

**PEMANFAATAN DRUM PLASTIK BEKAS SEBAGAI REAKTOR
(TEKNOLOGI TEPAT GUNA) UNTUK MENGOLAH SAMPAH RUMAH
TANGGA MENJADI KOMPOS ORGANIK**

Fatkahul Amin

Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang

**DINAMIKA
TEKNIK**
Vol. II, No. 2
Juli 2008
127 - 139

Abstract

Every day, each household always produce kinds of rubbish like dry and wet rubbish also papers which are thrown to the garbage can. This kind of behavior is about to change to improve our prosperity. Garbage is a worthy capital as it can be used as material which can be transformed into selling commodity. Applied technology is an alternative solution which is efficient enough for this time. The process of applied technology is very easy to carry out since all the equipments are available in our surrounding and the cost to make it is affordable, and more over the applied technology can be made by using used things. The use of used container as reactor to transform garbage is applied technology which is not dangerous and is able to increase income so that later on the it can improve our prosperity.

Key Word : rubbish, reactor to transform garbage

PENDAHULUAN

Setiap hari sampah dihasilkan oleh setiap rumah tangga dan setiap hari pula sampah yang ada hanya dibuang tanpa memiliki nilai jual yang ada pada sampah. Pola hidup membuang sampah setiap hari perlu diubah dengan mencoba menggali potensi yang ada pada sampah yang dihasilkan setiap hari. Secara umum, jenis sampah dapat dibagi 2 yaitu sampah organik (biasa disebut sebagai sampah basah) dan sampah anorganik (sampah kering). Sampah basah adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup, seperti daun-daunan, sampah dapur, dll. Sampah jenis ini dapat terdegradasi (membusuk/hancur) secara alami. Sebaliknya dengan sampah kering, seperti kertas, plastik, kaleng, dll. Sampah jenis ini tidak dapat terdegradasi secara alami.

Untuk menangani permasalahan sampah secara menyeluruh perlu dilakukan alternatif-alternatif pengelolaan. Landfill bukan merupakan alternatif yang sesuai, karena landfill tidak berkelanjutan dan menimbulkan masalah lingkungan. Malahan alternatif-alternatif tersebut harus bisa menangani semua permasalahan pembuangan

sampah dengan cara mendaur-ulang semua limbah yang dibuang kembali ke ekonomi masyarakat atau ke alam, sehingga dapat mengurangi tekanan terhadap sumberdaya alam. Untuk mencapai hal tersebut, ada tiga asumsi dalam pengelolaan sampah yang harus diganti dengan tiga prinsip-prinsip baru. Daripada mengasumsikan bahwa masyarakat akan menghasilkan jumlah sampah yang terus meningkat, minimisasi sampah harus dijadikan prioritas utama.

Sampah yang dibuang harus dipilah, sehingga tiap bagian dapat dikomposkan atau didaur-ulang secara optimal, daripada dibuang ke sistem pembuangan limbah yang tercampur seperti yang ada saat ini. Dan industri-industri harus mendesain ulang produk-produk mereka untuk memudahkan proses daur-ulang produk tersebut. Prinsip ini berlaku untuk semua jenis dan alur sampah. Pembuangan sampah yang tercampur merusak dan mengurangi nilai dari material yang mungkin masih bisa dimanfaatkan lagi. Bahan-bahan organik dapat mengkontaminasi/ mencemari bahan-bahan yang mungkin masih bisa di daur-ulang dan racun dapat menghancurkan kegunaan dari keduanya. Sebagai tambahan, suatu porsi peningkatan alur limbah yang berasal dari produk-produk sintetis dan produk-produk yang tidak dirancang untuk mudah didaur-ulang; perlu dirancang ulang agar sesuai dengan sistem daur-ulang atau tahapan penghapusan penggunaan.

SAMPAH dan DAUR ULANG

Sampah adalah suatu bahan yang terbangun atau dibuang dari sumber hasil aktifitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis. Sumber-sumber sampah (1) Rumah Tangga, (2) Pertanian, (3) Perkantoran, (4) Perusahaan, (5) Rumah Sakit, (6) Pasar dan lain sebagainya.

Secara garis besar, sampah dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : (1) Sampah Anorganik/kering Contoh : logam, besi, kaleng, plastik, karet, botol, dll yang tidak dapat mengalami pembusukan secara alami. (2) Sampah organik/basah Contoh : Sampah dapur, sampah restoran, sisa sayuran, rempah-rempah atau sisa buah dll yang dapat mengalami pembusukan secara alami. (3) Sampah berbahaya contoh : Baterai, botol racun nyamuk, jarum suntik bekas dan lain sebagainya.

Beberapa cara pemusnahan sampah yang dapat dilakukan secara sederhana sebagai berikut :

(1) **Penumpukan.**

Dengan metode ini, sebenarnya sampah tidak dimusnahkan secara langsung, namun dibiarkan membusuk menjadi bahan organik. Metode p kitnya penyakit menular, menyebabkan pencemaran, terutama bau, kotoran dan enumpukan bersifat murah, sederhana, tetapi menimbulkan resiko karena berjnag sumber penyakit dana badan-badan air.

(2) **Pengkomposan.** Cara pengkomposan meerupakan cara sederhana dan dapat menghasilkan pupuk yang mempunyai nilai ekonomi.

(3) **Pembakaran.** Metode ini dapat dilakuakn hanya untuk sampah yang dapat dibakar habis. Harus diusahakan jauh dari pemukiman untuk menghindari pencemarn asap, bau dan kebakaran.

(4) "Sanitary Landfill". Metode ini hampir sama dengan pemupukan, tetapi cekungan yang telah penuh terisi sampah ditutupi tanah, namun cara ini memerlukan areal khusus yang sangat luas.

Pemanfaatan Sampah

- (1) Sampah basah : Kompos dan makanan ternak
- (2) Sampah kering : Dipakai kembali dan daur ulang
- (3) Sampah kertas : Daur Ulang

Daur ulang

Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan , pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai.

Hambatan terbesar daur-ulang, bagaimanapun, adalah kebanyakan produk tidak dirancang untuk dapat didaur-ulang jika sudah tidak terpakai lagi. Hal ini karena selama ini para pengusaha hanya tidak mendapat insentif ekonomi yang menarik

untuk melakukannya. Perluasan Tanggungjawab Produsen (*Extended Producer Responsibility* - *EPR*) adalah suatu pendekatan kebijakan yang meminta produsen menggunakan kembali produk-produk dan kemasannya. Kebijakan ini memberikan insentif kepada mereka untuk mendisain ulang produk mereka agar memungkinkan untuk didaur-ulang, tanpa material-material yang berbahaya dan beracun. Namun demikian *EPR* tidak selalu dapat dilaksanakan atau dipraktekkan, mungkin baru sesuai untuk kasus pelarangan terhadap material-material yang berbahaya dan beracun dan material serta produk yang bermasalah.

Di satu sisi, penerapan larangan penggunaan produk dan *EPR* untuk memaksa industri merancang ulang ulang, dan pemilahan di sumber, komposting, dan daur-ulang di sisi lain, merupakan sistem-sistem alternatif yang mampu menggantikan fungsi-fungsi *landfill* atau insinerator. Banyak komunitas yang telah mampu mengurangi 50% penggunaan *landfill* atau insinerator dan bahkan lebih, dan malah beberapa sudah mulai mengubah pandangan mereka untuk mencrapkan *Zero Waste* atau Bebas Sampah. Produksi Bersih (*Clean Production*) merupakan salah satu pendekatan untuk merancang ulang industri yang bertujuan untuk mencari cara-cara pengurangan produk-produk samping yang berbahaya, mengurangi polusi secara keseluruhan, dan menciptakan produk-produk dan limbah-limbahnya yang aman dalam kerangka siklus ekologis.

Prinsip-prinsip yang juga bisa diterapkan dalam keseharian misalnya dengan menerapkan Prinsip 4R yaitu:

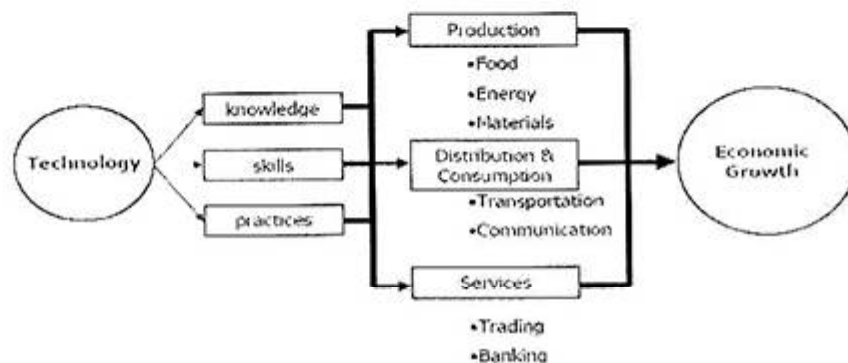
- *Reduce* (Mengurangi); sebisa mungkin lakukan minimalisasi barang atau material yang kita pergunakan. Semakin banyak kita menggunakan material, semakin banyak sampah yang dihasilkan.
- *Reuse* (Memakai kembali); sebisa mungkin pilihlah barang-barang yang bisa dipakai kembali. Hindari pemakaian barang-barang yang disposable (sekali pakai, buang). Hal ini dapat memperpanjang waktu pemakaian barang sebelum ia menjadi sampah.

- *Recycle* (Mendaur ulang); sebisa mungkin, barang-barang yg sudah tidak berguna lagi, bisa didaur ulang. Tidak semua barang bisa didaur ulang, namun saat ini sudah banyak industri non-formal dan industri rumah tangga yang memanfaatkan sampah menjadi barang lain.

- *Replace* (Mengganti); teliti barang yang kita pakai sehari-hari. Gantilah barang-barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama. Juga telitilah agar kita hanya memakai barang-barang yang lebih ramah lingkungan, Misalnya, ganti kantong kresek kita dengan keranjang bila berbelanja, dan jangan pergunakan *styrofoam* karena kedua bahan ini tidak bisa didegradasi secara alami.

TEKNOLOGI

Teknologi adalah *The latest "knowledge, skills and practices involved in the production, consumption and distribution of goods and services in an economic development process"*



Gambar Definisi Teknologi

Sumber : "Mitchell F. Rice : "Information and Communication Technologies and the Global Digital Divide – Technology Transfer, Development, and Least Developing Countries" – Project MUSE, <http://muse.jhu.edu>

Keberadaan teknologi sudah melekat pada masyarakat, hampir semua aktivitas yang semula masih manual sekarang sudah menjadi otomatis. Namun demikian Teknologi yang terkini membutuhkan investasi yang tidak sedikit. Teknologi pengolahan sampah dari waktu ke waktu mengalami perkembangan yang cepat.

Teknologi pengolahan sampah dilihat dari kapasitas produksinya bisa dibedakan menjadi dua, yaitu teknologi pengolahan sampah besar dan teknologi pengolahan sampah kecil (rumah tangga).

TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH BESAR

(1) Teknologi Pembakaran Stoker

Bagian utama fasilitas pembakaran, terdiri dari fasilitas receiving dan supply, fasilitas pembakaran, fasilitas pendinginan gas pembakaran, fasilitas pengolahan gas emisi, fasilitas pembangkit listrik, fasilitas pemanfaatan panas sisa, fasilitas pengeluaran abu, serta pengolahan air buangan. Tungku pembakaran yang menjadi jantung fasilitas pembakaran, dari formatnya dapat dibagi secara gamblang menjadi tipe stoker dan tipe aliran dasar. Tipe stoker adalah *mainstream* tungku pembakaran, memiliki sejarah panjang, dan jumlah fasilitasnya jauh lebih banyak. Dengan stoker yang bergerak kedepan-belakang sampah diaduk, untuk pengeringan dan pembakaran digunakan berbagai macam tungku dari tipe kecil hingga ke yang besar. Selain itu, bentuk tungku pembakaran dapat dibagi menjadi tungku aliran berlawanan, tungku aliran tengah, dan tungku aliran searah.

- Penanganan dioksin

Dioksin tidak hanya dihasilkan dari pembakaran sampah, tetapi dapat dihasilkan oleh semua pembakaran. Gas emisi kendaraan, kebakaran hutan, asap rokok dan dari perkara lain di sekitar kita juga dihasilkan. Selain itu, juga proses pemutihan bubuk kertas pun dihasilkan, dan ada kadangkala dihasilkan sebagai *impurity* pada proses produksi senyawa khlorinat organik. Terjadinya dioksin dalam pembakaran sampah, dapat dikendalikan dengan penguraian suhu tinggi dioksin atau prehormon melalui pembakaran sempurna yang stabil. Untuk itu, penting untuk mempertahankan suhu tinggi gas pembakaran dalam tungku pembakaran, menjaga waktu keberadaan yang cukup bagi gas pembakaran, serta pengadukan campuran antara gas yang belum terbakar dan udara dalam gas pembakaran. Kemudian terhadap pencegahan

pembentukan senyawa de novo yang juga merupakan penyebab munculnya dioksin, pendinginan mendadak serta pengkondisian suhu rendah gas pembakaran akan efektif.

- Pengolahan abu

Karena debu yang dikumpulkan dengan penghisap debu banyak mengandung logam berat atau dioksin, ditetapkan sebagai sampah umum kontrol khusus dan diwajibkan atasnya berbagai proses seperti proses sementasi, proses *chelation*, ekstraksi asam atau *solvent/* netralisasi, peleburan, dan *burning*. Di antara ini semua, pada peleburan abu bakaran atau abu terbang dipanaskan pada suhu 1250_1450_ atau lebih dengan menggunakan panas pembakaran bahan bakar atau energi listrik, dan abu dijadikan slag. Karena diproses suhu tinggi, dioksin dalam residu pembakaran pun 99 % ke atas terurai. Abu yang telah dijadikan slag, selain mengalami penyusutan volume, juga mengalami netralisasi racun, karena itu pemanfaatan ulang terbuka lebar, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai andil dalam memperpanjang umur tempat pembuangan akhir.

- Pemanfaatan pembangkit listrik dan panas sisa

Uap panas tekanan tinggi yang dihasilkan boiler, dikirim ke turbin uap, dan turbin melakukan kerja dengan berputar, semakin besar selisih panas antara inlet dan outlet semakin besar pula daya listrik yang dibangkitkan oleh kerja turbin uap per kuantitas uap. Karena itu, improvisasi persyaratan inlet turbin dengan cara membuat boiler panas dan tekanan tinggi, di samping improvisasi tingkat kevakuman pada outlet turbin (tekanan rendah outlet) merupakan jalan untuk mendapatkan daya listrik tinggi. Selain itu, sebagai pemanfaatan sisa panas, uap yang dihasilkan boiler dimanfaatkan secara langsung atau melalui alat penukar panas untuk membuat air hangat yang itu kemudian digunakan di internal atau eksternal fasilitas.

(2) Tungku Pelelehan Berbahan Bakar Gas

Agenda permasalahan tungku pembakaran sampah yang sudah ada adalah pengurangan beban lingkungan dan penggalakan penarikan barang yang diperlukan pada proses pengolahan. Pada pertengahan tahun 1970 mulai pengembangannya dilakukan, sebagai upaya pemecahan masalah tersebut, dengan memperhatikan

penguraian oleh panas. Tetapi, karena sampahnya mengandung elemen yang kompleks dan kuantitas panas yang dihasilkan rendah, sulit untuk direalisasikan karena membutuhkan energi pembantu dalam jumlah besar. Tetapi, akhir-akhir ini, permasalahan ini memiliki prospek pemecahan tungku pelelehan berbahan bakar gas dilirik kembali karena kuatnya dorongan kebutuhan akan pengurangan kuantitas emisi dioksin, serta tuntutan *cost down* yang dikeluarkan untuk pelelehan abu mengingat proses pelelehan abu bakaran sudah menjadi umum. Sebagai formatnya, ada 3 jenis tungku pelelehan berbahan bakar gas: tipe fluida dasar, tipe kiln, serta tipe tungku shaft. Ada berbagai karakteristik seperti pengurangan drastis jumlah emisi dioksin dengan pembakaran suhu tinggi, perampingan fasilitas pengolahan gas emisi dengan pembakaran rasio udara rendah, serta tidak diperlukannya sumber panas eksternal karena pemanfaatan panas yang dimiliki sampah untuk pelelehan abu sampah.

(3) Tungku Stoker Generasi Baru

Pada tungku pelelehan berbahan bakar gas terdapat permasalahan sebagaimana disebutkan di depan, dan konfigurasi sistem pengolahan gas emisi pun tidak terlalu jauh berbeda dari tungku pembakaran stoker konvensional, tetapi jika pembakaran suhu tinggi rasio udara rendah dengan tipe tungku stoker konvensional, dapat dihasilkan efek yang serupa dengan tungku pelelehan berbahan bakar gas, karena itulah penggunaan tungku stoker generasi baru mulai dipertimbangkan. Tungku stoker memiliki reputasi nyata, dan reliabilitasnya tinggi. Selain itu, karena suhu pembakarannya sekitar 1100_oC, keuntungannya adalah kerusakan bahan tahan api yang kecil. Dewasa ini, di berbagai perusahaan, sedang giat diterapkan uji demonstrasi atau uji mesin, dan konsep total tungku stoker generasi baru. kini bergeser dari pemaparan teknologi, menuju pelemparan ke pasaran.

(4) Pembuatan RDF dan Pengolahan Wilayah Luas

RDF (Refuse Derived Fuel) adalah bahan bakar yang dibentuk seperti krayon dengan mencampurkan batu abu ke sampah yang telah dipisahkan dari sampah tidak terbakar. Dengan melakukan ini, tidak akan membusuk walau disimpan dalam waktu lama, serta sangat praktis untuk pengangkutan. Jika kualitasnya homogen pembakaran pun

stabil. Karena itu, fasilitas pembuatan RDF dibangun di berbagai tempat, lalu RDF yang dibuat di masing-masing tempat di wilayah yang luas tersebut diangkut dan dikumpulkan ke satu tempat, sehingga dapat diadopsi suatu sistem fasilitas pembangkit listrik yang mengolah RDF dalam skala besar. Mengingat kasus ini merupakan contoh pengolahan sampah area luas, untuk meningkatkan nilai komersial sistem secara luas, perlu memikirkan pembangkit listrik efisiensi tinggi dan biaya operasionalnya ditutupi oleh hasil penjualan listrik tersebut.

(5) Teknologi Fermentasi Metana

Pada tahun 2002, di Jepang, telah dicanangkan “biomass - strategi total Jepang” sebagai kebijakan negara. Sebagai salah satu teknologi pemanfaatan biomassa sumber daya alam dapat diperbaharui yang dikembangkan di bawah moto bendera ini, dikenal teknologi fermentasi gas metana. Sampah dapur serta air seni, serta isi *septic tank* diolah dengan fermentasi gas metana dan diambil biomasnya untuk menghasilkan listrik, lebih lanjut panas yang ditimbulkan juga turut dimanfaatkan. Sedangkan residunya dapat digunakan untuk pembuatan kompos. Karena sampah dapur mengandung air 70 – 80 %, sebelum dibakar, kandungan air tersebut perlu diuapkan. Di sini, dengan pembagian berdasarkan sumber penghasil sampah dapur serta fermentasi gas metana, dapat dihasilkan sumber energi baru dan ditingkatkan efisiensi termal secara total..

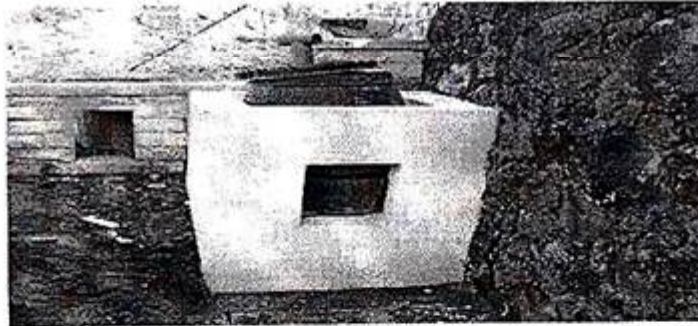
PENGOLAHAN SAMPAH RUMAH TANGGA (REAKTOR SAMPAH)

Pengolahan sampah rumah tangga berbeda dengan pengolahan sampah besar. Hal yang mendasari perbedaan ini adalah jumlah sampah yang dihasilkan lebih kecil dan teknologi yang digunakan untuk mengolahnya juga sederhana. Mengingat kondisi lokasi rumah yang kebanyakan tidak di atur atau tidak ditata untuk kepentingan proses produksi. Pemanfaatan drum plastik bekas bisa digunakan sebagai reaktor pengolahan sampah rumah tangga menjadi kompos organik.

Berikut ini proses pengolahan sampah basah rumah tangga menjadi sampah organik:

1. Siapkan Reaktor Kompos (Komposter)

Pembuatan reactor (tempat proses pengkomposan, tempat proses pembusukan) dimulai dengan mempersiapkan peralatan seperti; Drum Plastik, Pipa PVC, lem dan kain kasa seperti pada gambar 1. Pembuatan reactor tidak sulit karena semua peralatan yang digunakan bisa didapatkan secara mudah disekitar lingkungan.



Gambar 1. Reaktor Pengolah sampah

2. Persiapan Bahan Organik

Bahan yang akan dibuat menjadi kompos disiapkan. Sampah organik yang disiapkan bisa berasal apa saja, misalnya dari sisa sayuran, nasi, atau potongan-potongan tanaman dari kebun. Agar kompos tidak berbau, hindari memasukkan *daging, tulang dan minyak*. Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor kompos, bahan-bahan tadi sebaiknya dipotong kecil-kecil (gambar 2) agar proses dekomposisinya menjadi lebih cepat dan lebih sempurna. Proses dekomposisi memerlukan bakteri pengurai, gunakan kotoran ternak atau EM4 (*Effective Microorganism 4*) yang bisa didapatkan ditoko-toko penjual pupuk terdekat.

stabil. Karena itu, fasilitas pembuatan RDF dibangun di berbagai tempat, lalu RDF yang dibuat di masing-masing tempat di wilayah yang luas tersebut diangkut dan dikumpulkan ke satu tempat, sehingga dapat diadopsi suatu sistem fasilitas pembangkit listrik yang mengelolah RDF dalam skala besar. Mengingat kasus ini merupakan contoh pengolahan sampah area luas, untuk meningkatkan nilai komersial sistem secara luas, perlu memikirkan pembangkit listrik efisiensi tinggi dan biaya operasionalnya ditutupi oleh hasil penjualan listrik tersebut.

(5) Teknologi Fermentasi Metana

Pada tahun 2002, di Jepang, telah dicanangkan "biomass - strategi total Jepang" sebagai kebijakan negara. Sebagai salah satu teknologi pemanfaatan biomassa sumber daya alam dapat diperbaharui yang dikembangkan di bawah moto bendera ini, dikenal teknologi fermentasi gas metana. Sampah dapur serta air seni, serta isi *septic tank* diolah dengan fermentasi gas metana dan diambil biomasnya untuk menghasilkan listrik, lebih lanjut panas yang ditimbulkan juga turut dimanfaatkan. Sedangkan residunya dapat digunakan untuk pembuatan kompos. Karena sampah dapur mengandung air 70 – 80 %, sebelum dibakar, kandungan air tersebut perlu diuapkan. Di sini, dengan pembagian berdasarkan sumber penghasil sampah dapur serta fermentasi gas metana, dapat dihasilkan sumber energi baru dan ditingkatkan efisiensi termal secara total..

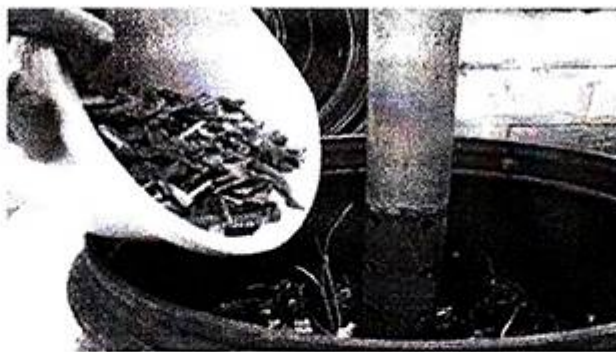
PENGOLAHAN SAMPAH RUMAH TANGGA (REAKTOR SAMPAH)

Pengolahan sampah rumah tangga berbeda dengan pengolahan sampah besar. Hal yang mendasari perbedaan ini adalah jumlah sampah yang dihasilkan lebih kecil dan teknologi yang digunakan untuk mengolahnya juga sederhana. Mengingat kondisi lokasi rumah yang kebanyakan tidak di atur atau tidak ditata untuk kepentingan proses produksi. Pemanfaatan drum plastik bekas bisa digunakan sebagai reaktor pengolahan sampah rumah tangga menjadi kompos organik.

Berikut ini proses pengolahan sampah basah rumah tangga menjadi sampah organik:



Gambar 2. Proses pemotongan bahan organik



Gambar 3. Sampah yang telah dipotong-potong dimasukkan ke dalam reaktor

3. Siram dan Aduk

Agar proses pengomposan berjalan dengan sempurna, media harus mengandung kira-kira 50% air. Jadi jangan lupa untuk selalu menyiram media kompos ini setiap hari dengan air secukupnya. Bila perlu, bolak-balik media kompos setiap hari agar proses aerasi berjalan sempurna. Selama proses pengomposan, sering kali lalat menjadi masalah yang menjengkelkan. Oleh sebab itu, kuusahakan agar setiap lubang di reaktor komposku ditutup dengan kawat kasa. Bila bau tak sedap keluar, tambahkan air dan EM4, dan bau segera menghilang. Jika proses ini berjalan dengan baik, setelah 5 hari volume sampah yang dimasukkan akan menyusut kira-kira menjadi hanya 25% dari volume awalnya. Jadi untuk skala rumah tangga, reaktor kompos berukuran 1 m-kubik sudah lebih dari cukup.

4. Panen

Kompos siap dipanen setelah diproses kira-kira 2-3 minggu, bergantung pada tahap pemrosesnya. Pada reaktor komposku, sengaja kubuat sebuah sistem sederhana sehingga proses pemanenan kompos dilakukan dari dasar reaktor. Kompos yang diperoleh adalah lumpur hitam yang mengandung air kira-kira 50%. Sehingga, untuk mendapatkan kompos kering, lumpur tadi harus dijemur. Biasanya, lumpur yang kuperoleh langsung kupakai sebagai media tanaman di kebunku. Jadi tidak perlu dijemur dahulu.



Gambar 4. Kompos organik telah jadi

KESIMPULAN

Budaya membuang sampah perlu dirubah dengan budaya mengelola sampah secara benar. Komoditi seperti kompos organik yang mempunyai nilai jual relatif tinggi bisa dibuat dari sampah rumah tangga dengan menggunakan reaktor sampah yang terbuat dari drum plastik bekas. Teknologi sebagai aplikasi dari ilmu pengetahuan bisa membantu, dan manusia sebagai sumber daya mempunyai peranan yang dominan untuk mensinergikan antara teknologi, budaya dan lingkungan. Sehingga diharapkan perubahan ini akan menciptakan lapangan pekerjaan baru atau lahan untuk mencari tambahan penghasilan bagi setiap rumah tangga. Apabila sinergi ini terwujud maka sampah yang semula tidak bernilai akan menjadi komoditi yang layak jual, perubahan akan membawa kepada perubahan budaya yang semakin

bertanggungjawab dan aplikasi teknologi tepat guna yang ramah terhadap lingkungan akan terwujud dimulai dari rumah kita masing-masing.

TINJAUAN PUSTAKA

- Apriadji, W.H. 1989. *Memproses Sampah*, Penebar Swadaya, Jakarta
- APEC, 2005, *Teknologi Pengolahan Sampah Jepang*, Seminar Teknologi Lingkungan, Kawasaki Juko, Co. Ltd, Bandung
- Bapedal, 1997. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Badan Pengendali Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Dahuri R., Dkk. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Clark, John, 1977. *Coastal Ecosystem Managemen. A. Technical Manual for the Conservation of coastal Zone Resources*. John Wiley & Sons, New York.
- *Proyek Penelitian Masalah Pengembangan Sumberdaya Laut Dan Pencemaran Laut*, 1976. *Pedoman Umum Pengelolaan dan Pengembangan Wilayah Pesisir*. Panitia Perumus dan Rencana Kerja bagi Pemerintah di Bidang Pengembangan Lingkungan Hidup.
- *Proyek Penelitian Wilayah Pesisir*, 1987. *Proyek Penelitian Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pencemaran Laut*. Asisten I Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup.
- Sihombing S. 1995. *Laporan Pengkajian Sistem Pupuk Organik pada Usahatani Pekarangan di desa Besum Kabupaten Jayapura*.
- Tandjung, S.D., 1991. *Konservasi Sumber Daya Alam*. Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Wardhana W.A., 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset Yogyakarta