misalnya melalui insinerasi. Ide lain yang telah diterapkan di beberapa Negara industri seperti Jepang adalah membuat 'pelet' sampah sebagai bahan bakar. Biasanya produk ini digabungkan dengan insinerasi yang enersinya dimanfaatkan. Penelitian lain khususnya di negara industri seperti Amerika Serikat adalah mencoba membuat alkohol dari sampah organik ini.

Enersi dari proses termal: [10, 11, 12]

Salah satu jenis pengolah sampah yang sering digunakan sebagai alternatif penanganan sampah adalah insinerator. Khusus untuk sampah kota, sebuah insinerator akan dianggap layak bila selama pembakarannya tidak dibutuhkan subsidi enersi dari luar. Jadi sampah tersebut harus terbakar dengan sendirinya. Sejenis sampah akan disebut layak untuk insinerator, bila mempunyai nilai kalor sebesar 1500 kcal/kg kering. Untuk sampah kota di Indonesia, angka ini umumnya merupakan ambang tertinggi. Disamping itu, sampah kota di Indonesia dikenal mempunyai kadar air yang tinggi (sekitar 60 %), sehingga akan mempersulit lagi untuk terbakar dengan sendirinya. Hambatan utama penggunaan insinerator adalah kekhawatiran akan pencemaran udara. Insinerasi modular juga sering disebut-sebut sebagai alternatif dalam mengurangi massa sampah yang akan diangkut ke TPA. Beberapa Dinas Kebersihan juga mempunyai minat yang serius dengan pembakaran sampah di tingkat kawasan sebelum sampah diangkut ke TPA. Persoalan yang timbul adalah bagaimana mencari lokasi yang cocok, dan yang paling penting adalah bagaimana mengurangi dampak negatif dari pencemaran udara. Dari sekian banyak jenis pencemaran udara yang mungkin timbul, maka tampaknya yang paling dikhawatirkan adalah munculnya Dioxin, yang mengakibatkan Jepang mengkaji ulang insinerator sampah kotanya akibat hal ini. Kondisi operasional dengan mempertahankan temperatur yang tinggi (di atas 800 oC) merupakan salah satu upaya mengurangi timbulnya dioxin.

Enersi panas dari sebuah insinerator di negara industri sudah banyak yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti untuk pemanas kota di musim dingin, pembangkit tenaga listrik. Pemanfaatan enersi ini tentu saja membutuhkan kesiapan yang matang, seperti pasar yang akan membeli dan sebagainya, sebab biaya investasinya akan lebih mahal dibandingkan insinerator biasa. Dengan nilai kalor sebesar 1000 kcal/kg, sebetulnya akan diperoleh overall efficiency sampai menjadi listrik kurang dari 5 %, yang besarnya kira-kira 6000 kW untuk 1000 ton sampah. Jenis sampah yang dianggap baik untuk dikonversi menjadi listrik biasanya bila mempunyai overall efficiency paling tidak 10 %.

LANDFILLING ANDALAN PENGELOLA PERSAMPAHAN DI INDONESIA

Kegiatan-kegiatan daur-ulang sampah sebelum diurug di landfill dapat dijumpai di beberapa TPA di Indonesia. Yang paling banyak dijumpai adalah pembuatan kompos. Beberapa TPA juga telah dilengkapi dengan unit insinerator modular. Abu hasil pembakaran tersebut di beberapa tempat digunakan sebagai pencampur bahan bangunan batako, karena mengandung silikat cukup tinggi. Konsep keterpaduan penanganan sampah adalah bagaimana agar sebanyak mungkin sampah yang dapat dimanfaatkan. Jadi landfilling bukan satu-satunya cara penanganan sampah

di TPA. Di area ini misalnya dibangun sarana daur-ulang, dengan operasi utama pengomposan dan daur-ulang bagian non-hayati, disamping operasi landfilling biasa.

Penyingkiran dan pemusnahan sampah atau limbah lainnya ke dalam tanah merupakan cara yang selalu digunakan, karena alternatif pengolahan lain belum dapat menuntaskan permasalahan yang ada. Di negara majupun cara ini masih tetap digunakan walaupun porsinya tambah lama tambah menurun. Cara penyingkiran limbah ke dalam tanah, yang dikenal sebagai *landfilling* merupakan cara yang selalu digunakan, karena biayanya relatif murah, pengoperasiannya mudah dan luwes dalam menerima limbah. Namun fasilitas ini berpotensi mendatangkan masalah pada lingkungan, terutama dari lindi (*leachate*) yang dapat mencemari air tanah serta timbulnya bau dan lalat yang mengganggu, karena biasanya sarana ini tidak disiapkan dan tidak dioperasikan dengan baik.

Masalah bau, lalat dan asap tidak terlepas dari aplikasi tanah penutup. Tanah penutup juga akan mengurangi infiltrasi air hujan ke dalam timbunan, sehingga mengurangi kuantitas *leachate* yang terbentuk. Gangguan dapat pula terjadi melalui udara, yang menimbulkan persoalan bau dan persoalan gangguan pernafasan lainnya. Lalat merupakan salah satu gangguan yang sulit dihindari dari timbunan sampah yang sedang membusuk, apalagi bila tidak menerapkan tanah penutup harian. Lalat tertarik pada sampah karena bau yang ditimbulkan. Kebakaran dan asap banyak mendatangkan masalah pada landfill yang tidak dikelola secara baik. Api biasanya muncul karena adanya abu panas di dalam timbunan, atau adanya sinar matahari yang menimpa potongan kaca/gelas, atau adanya bahan lain seperti puntung rokok dan sebagainya. Timbulnya gas metan juga dapat memperlama kebakaran ini. Bila timbunan tersebut ditutup secara rutin dengan tanah penutup, sebetulnya api akan padam dengan sendirinya karena tidak tersedia oksigen.

Dari pengamatan di lapangan, biasanya pengelola persampahan di Indonesia menganggap sebuah landfill yang terletak di TPA dapat berjalan dengan sendirinya. Petugas khusus untuk mengatur dan mengelola di lapangan tidak disediakan. Oleh karena TPA merupakan tempat berkonsentrasinya sampah dari seluruh penjuru kota, dan kadangkala menerima pula sampah jenis lain, maka sebetulnya perhatian pengelola persampahan harus lebih serius lagi. Penanganan dan pembenahan sebuah TPA hendaknya menjadi prioritas pengelola persampahan. Dengan demikian, kesan masyarakat terhadap TPA sedikit demi sedikit akan berubah dan menjadi lebih baik.

Prinsip dasar dalam penggunaan metode *landfilling* agar mengurangi dampak negatif yang mungkin timbul adalah :

- a. Memilih site yang akan digunakan secara seksama
- b. Merancang site yang telah dipilih seduai kaidah-kaidah yang berlaku
- c. Membangun sarana ini sesuai dengan spesifikasi yang telah digariskan dalam rancangan
- d. Megoperasikan sarana yang telah dibangun secara baik
- e. Melakukan monitoring secara sistematis sejak mulai dioperasikan sampai pasca operasi.