

PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK

Teknologi Dalam Pemberdayaan Lahan Perkotaan



Sampah secara sederhana diartikan sebagai sampah organik dan anorganik yang dibuang oleh masyarakat dari berbagai lokasi di suatu daerah. Sumber sampah umumnya berasal dari perumahan dan pasar yang akhirnya sampah menjadi masalah penting untuk wilayah kota yang padat penduduknya. Sampah merupakan sumber daya alam yang sangat besar apabila kita dapat memanfaatkannya dengan baik. Oleh karena itu perlu melalui proses daur ulang secara organik untuk menghasilkan produk pupuk yang sangat penting sebagai unsur hara untuk kesuburan tanah dan perkembangan tanaman.

Fauziatun Nisak, Yeni Ika Pratiwi,
Bambang Gunawan

PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK

PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK

Teknologi Dalam Pemberdayaan Lahan Perkotaan

Oleh :

**Fauziatun Nisak
Yeni Ika Pratiwi
Bambang Gunawan**

BUKU DISUSUN ATAS BIAYA :

**Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen Penguanan Riset
dan Pengembangan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan
Penugasan Hibah**

No. Kontrak : 006/SP2H/LT/MONO/L7/KM/2019, tanggal 26 Maret 2019

**Uwais Inspirasi Indonesia
2019**

PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK

Teknologi Dalam Pemberdayaan Lahan Perkotaan

ISBN: 978-623-227-092-3

Penulis: Fauziatun Nisak

Yeni Ika Pratiwi

Bambang Gunawan

Editor: Yogi

Design Cover: Haqi

15,5 c x 23 cm

iv + 89 halaman

Cetakan Pertama,

Diterbitkan Oleh:

Uwais Inspirasi Indonesia

Anggota IKAPI

Redaksi:

Ds. Sidoarjo, Kec. Pulung, Kab. Ponorogo

Email: Penerbituwais@gmail.com

Website: www.penerbituwais.com

Telp: 0352-571 892

WA: 0812-3004-1340/0823-3033-5859

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang telah diatur dan diubah dari Undang-Undang nomor 19 Tahun 2002, bahwa:

Kutipan Pasal 113

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Sampah secara sederhana diartikan sebagai sampah organik dan anorganik yang dibuang oleh masyarakat dari berbagai lokasi di suatu daerah. Sumber sampah umumnya berasal dari perumahan dan pasar yang akhirnya sampah menjadi masalah penting untuk wilayah kota yang padat penduduknya. Sampah merupakan sumber daya alam yang sangat besar apabila kita dapat memanfaatkannya dengan baik. Oleh karena itu perlu melalui proses daur ulang secara organik untuk menghasilkan produk pupuk yang sangat penting sebagai unsur hara untuk kesuburan tanah dan perkembangan tanaman.

Pada kesempatan ini, kami bersyukur atas segala nikmat dan karunia Alloh SWT sehingga tim penulis dari Universitas Merdeka Surabaya dapat menyelesaikan penyusunan buku teknologi dengan Judul "**Pemanfaatan Biomas Sampah Organik**" dimana buku ini merupakan teknologi tepat guna khususnya dalam upaya pemberdayaan lahan pada masyarakat perkotaan. Teknologi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dibiayai oleh dana hibah Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Kontrak Penelitian Dosen Pemula, Nomor : 006/SP2H/LT/MONO/L7/2019 tertanggal 26 Maret 2019.

Harapan kami teknologi tepat guna ini dapat menjadi komponen pengembangan pertanian perkotaan yang dapat menjadi bagian kekuatan kemandirian masyarakat. Dengan gerakan pertanian perkotaan dapat menjadi alternatif untuk menjaga ketahanan pangan khususnya keluarga pra sejahtera, sehingga berdampak positif dalam pengentasan kemiskinan dan menumbuhkan kemandirian masyarakat, disamping juga dapat memberikan kontribusi besar dalam penyediaan ruang terbuka hijau.

Akhirnya pada kesempatan ini penulis berharap, semoga buku teknologi tepat guna ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Surabaya, Juli 2019.
Penulis.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. HAKEKAT SAMPAH	6
2.1. Jenis dan Sumber Sampah.....	7
2.2. Dampak Penumpukan Sampah	13
BAB III. PEMBANGUNAN DALAM PENGELOLAAN SAMPAH	16
3.1. Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah	21
3.2. Pengelolaan Sampah Terpadu.....	33
BAB IV. PENGELOLAAN SAMPAH PERKOTAAN.....	66
BAB V. PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK PERKOTAAN.....	72
5.1. Pemanfaatan Biomass Sampah Organik Perkotaan Terhadap Uji Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi	72
A. Pendahuluan	72
B. Tinjauan Tanaman Sawi.....	76
C. Rancangan Percobaan.....	79
D. Hasil Penelitian Biomass Sampah Organik Perkotaan Terhadap Tanaman Sawi	80
E. Simpulan Hasil Penelitian.....	84
BAB VI. PENUTUP	86
DAFTAR PUSTAKA	87

BAB I

PENDAHULUAN

Pekembangan kawasan permukiman perkotaan saat ini mempunyai peran besar dalam peningkatan jenis dan kualitas sampah. Laju pertumbuhan jumlah penduduk meningkatkan tekanan pada lingkungan. Salah satu tekanan pada lingkungan adalah masalah sampah. Volume sampah yang meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk akan menghadapkan pada permasalahan kebutuhan lahan pembuangan sampah, serta semakin tingginya biaya pengelolaan sampah dan biaya-biaya lingkungan yang diakibatkan oleh sampah. Sampah merupakan bagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia dan umumnya bersifat padat (Pasal 1 UU No 18/2008). Sumber sampah pada permukiman perkotaan diantaranya dari rumah tangga, warung, bangunan umum, industri rumah tangga dan jalan.

Pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang dilakukan dalam menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pembuangan akhir. Kegiatan pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang dilakukan dalam menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pengelolaan sampah pada tempat pembuangan akhir (TPA). Kedudukan Pemerintah Daerah sangat strategis dalam hal pelaksanaan, fasilitasi dan stimulasi pengelolaan sampah ramah lingkungan dengan pola 3R berbasis masyarakat. Persoalan yang muncul yaitu pada sisi pemerintah, pada

umumnya sarana dan prasarana pengelolaan sampah masih terbatas kualitas dan kuantitasnya serta belum berkembangnya mekanisme insentif dan disinsentif di bidang pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah oleh swasta atau kelompok masyarakat sebetulnya sudah mulai berkembang namun belum cukup signifikan dalam konteks cakupan dan skala layanan.

Aktifitas manusia dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang dianggapnya sudah tidak berguna lagi, sehingga diperlukannya sebagai barang buangan yang disebut sampah. Sampah secara sederhana diartikan sebagai sampah organik dan anorganik yang dibuang oleh masyarakat dari berbagai lokasi di suatu daerah. Sumber sampah umumnya berasal dari perumahan dan pasar yang akhirnya sampah menjadi masalah penting untuk wilayah kota yang padat penduduknya. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah volume sampah yang sangat besar sehingga melebihi kapasitas daya tampung tempat pembuangan sampah akhir (TPA), pengelolaan sampah dirasakan tidak memberikan dampak positif kepada lingkungan, dan kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah, terutama dalam memanfaatkan produk sampingan dari sampah yang menyebabkan tertumpuknya produk tersebut di tempat pembuangan akhir (TPA).

Permasalahan sampah merupakan hal yang krusial, bahkan dapat diartikan sebagai masalah kultural karena dampaknya mengenai berbagai sisi kehidupan, terutama di kota besar. Berdasarkan perkiraan, volume sampah yang dihasilkan oleh manusia rata-rata sekitar 0,5 kg/perkapita/hari, sehingga untuk kota besar seperti Jakarta yang memiliki penduduk sekitar 10 juta orang menghasilkan sampah sekitar 5000 ton/hari. Sementara data dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH)

Kota Surabaya, Jawa Timur, mencatat jumlah sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Benowo pada 2016 mencapai 1.500 ton per hari. Jumlah itu lebih kecil dari 2015 sebesar 2.000 ton per hari, kemudian turun menjadi 1.400 ton per hari pada 2014 dimana proporsinya 60 persen sampah organik, 40 persen sampah anorganik (DKRTH, 2017).

Kondisi ini bila tidak cepat ditangani secara benar, maka kota-kota besar tersebut akan tenggelam dalam timbunan sampah berbarengan dengan segala dampak negatif yang ditimbulkannya seperti pencemaran air, udara, tanah, dan sumber penyakit. Pada pengolahan sampah tidak ada teknologi tanpa meninggalkan sisa. Oleh sebab itu, pengolahan sampah membutuhkan lahan sebagai tempat pembuangan akhir (TPA). Sampah sebagai barang yang memiliki nilai tidak seharusnya diperlakukan sebagai barang yang menjijikan, melainkan harus dapat dimanfaatkan sebagai bahan mentah atau bahan yang berguna lainnya. Pengolahan sampah harus dilakukan dengan efisien dan efektif, yaitu sedekat mungkin dengan sumbernya, seperti RT/RW, sekolah, rumah tangga sehingga jumlah sampah dapat dikurangi.

Sampah merupakan sumber daya alam yang sangat besar apabila kita dapat memanfaatkannya dengan baik. Oleh karena itu perlu melalui proses daur ulang secara organik untuk menghasilkan produk pupuk yang sangat penting sebagai unsur hara untuk kesuburan tanah dan perkembangan tanaman. Pengelolaan sampah diantaranya dapat dimanfaatkan menjadi pupuk cair organik yang didalamnya terkandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, perbaikan struktur tanah dan zat yang dapat mengurangi bakteri yang merugikan dalam tanah. Pupuk organik biasanya tidak meninggalkan residu/sisa dalam tanaman sehingga hasil tanaman akan aman bila dikonsumsi, sehingga apapun pengelolaan

sampah yang baik sebagai proses daur ulang sampah untuk menghasilkan pupuk cair organik yang berkualitas, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman bagi kelangsungan hidupnya.

Perkara sampah seolah tak pernah berhenti, padahal sampah sebetulnya takkan menjadi masalah berat bila setiap individu punya niat mengelolanya. Sayangnya, kebanyakan orang belum betul-betul menyadari hal ini karena tingkat kepedulian masyarakat masih sebatas pada lingkungan rumah sendiri. Selama ini ada anggapan bahwa penanganan sampah semata-mata urusan pemerintah. Kinilah saat yang tepat untuk mengubah paradigma tersebut, sebab persoalan sampah juga selayaknya menjadi tanggung jawab masyarakat. Paling tidak, bagaimana setiap anggota keluarga dapat dengan cermat menangani/mengelola sampah rumah tangga. Menghadapi masalah sampah memang perlu motivasi, dimulai dari diri sendiri dan dari rumah sendiri. Contohnya, membuang sampah pada tempatnya sesuai dengan jenis sampahnya.

Pada pertengahan era 1900 an, metode pengelolaan sampah di Indonesia dengan Jepang terlihat tidak jauh berbeda yaitu dengan menggunakan gerobak sebagai alat pengumpul sampah dan sebagian besar proses masih mengandalkan tenaga manusia. Setelah lebih dari 30 tahun berselang, Indonesia masih menggunakan metode yang tidak jauh berbeda misalnya saja pemilahan sampah dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang dinilai sangat tidak efektif. Menurut riset yang telah dilakukan, Kota Bandung memiliki angka perkiraan sampah yang timbul setiap harinya 1.551 ton/hari atau setara dengan 6.332 m³/ hari dan dari jumlah tersebut hanya 3,2% yang di buat kompos serta didaur ulang.

Menurut Prof. Enri Damanhuri bahwa selama ini usaha yang banyak disosialisasikan di Indonesia adalah *Reuse* dan *Recycle*, padahal

salah satu faktor penentu yang juga penting dan mendesak untuk dilakukan adalah memilah sampah langsung dari saat ditimbulkan. Untuk mendorong kelangsungan program pengolahan sampah, pemerintah Jepang mendukung dengan memberikan insentif bagi warga sebesar 1 Yen (sekitar Rp. 105,-) per kilogram. Pada tahun 2010 insentif untuk warga yang telah pemerintah berikan mencapai 68.000 yen atau setara dengan Rp. 7.410.000,-. Selain itu Prof. Takeshi Fujiwara menyatakan bahwa pemerintah pun membuat peraturan yang mengikat warga untuk ikut berpartisipasi dalam pengolahan sampah dengan keberadaan UU Pembentukan Masyarakat berbasiskan daur ulang dan UU Daur Ulang dengan prioritas usaha yang harus dilakukan adalah pengurangan sampah dari sumbernya, penggunaan kembali, lalu daur ulang.

Semua pihak yang terkait dengan pengadaan sampah dan pengelolaannya harus turut serta dalam usaha peningkatan kualitas. Pihak konsumen/rumah tangga harus mengurangi sampah dan memilahnya, pemerintah bertanggung jawab terhadap pengumpulan sampah, dan pabrik berperan dalam re-komersialisasi produk daur ulang.

BAB II

HAKEKAT SAMPAH

Sampah dan limbah pada dasarnya merupakan sisa dari proses pengubahan energi yang tidak bisa sempurna. Hal ini sesuai dengan hukum termodinamika kedua yang banyak digunakan dalam ilmu fisika. Meskipun energi tidak pernah hilang dari alam raya tetapi akan diubah ke dalam bentuk yang kurang bermanfaat. Hukum tersebut kemudian dijadikan salah satu asas dasar ilmu lingkungan yang menyatakan bahwa tak ada sistem pengubahan energi yang betul-betul efisien. Artinya selalu ada sisa atau disebut entropy. Ketika manusia makan, maka sebagian akan diubah menjadi energi untuk beraktivitas dan sisanya akan diubah menjadi limbah kotoran atau disebut entropy. Begitu pula dalam proses produksi di industri, tidak semua bahan mentah dapat diubah menjadi barang jadi, tetapi sebagian akan diubah menjadi sampah atau limbah. Dalam rumah tangga pun demikian, tidak semua barang-barang konsumsi habis semuanya, sebagian akan dibuang dalam bentuk sampah baik sampah organik maupun anorganik.

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh banyak kota di seluruh dunia. Semakin tingginya jumlah penduduk dan aktivitasnya membuat volume sampah terus meningkat, akibatnya untuk mengatasi sampah diperlukan biaya yang tidak sedikit dan lahan yang semakin luas. Disamping itu tentu saja sampah membahayakan kesehatan dan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan sampah dimaksudkan agar sampah tidak membahayakan kesehatan manusia dan tidak mencemari lingkungan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk

memperoleh manfaat atau keuntungan bagi manusia. Hal ini didasari oleh pandangan bahwa sampah adalah sumber daya yang masih bisa dimanfaatkan dan bahkan memiliki nilai ekonomi. Pandangan tersebut muncul seiring dengan semakin langkanya sumber daya alam dan semakin rusaknya lingkungan.

2.1. JENIS DAN SUMBER SAMPAH

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Proses yang dimaksud adalah merupakan proses yang dilakukan oleh manusia, dalam proses-proses alam tidak ada sampah, yang ada hanya produk-produk yang tak bergerak. Sampah dapat berupa padat, cair, dan gas. Sampah yang berupa gas disebut emisi. Emisi biasa juga dikaitkan dengan polusi. Dalam kehidupan manusia seringkali sampah banyak dihasilkan oleh aktivitas industri yang kemudian dikenal dengan istilah limbah. Tidak hanya dari industri, limbah dapat pula dihasilkan dari kegiatan pertambangan, manufaktur (proses pabrik), dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi.

Berdasarkan sumbernya, sampah dapat dibagi atas sampah alam, manusia, konsumsi, nuklir, industri, dan pertambangan; namun berdasarkan sifatnya terdiri dari sampah organik (dapat diurai atau degradable) dan sampah anorganik (tidak dapat diurai atau undegradable).

a. Sampah alam yaitu sampah yang diproduksi di kehidupan liar.

Munculnya sampah karena adanya proses daur lang yang bersifat alami, contohnya daun-daun kering di hutan yang kelak akan terurai menjadi tanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi

masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan permukiman atau perkotaan.

- b. Sampah manusia atau disebut juga human waste adalah istilah yang biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia, seperti feses dan urin (air seni). Sampah manusia dapat menjadi ancaman serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai sarana perkembangan penyakit yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Salah satu perkembangan utama pada dialektika manusia adalah pengurangan penularan penyakit melalui sampah manusia dengan cara hidup yang sehat dengan lingkungan atau sanitasi yang bersih. Sampah manusia dapat dikurangi dan dipakai ulang misalnya melalui sistem urinoir tanpa air.
- c. Sampah konsumsi merupakan sampah yang dihasilkan oleh manusia sebagai pengguna barang, dengan kata lain sampah konsumsi adalah sampah yang sengaja dibuang oleh manusia ke tempat sampah. Ini adalah jenis sampah yang umum dikenal oleh manusia. Meskipun demikian, jumlah sampah kategori ini pun masih jauh lebih kecil dibandingkan sampah-sampah yang dihasilkan dari proses pertambangan dan industri.
- d. Sampah yang sangat berbahaya adalah sampah atau limbah radioaktif yang berasal dari Sampah nuklir. Sampah nuklir merupakan hasil dari fusi nuklir dan fisi nuklir yang menghasilkan uranium dan thorium yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan juga manusia. Karena itu, sampah nuklir disimpan ditempat-tempat yang jauh dari sentuhan dan aktivitas manusia seperti di bekas tambang garam dan dasar laut.

Pada masyarakat perkotaan, sumber-sumber sampah dapat berasal dari:

- a. Sampah permukiman, berasal dari rumah tangga perkampungan maupun permukiman jalan protokol. Sampah ini berasal dari aktivitas dapur, sampah pohon di halaman maupun kegiatan rumah tangga lain. Sampah permukiman ada yang diolah secara individu dengan cara dibakar, dikubur, dan dibuang ke badan air. Ada juga yang dengan cara dikumpulkan ke RT dan diangkut ke TPS dan dibawa ke TPA.
- b. Sampah pasar tradisional, merupakan sampah dari kegiatan pasar, baik sisa bahan pembungkus maupun sisa bahan-bahan yang diperjualbelikan yang tidak dapat dimanfaatkan lagi. Kebanyakan merupakan sisa sayur-mayur dan buah-buahan. Untuk pengelolaannya dikumpulkan di TPS yang ada di pasar dan kemudian diangkut ke TPA.
- c. Sampah medis, merupakan sampah yang berasal dari aktifitas rumah sakit baik termasuk sampah yang berasal dari kegiatan laboratorium. Biasanya sampah yang dibuang di TPA adalah sampah jenis non B3 dan untuk sampah medisnya dimusnahkan dengan incinerator yang dimiliki oleh RS setempat.
- d. Sampah industri, Sampah jenis ini berasal dari sisa-sisa aktifitas pemrosesan di industri. Sampah dari kawasan ini yang dihasilkan dan dibuang ke TPA adalah sampah jenis non B3.
- e. Sampah jalan, merupakan sampah yang berasal dari pejalan kaki, pengendara kendaraan maupun berasal dari pengguna jalan yang lain. Sampah jalan ditangani oleh penyapu jalan baik dalam pengumpulan maupun pengangkutan untuk kemudian juga dibuang ke TPA.

Total jumlah sampah di beberapa provinsi di Indonesia cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun. Sebagai contoh, Tahun 2000 jumlah

sampah di Jawa Barat adalah sekitar 10,00 juta ton dan meningkat sampai 11,13 juta ton di tahun 2007.

Tabel 2.1 memperlihatkan jumlah sampah di beberapa provinsi yang meningkat dari tahun 2000 sampai tahun 2006.

Tabel 2.1. Produksi Sampah di Beberapa Provinsi di Indonesia dari Tahun 2000 sampai Tahun 2006

No.	Provinsi	Produksi sampah (juta ton)			
		2000	2002	2004	2006
1	Jawa Barat	10,00	10,37	10,75	11,13
2	Jawa Timur	9,73	9,82	9,91	9,99
3	Jawa Tengah	8,74	8,82	8,89	8,96
4	Sumatra Utara	3,26	3,35	3,44	3,53
5	DKI Jakarta	2,34	2,38	2,42	2,45

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2008b)

Provinsi di Indonesia dengan penghasil sampah terbanyak adalah Jawa Barat, diikuti oleh Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Utara dan DKI Jakarta. Empat dari lima provinsi tersebut berada di Pulau Jawa. Ini menjadikan Pulau Jawa sebagai pulau penghasil sampah terbesar di Indonesia. Sampah yang dihasilkan didominasi oleh sampah rumah tangga, diantaranya adalah sampah makanan mendominasi 58% total sampah rumah tangga tersebut. Sampah rumah tangga memiliki persentase 44,5 % dari total sampah di Indonesia. Sampah yang dihasilkan mencapai 1,12 kg/kapita setiap harinya (Kementerian Lingkungan Hidup, 2008a). Adapun komposisi sampah Indonesia berdasarkan sumber penghasilnya, disajikan di tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sumber, Jumlah dan Presentase Sampah yang Dihasilkan di Indonesia

No.	Sumber	Produksi sampah	
		Jumlah (juta ton)	Presentase (%)
1	Rumah tangga	16,7	44,5
2	Pasar	7,7	20,5
3	Jalan	3,5	9,3
4	Fasilitas Umum	3,4	9,1
5	Kantor	3,1	8,3
6	Industri	1,3	3,5
7	Lain-lain	1,8	4,8
Total		38,5	100

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2008b)

Pulau Jawa adalah pulau terkecil diantara lima pulau besar di Indonesia tetapi menghasilkan sampah paling banyak. Jumlahnya sangat signifikan, bahkan hampir mencapai 21,2 juta ton per tahun. Ini berkorelasi dengan kepadatan penduduk di Pulau Jawa. Provinsi Jawa barat adalah provinsi terbesar penghasil sampah dan Kota Bandung sebagai Ibu kota Jawa Barat menghasilkan sampah dengan kisaran 0,61 kg/orang tiap harinya (Badan Pusat Statistik, 2013).

Cakupan penanganan sampah oleh Pemerintah dirasakan sangat rendah. Sampah yang berhasil dikumpulkan oleh petugas kebersihan di Indonesia hanya sekitar 16,7 juta ton per tahun. Di sisi lain, sampah yang tidak terkumpul oleh petugas dinas terkait terhitung sekitar 116 juta ton pertahun, perbedaannya sangat signifikan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2008b). Hal ini terjadi karena masih banyaknya warga Indonesia yang

belum terlayani oleh jasa pengelolaan sampah. Gambaran cakupan jasa pelayanan sampah di Indonesia, disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2.3 Gambaran Cakupan Pelayanan Jasa Pengelolaan Sampah di Indonesia

No	Grup Area	Total populasi (juta)	Jumlah populasi yang terlayani (juta)	Persentase populasi yang terlayani (%)
1	Sumatera	49,3	23,5	48
2	Jawa	137,2	80,8	59
3	Bali dan Nusa Tenggara	12,6	6	48
4	Kalimantan	12,9	6	47
5	Sulawesi, Maluku dan Papua	20,8	14,2	68
6	Total	232,8	130,5	56

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2008b)

Sebagian besar sampah rumah tangga di Indonesia kurang begitu dimanfaatkan dan cenderung diangkut ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dan Akhir Tempat Pembuangan (TPA). Faktanya hanya sebagian kecil dari sampah rumah tangga yang dikonversi menjadi komoditas yang memiliki nilai ekonomi lebih, sebagai contoh hanya 7,15 % dari sampah yang terkumpul dikonversi menjadi pupuk. Implikasinya bahwa kebanyakan sampah dikirim ke TPA, sekitar 60% dari TPA di Indonesia akan mencapai

batas kapasitas maksimum pada tahun 2015 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2008b).

TPA di Indonesia diperkirakan mengeluarkan gas metana (komponen utama biogas) dalam jumlah besar. Jumlah metana yang dihasilkan dari sampah organik di tempat pembuangan sampah di Indonesia bisa mencapai 1.581,74 ton per tahun (Mediana dan Gamse, 2010). Hal ini menunjukkan bahwa sampah organik rumah tangga seperti sampah makanan memiliki hasil produksi yang besar untuk digunakan sebagai sumber energi.

2.2. DAMPAK PENUMPUKAN SAMPAH

Dampak akibat penumpukan sampah yang berlimpah selain masalah habisnya lahan untuk pembuangan, juga persoalan bau dan pencemaran air akibat keluarnya cairan *Lechase* dari tumpukan sampah. Selanjutnya cairan *Lechase* berpotensi mencemari sungai dan sumur warga di sekitar TPA tersebut. Untuk itu perlu dicarikan solusi pemecahannya secara terpadu dan komprehensif. Sebenarnya berbagai upaya dalam kerangka penanganan sampah oleh Pemerintah Daerah setempat telah dilakukan, misalnya dengan cara sampah dihancurkan, dipadatkan dan ditimbun tanah yang mampu meminimalisir bau. Juga diberi alat untuk menyaring limbah *Lechase*, sehingga ketika mengalir ke sungai tidak mencemari lagi. Langkah lain yang seringkali ditempuh Pemerintah Daerah adalah berusaha mencari investor yang bersedia mengelola sampah di TPA. Apabila penanganan sampah ini tidak segera mendapatkan penanganan dari berbagai pihak, dan hanya mengandalkan dari upaya pemerintah daerah setempat, niscaya akan berdampak semakin memburuknya keadaan lingkungan di sekitarnya, jauh dari terciptanya

kelestarian lingkungan hidup yang sehat dan bersih. Sementara itu, keasrian lingkungan yang sehat dan bersih merupakan cerminan keseimbangan ekosistem, yang sebenarnya bisa dimulai ketika setiap rumah tangga, kantor dan lingkungan komersial memelihara kebersihan dengan mengelola sampah menjadi hal yang bermanfaat bagi kehidupan dan lingkungannya.

Pemanfatan teknologi sebagai upaya untuk menciptakan keadaan lingkungan yang sehat, bersih dan sekaligus bisa memberikan keuntungan dari sisi ekonomis. Hal ini jika dilihat dari potensi yang ada, sebenarnya sampah rumah tangga dari berbagai penjuru tidak selalu menjadi sumber masalah apabila dikelola dengan baik. Jumlah sampah yang dihasilkan dari rumah tangga yang semakin besar seiring dengan perkembangan jumlah penduduk, bahkan dapat menjadi sumber ekonomi dan pendapatan bagi masyarakat setempat. Sampah organik limbah rumah tangga memiliki potensi ekonomis, karena ternyata dapat dikelola dengan mudah untuk dijadikan kompos dengan memanfaatkan teknologi tepat guna komposter. Pengelolaan sampah ini bisa dilakukan pada skala ekonomis dalam area pengelolaan tingkat Rukun Tetangga (RT) maupun skala komunal setingkat lingkungan Rukun Warga (RW), bahkan bisa diperluas hingga tingkat pedusunan/kelurahan.

Warga setempat dalam melakukan pembuangan sampah rumah tangga masih sebatas dengan model pengelolaan secara individual terutama bagi yang memiliki lahan lebih atau yang mampu membayar bulanan untuk pembuangan sampah melalui jasa angkut pembuangan sampah yang ada. Penanganan sampah belum dilakukan secara terpadu yang melibatkan semua warga sebagai upaya bersama menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Apalagi penanganan sampah yang

mengarah pada kegiatan untuk peningkatan ekonomi warga setempat, sama sekali belum tersentuh. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penanganan sampah limbah rumah tangga secara terpadu, melibatkan warga secara keseluruhan untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat, sekaligus sebagai kegiatan ekonomi warga untuk mengasilkan pendapatan tambahan dan memberikan peluang lapangan kerja dan usaha baru.

Upaya penanganan sampah secara terpadu dan sekaligus dapat menguntungkan secara ekonomi, perlu dikaji secara komprehensip melalui sebuah penelitian. Hasil penelitian Endah Djuwendah (2004), tentang keragaman sosial ekonomi usaha daur ulang dan pengomposan sampah di Kotamadya Bandung, menyimpulkan bahwa usaha pengkomposan sampah organik mempunyai titik impas tercapai saat produksi kompos 19.909,86 Kg dengan potensi pendapatan Rp 20.652.419. Usaha daur ulang dan pengkomposan sampah dapat menurunkan volume sampah yang harus dikelola sekitar 41,65% atau 3062,64 m³ per hari dan menghemat biaya pengelolaan sampah Rp 15.177.556 per hari. Penelitian lain yang dilakukan oleh BPPT (<http://groups.yahoo.com>) melalui Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan mengembangkan konsep yang diberi nama *Zero Waste*. Konsep ini salah satunya menyebutkan bahwa, dengan penerapan teknologi secara terpadu akan berkembang pula satu model pengelolaan sampah dalam bentuk industri kecil daur ulang yang dilakukan masyarakat sebagai mitra pemerintah daerah dalam pelayanan kebersihan.

BAB III

PEMBANGUNAN DALAM PENGELOLAAN SAMPAH

Pada awalnya ketika jumlah penduduk masih sedikit, sampah bukan merupakan sebuah permasalahan, namun seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitasnya, maka sampah semakin besar jumlah dan variasinya. Karena itu, diperlukan pengelolaan yang tidak sederhana untuk menangani sampah dalam jumlah besar terutama di daerah perkotaan. Pengelolaan sampah mutlak diperlukan mengingat dampak buruknya bagi kesehatan dan lingkungan. Sampah menjadi tempat berkembangbiaknya organisme penyebab dan pembawa penyakit. Sampah juga dapat mencemari lingkungan dan mengganggu keseimbangan lingkungan. Karena itu, pemerintah di berbagai belahan dunia berupaya menanganinya walaupun dengan biaya yang tidak sedikit.

Pengelolaan sampah di Indonesia pada umumnya belum dilaksanakan secara terpadu. Sampah dari berbagai sumber baik dari rumah tangga, pasar, industri dan lain-lain langsung diangkut menuju Tempat Penampungan Sementara (TPS) tanpa melalui proses pemilahan dan pengolahan. Dari TPS, sampah kemudian diangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA) untuk kemudian ditimbun. Pengelolaan seperti ini mengabaikan nilai sampah sebagai sumber daya.

Pengelolaan sampah khususnya di kota-kota besar menjadi salah satu kebutuhan pelayanan yang sangat penting dan perlu disediakan pemerintah. Jumlah penduduk kota yang relatif besar dengan kepadatan tinggi akan menghasilkan timbulan sampah yang besar yang harus ditanggulangi baik untuk kebersihan maupun pelestarian lingkungan hidup.

Volume sampah akan meningkat dengan adanya pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan teknologi dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat.

Pertambahan jumlah penduduk di perkotaan yang pesat berdampak terhadap peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Peningkatan jumlah sampah yang tidak diikuti oleh perbaikan dan peningkatan sarana dan prasarana pengelolaan sampah mengakibatkan permasalahan sampah menjadi kompleks, antara lain sampah tidak terangkut dan terjadi pembuangan sampah liar, sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit, kota kotor, bau tidak sedap, mengurangi daya tampung sungai dan lain-lain.

Sampah merupakan limbah dari kehidupan, kegiatan dan usaha manusia dipermukaan bumi. Oleh karena itu masalah sampah erat kaitannya dengan jumlah manusia yang bertempat tinggal atau berusaha disuatu tempat dan erat pula kaitannya dengan bentuk kehidupan, kegiatan dan usaha manusia tersebut. Semakin banyak jumlah manusia semakin kompleks kegiatan dan usahanya, semakin besar pula masalah persampahan yang harus ditanggulangi.



Gambar 3.1. Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Pengelolaan sampah yang paling sederhana dengan memisahkan sampah organik dan anorganik memerlukan sosialisasi yang intensif dari pemerintah kepada masyarakat. Sebagai upaya menggugah kepedulian dalam penanganan permasalahan lingkungan, khususnya persampahan serta untuk menciptakan kualitas lingkungan pemukiman yang bersih dan ramah lingkungan maka harus dilakukan perubahan paradigma pengelolaan sampah dengan cara :

- a. Pengurangan volume sampah dari sumbernya dengan pemilihan, atau pemrosesan dengan teknologi yang sederhana seperti komposting dengan skala rumah tangga atau skala lingkungan.
- b. Peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah di koordinir oleh kelompok swadaya masyarakat (KSM), kelompok ini bertugas mengkoordinir pengelolaan kebersihan lingkungan.

Beberapa model pengelolaan sampah menurut Faizah (2008) yang dikenal saat ini antara lain :

1. Penimbulan Sampah (*Solid Waste Generated*)

Dari definisinya dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya sampah itu tidak diproduksi tetapi ditimbulkan (*solid waste is generated, not produced*). Oleh karena itu dalam menentukan metode penanganan yang tepat, penentuan besarnya timbulan sampah sangat ditentukan oleh jumlah pelaku, jenis dan kegiatannya. Departemen Pekerjaan Umum telah menetapkan SK SNI S-04- 1993-03 tentang Spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang. Dimana besarnya timbulan sampah untuk kota sedang adalah sebesar 2,75-3,25 liter/orang/hari atau 0,7-0,8 kg/orang/hari.

2. Penanganan Di Tempat (*On Site Handling*)

Penanganan sampah pada sumbernya adalah semua perlakuan terhadap sampah yang dilakukan sebelum sampah ditempatkan di tempat pembuangan. Kegiatan ini bertolak dari kondisi dimana suatu material yang sudah dibuang atau tidak dibutuhkan seringkali masih memiliki nilai ekonomis. Penanganan sampah ditempat dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penanganan sampah pada tahap selanjutnya. Kegiatan pada tahap ini bervariasi menurut jenis sampahnya meliputi pemilahan (*shorting*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*). Tujuan utama dan kegiatan di tahap ini adalah untuk mereduksi besarnya timbulan sampah (*reduce*).

3. Pengumpulan (*Collecting*)

Kegiatan pengumpulan sampah dan sumbernya menuju ke lokasi TPS, umumnya dilakukan dengan menggunakan gerobak dorong dari rumah-rumah menuju ke lokasi Tempat Penampungan Sementara (TPS).

4. Pengangkutan (*Transfer and Transport*)

Kegiatan pemindahan sampah dari TPS menuju lokasi pembuangan pengolahan sampah atau lokasi pembuangan akhir (TPA).

5. Pengolahan (*Treatment*)

Bergantung dari jenis dan komposisinya, sampah dapat diolah. Berbagai alternatif yang tersedia dalam pengolahan sampah, di antaranya adalah:

- a. Transformasi fisik, meliputi pemisahan komponen sampah (*shorting*) dan pemadatan (*compacting*), yang tujuannya adalah mempermudah penyimpanan dan pengangkutan.
- b. Pembakaran (*incinerate*), merupakan teknik pengolahan sampah yang dapat mengubah sampah menjadi bentuk gas, sehingga volumenya dapat berkurang hingga 90-95%. Meski merupakan teknik yang efektif, tetapi bukan merupakan teknik yang dianjurkan. Hal ini disebabkan karena teknik tersebut sangat berpotensi untuk menimbulkan pencemaran udara.
- c. Pembuatan kompos (*composting*), kompos adalah pupuk alami (organik) yang terbuat dari bahan-bahan hijauan dan bahan organik lain yang sengaja ditambahkan untuk mempercepat proses pembusukan, misalnya kotoran ternak atau bila dipandang perlu, bisa ditambahkan pupuk buatan pabrik, seperti urea. Berbeda dengan proses pengolahan

sampah yang lainnya, maka pada proses pembuatan kompos baik bahan baku, tempat pembuatan maupun cara pembuatan dapat dilakukan oleh siapapun dan dimanapun.

- d. *Energy recovery*, yaitu transformasi sampah menjadi energi, baik energi panas maupun energi listrik.

6. Pembuangan Akhir (TPA)

Pembuangan akhir sampah harus memenuhi syarat-syarat kesehatan dan kelestarian lingkungan. Teknik yang saat ini dilakukan adalah dengan *open dumping*, di mana sampah yang ada hanya di tempatkan di tempat tertentu, hingga lambat laun kapasitas tempat tidak lagi mencukupi. Teknik ini berpotensi untuk menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Teknik yang direkomendasikan adalah dengan *sanitary landfill*, dimana pada lokasi TPA dilakukan kegiatan-kegiatan tertentu untuk mengolah timbunan sampah.

3.1. PERAN SERTA MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN SAMPAH

Partisipasi memiliki pengertian yaitu keterlibatan masyarakat dalam proses penentuan arah strategi dan kebijakan pembangunan yang dilakukan pemerintah, dan keterlibatan dalam memikul tanggung jawab dalam pelaksanaan kegiatan pembangunan secara adil dan merata. Sampai saat ini peran serta masyarakat secara umum hanya sebatas pembuangan sampah saja belum sampai pada tahapan pengelolaan sampah yang dapat bermanfaat kembali bagi masyarakat.

Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah berupa penanganan sampah di rumah masing-masing, tetapi belum dilakukan pemilihan di tingkat rumah tangga. Sebagian besar masyarakat melakukan

pemusnahan sendiri dengan cara ditimbun atau dibakar, terutama pada permukiman dengan tingkat kepadatan penduduk yang rendah. Belum seluruhnya melakukan pemilahan, baru sebagian kecil masyarakat yang melakukan pengelolaan sampah dengan metode 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Umumnya pada pengelolaan sampah sudah ada keterlibatan perempuan sejak dari tingkat rumah tangga sampai tingkat kelurahan dan kecamatan. Akan tetapi hampir semua perencanaan pembangunan masih didominasi oleh laki-laki. Masyarakat biasanya tergabung dalam kelompok masyarakat pengelola sampah.

Pendekatan Partisipatif dapat dipergunakan untuk mendorong masyarakat untuk sampai pada tahap bersedia terlibat dan bersedia mencoba lalu memelihara hasilnya, atau *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Cara ini dipercaya mampu untuk menjadi motor penggerak partisipasi masyarakat dan dapat menjadi alat utama pendekatan pembangunan yang bersifat *bottom up*. Penggunaan metode yang melibatkan partisipasi masyarakat, bukan saja meningkatkan rasa kepemilikan (*self of belonging*) masyarakat dari itu, permasalahan yang ada dikaji berdasarkan sudut pandang masyarakat, sehingga alternatif solusi yang ditawarkan berperspektif masyarakat. Artinya, masalah, potensi, faktor kendala dan alternatif yang ditawarkan semuanya mengacu kepada kondisi riil masyarakat setempat. Dengan cara ini pendekatan partisipatif sekaligus masuk dalam wilayah pemberdayaan masyarakat. Melalui metode pendekatan partisipatif masyarakat dimampukan untuk mengidentifikasi, menganalisis dan memetakan sendiri masalah, potensi, ancaman dan hambatan atas situasinya; dan dengan cara partisipatif pula mereka dapat bersama-sama menawarkan dan mengerjakan solusi terbaik bagi mereka. Masyarakat yang berdaya seringkali ditandai oleh adanya kemampuan

mengorganisir dirinya ke dalam suatu kegiatan bersama untuk memecahkan permasalahan mereka. Pengorganisasian masyarakat oleh masyarakat sendiri merupakan suatu bentuk kesadaran tinggi dari masyarakat untuk merespons segala sesuatu yang menimpa mereka bersama, serta bertindak dan bereaksi atas dasar kepentingan bersama pula, khususnya dalam penanganan sampah.

3.1.1 Pengelolaan Sampah Berbasis Komunitas

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdapat dua kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

1. Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah, guna-ulang dan daur-ulang
2. Penanganan sampah (*waste handling*), terdiri dari:
 - a. Pemilahan yakni dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah
 - b. Pengumpulan, yakni dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
 - c. Pengangkutan yakni dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir
 - d. Pengolahan, yakni dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah
 - e. Pemrosesan akhir sampah, yakni dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Pada UU No.18/2008 ini menekankan bahwa prioritas utama yang harus dilakukan adalah bagaimana mengurangi sampah semaksimal mungkin. Bagian sampah atau residu dari kegiatan pengurangan sampah yang masih tersisa selanjutnya dilakukan pengolahan(*treatment*) maupun pengurungan (*landfilling*).

Pengurangan sampah melalui 3R menurut UU-18/2008 meliputi:

- a. Pembatasan (*Reduce*) yakni mengupayakan agar limbah yang dihasilkan sesedikit mungkin
- b. Guna-ulang (*Reuse*) yakni bila limbah akhirnya terbentuk, maka upayakan memanfaatkan limbah tersebut secara langsung
- c. Daur-ulang (*Recycle*) yakni residu atau limbah yang tersisa atau tidak dapat dimanfaatkans secara langsung, kemudian diproses atau diolah untuk dapat dimanfaatkan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energy.

Pendekatan tersebut merupakan dasar utama dalam pengelolaan sampah, yang mempunyai sasaran utama meminimalkan limbah yang harus dikelola dengan berbagai upaya agar limbah yang akan dilepas ke lingkungan baik melalui tahapan pengolahan maupun melalui tahap pengurungan terlebih dahulu, sehingga akan menjadi sesedikit mungkin dan dengan tingkat bahaya sesedikit mungkin.

Konsep pembatasan (*reduce*) jumlah sampah yang akan terbentuk dapat dilakukan antara lain melalui:

1. Efisiensi penggunaan sumber daya alam
2. Rancangan produk yang mengarah pada penggunaan bahan atau proses yang lebih sedikit menghasilkan sampah, dan sampahnya mudah untuk diguna-ulang dan didaur-ulang
3. Menggunakan bahan yang berasal dari hasil daur ulang limbah

4. Mengurangi penggunaan bahan berbahaya

5. Menggunakan *eco-labeling*

Konsep guna-ulang (*reuse*) mengandung pengertian bukan saja mengupayakan penggunaan residu atau sampah secara langsung, tetapi juga upaya yang sebetulnya biasa diterapkan sehari-hari yaitu memperbaiki barang yang rusak agar dapat dimanfaatkan kembali. Konsep daur ulang (*recycle*) mengandung pengertian pemanfaatan semaksimal mungkin residu melalui proses, baik sebagai bahan baku untuk produk sejenis seperti asalnya, sebagai bahan baku untuk produk yang berbeda, atau memanfaatkan energi yang dihasilkan dari proses *recycling* tersebut.

Community-Based Solid Waste Management (CBSWM) atau pengelolaan sampah berbasis masyarakat adalah suatu sistem dari penanganan sampah oleh masyarakat atau sebuah komunitas satuan warga yang tinggal di sebuah wilayah. Masyarakat adalah pelaku utama yang melakukan pengelolaan sampah mulai dari merencanakan, membentuk, menjalankan dan mengatur pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah berbasis masyarakat adalah kegiatan rumah tangga atau komunitas masyarakat yang bertujuan mengurangi dan menangani sampah rumah tangga yang dihasilkan secara sistematik, terpadu, dan berkelanjutan. CBSWM atau pengelolaan sampah berbasis masyarakat memiliki 4 (empat) karakteristik :

1. *Independen*, tidak sepenuhnya bergantung pada pelayanan pemerintah lokal,
2. *Produktif*, menghasilkan beberapa manfaat lain seperti penghasilan untuk rumah tangga dan efisiensi biaya pengelolaan sampah,
3. *Terpadu*, mengelola semua jenis sampah rumah tangga dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), dan

4. *Ramah lingkungan*, menggunakan metode yang aman dan sehat baik untuk masyarakat dan lingkungan.

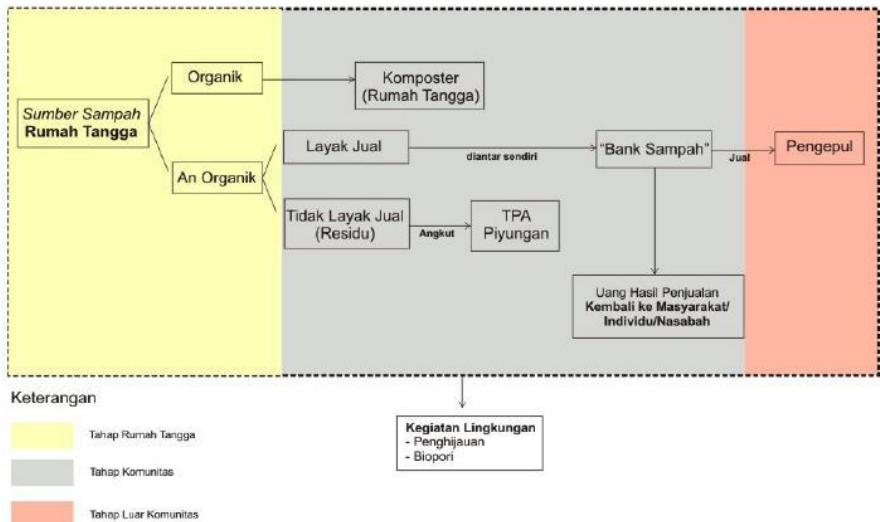
Latar Belakang kemunculan CBSWM dipengaruhi oleh beberapa faktor dan berbeda di setiap CBSWM, tergantung wilayah dan karakteristik masyarakatnya. Faktor utama yang menjadi latar belakang munculnya CBSWM yaitu permasalahan pembuangan sampah yang menyebabkan konflik di antara masyarakat, adanya ketertarikan potensi ekonomi dari kegiatan CBSWM, mendapatkan sosialisasi dari BLH setempat mengenai CBSWM dan yang terakhir diminta menjadi *Pilot Project* oleh BLH setempat. Dari empat hal tersebut, permasalahan pembuangan sampah yang menyebabkan konflik di antara masyarakat menjadi latar belakang paling banyak terjadi. Kemunculan konflik seringkali diawali oleh masalah pengangkutan sampah yang tidak menjangkau wilayah ini sehingga banyak rumah tangga yang kebingungan mengelola sampahnya. Warga membuang sampahnya ke sungai atau membakarnya di pekarangan masing-masing. Selain membakar banyak juga yang membuangnya di tanah-tanah kosong atau di irigasi pertanian. Hal ini berdampak buruk bagi lingkungan Desa Sukunan sehingga muncul inisiatif untuk memulai pengelolaan sampah mandiri berdasarkan konsep 3R (*reduce, reuse, dan recycle*).

Pengelolaan sampah 3R bertujuan mengurangi jumlah sampah mulai dari sumbernya dengan melakukan pemisahan sampah dari rumah tangga. Sampah organik yang biasanya berasal dari sampah dapur dan dedaunan dimasukkan ke dalam komposter yang ada di setiap rumah. Sedangkan sampah anorganik seperti plastik, kertas dan botol dikumpulkan dalam wadah yang berbeda sesuai dengan jenisnya yang selanjutnya

dikumpulkan lagi di tempat penampungan sementara milik desa. Dari sini sampah anorganik yang laku jual akan dibeli oleh pengepul sedangkan yang tidak laku jual dicoba didaur ulang menjadi kerajinan. Sedangkan sisa sampah yang tidak dapat dikelola lagi yang disebut residu akan diangkut oleh petugas swadaya langsung ke TPA.

Kegiatan pengelolaan sampah berbasis CBSWM yang menggunakan konsep “bank sampah”. Model bank sampah yang dimaksud adalah di mana warga yang mengumpulkan atau menyetor sampah ke bank sampah disebut Nasabah. Model CBSWM seperti ini memiliki karakter pengelolaan sampah dengan cara memilah sampah dari skala rumah tangga menjadi sampah organik dan an organik. Tujuan memilah sampah ini untuk mendapatkan sampah anorganik layak jual yang bisa disetor atau ditabung ke “bank sampah”. Sampah yang sudah dipilah ini dibawa sendiri oleh masyarakat ke penampungan sampah yaitu “bank sampah”. Sampah organik dari CBSWM ini biasanya juga dimasukkan ke komposter rumah tangga, namun kepemilikan komposter masih terbatas. Sampah an organik yang tidak layak jual (residu) diangkut oleh petugas. Oleh sebab itu CBSWM model ini masih sangat mengandalkan jasa angkut sampah per rumah tangga karena tidak semua sampah dikelola oleh CBSWM.

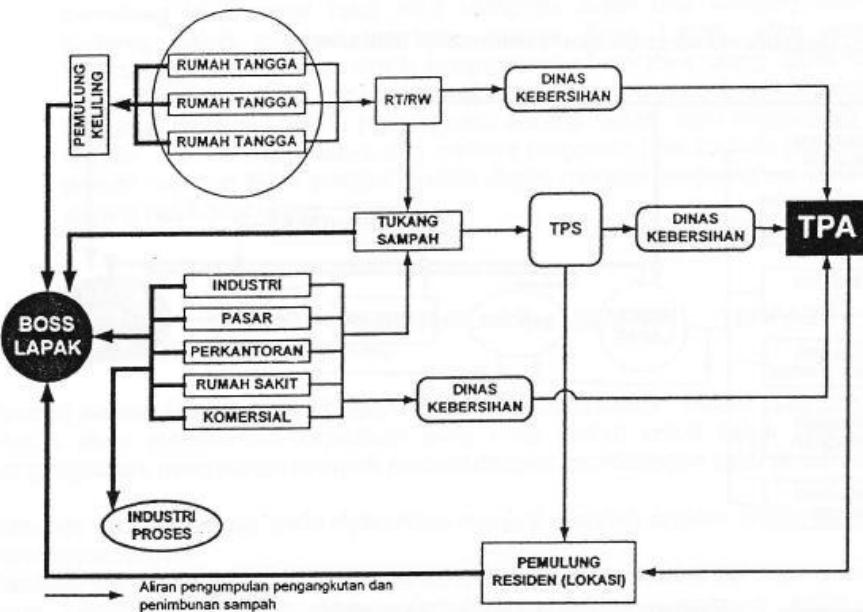
Dalam CBSWM model ini, masyarakat penyetor sampah disebut nasabah. Setiap nasabah punya kantong besar penampungan bertuliskan nama dan nomor rekening pemiliknya. Fungsinya mirip brankas sehingga petugas tidak kesulitan memilah tabungan sampah setiap nasabah saat pengepul datang. Setelah kantong-kantong besar terisi penuh, petugas bank menghubungi pengepul. Pengepul akan menaksir harga tiap kantong untuk kemudian dicocokkan dengan bukti setoran nasabah.



Gambar 3.2. Community Based Solid Waste Management (Sumber : Buku Putih Sanitasi, 2010)

3.1.2 Aspek Lain di dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat

Peran sektor informal terutama pemulung merupakan ujung tombak dan berperan besar di dalam proses daur ulang sampah (Sahwan, 2005). Peran pemulung ini ditunjukkan pada gambar sbb:



Gambar 3.3. Aliran Daur Ulang Sampah

Metode daur ulang yang dilakukan oleh pemulung terbatas pada pemisahan atau pengelompokan. Berdasarkan komposisinya, sampah terbagi dalam dua kategori besar, yaitu sampah organik (atau sampah basah) dan sampah anorganik (atau sampah kering). Dari komposisi sampah tersebut para pemulung memungut sampah anorganik yang masih bernilai ekonomis dan dapat didaur ulang sebagai bahan baku industri atau langsung diolah menjadi barang jadi yang dapat dijual. Barang-barang buangan yang dikumpulkan oleh para pemulung adalah yang dapat digunakan sebagai bahan baku primer maupun sekunder bagi industri tertentu. Bahan-bahan anorganik yang biasa dipungut oleh para pemulung mencakup jenis kertas, plastik, metal/logam, kaca/gelas, karet.

Sampah yang dipisahkan umumnya adalah sampah yang dapat dimanfaatkan kembali secara langsung, misalnya sampah botol, kardus,

koran, barang-barang plastik, dan sebagainya. Terdapat aktivitas pemilahan sampah sisa makanan dan/atau sampah dapur yang dapat digunakan sebagai makanan ternak, bahan kompos dan sebagainya. Berdasarkan cara kerja pemulung yang sebagian besar beroperasi di kawasan-kawasan pemukiman maupun di TPS sampai ke TPA, maka dapat dikatakan bahwa sampah anorganik yang diserap oleh pemulung merupakan sampah yang belum dapat tertanggulangi oleh Pemerintah Daerah. Hal ini di satu sisi menunjukkan bahwa kegiatan pemulungan memberikan kontribusi kepada Pemerintah dalam hal penanganan sampah; namun di sisi yang lain, bantuan kegiatan pemulung terhadap penaggulangan masalah sampah menjadi tidak nyata manfaatnya, karena mungkin Pemerintah Daerah menganggap bahwa kegiatan pemulung merupakan hal yang sudah semestinya terjadi, dengan mengabaikan segi bantuannya terhadap penanganan kebersihan kota.

Diperkirakan potensi daur-ulang sampah kering adalah 15-25%, sedang potensi sampah basah yang dapat dikomposkan adalah 30-40%, sehingga potensi daur-ulang sampah diprakirakan sebesar 45-65 %. Namun tingkat daur-ulang baik melalui usaha pemulung maupun usaha daur ulang di rumah tangga, dan pengomposan jumlahnya diprakirakan hanya sebesar 8,1%. Kehadiran kelompok pemulung dalam sistem pengelolaan persampahan menimbulkan dua pendapat yang berbeda, yaitu mereka yang menganggap bahwa aktivitas ini disamping memberikan kesempatan pada masyarakat tidak mampu untuk berusaha di sektor ini, juga akan membantu mengurangi sampah yang harus diangkut. Sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga akan berkurang beratnya sesuai dengan perjalanan sampah tersebut ke tempat pembuangan akhir.

Sampah yang dipisahkan umumnya sudah tidak murni lagi (kotor, basah) karena sampah tersebut sudah tercampur dengan sampah lainnya dari berbagai sumber. Oleh karena itu kondisi sampah yang dihasilkan oleh pemulung umumnya memiliki kualitas yang tidak begitu baik dibandingkan dengan yang dipisahkan di sumber sampah. Pemisahan sampah oleh pemulung ini relatif masih sedikit, diperkirakan kurang dari 2% dari jumlah sampah yang terkumpul di TPS. Selain di TPS, pemulungan sampah juga terjadi di TPA. Hasil pemulungan sampah di TPA juga memiliki kualitas yang rendah atau bahkan lebih rendah dibandingkan di TPS, tetapi bila dibandingkan dengan di TPS, pemulungan di TPA memiliki persentase yang lebih besar yaitu sekitar 5% dari sampah yang tiba di TPA. Residu sampah yang tidak terdaur-ulang diangkut ke pembuangan akhir.

Konsep ini kurang mendapatkan tanggapan yang positif dari pemerintah, khususnya dari sebagian besar pengelola persampahan. Terdapat kehawatiran mereka bahwa upaya ini akan mengganggu sistem operasional yang telah baku yaitu dengan konsep “kumpul-angkut-buang”. Penyebab lain adalah karena pengelola sampah belum secara penuh menganggap bahwa konsep ini sebagai bagian dari sistem penanganan sampah kota. Mereka lebih melihat sarana ini sebagai upaya untuk memperoleh penghargaan dari pemerintah, bahwa mereka telah memasukkan upaya daur-ulang dalam sistem pengelolaan persampahannya, khususnya dalam upaya memperoleh penghargaan kota terbaik yang secara rutin diberikan oleh pemerintah.

Sampah kering merupakan obyek daur-ulang yang paling banyak dijumpai di kota-kota besar, dengan melibatkan aktivitas sector informal lainnya yaitu dari ibu rumah tangga, petugas kebersihan, penjual barang bekas, juga pemulung. Baju bekas, kertas koran, botol bekas, kertas bekas

semen dsb di sebagian rumah tangga dianggap bukan sampah tetapi barang yang dapat dijual kembali. Pedagang perantara hadir dipelosok-pelosok kampung membeli barang-barang bekas ini langsung dari rumah ke rumah.

Studi yang dilakukan mengungkap bahwa sampah kering yang didaur-ulang dari lingkungan permukiman besarnya antara 10,9% - 14,6% untuk permukiman kelas menengah ke atas, dan antara 21,9% - 26,5% untuk permukiman menengah ke bawah. Bahan yang didaur-ulang oleh aktivitas pemulung adalah plastik (PE, PS, PP, HDPE, LDPE, PVC dan drum), kertas (warna, duplex, arsip, cone, koran, HVS), logam (alumunium, tembaga, kuningan, seng, besi, drum), kain (majun, polyster, kapas), gelas/kaca (botol bir, botol kecap, botol obat), dan karet. Sedang sampah yang dinilai tidak terdaur-ulang oleh pemulung antara lain adalah sisa makanan, plastik kemasan makanan ringan, batu batere, lampu.

3.1.3 Keterkaitan 3R dan Perilaku Masyarakat

Perilaku memilah sampah tidak bisa terjadi begitu saja secara tiba-tiba. Kebiasaan memilah sampah berdasarkan jenisnya hanya dapat terjadi jika masyarakat sudah memulai dan merasakan manfaatnya secara langsung. Untuk memulai perilaku yang baru masyarakat harus diyakinkan bahwa hal itu memang penting dan dalam jangka panjang akan bermanfaat, termasuk bagi generasi yang akan datang. Meyakinkan agar masyarakat berubah sikap terhadap perilaku baru ini tidak mudah, apalagi sampai mereka yakin betul bahwa perilaku baru itu memang yang terbaik dan sudah menjadi keharusan bagi setiap orang untuk melakukannya. Karena itu diperlukan kesadaran yang tinggi dari masyarakat di mana mereka telah mengetahui apa manfaat dari pemilihan dan mengapa hal itu harus

dilakukan. Akan tetapi mengetahui saja belum cukup sebagai prasyarat perubahan perilaku. Selain mengetahui, pelaku juga harus menyetujui dan meyakini apa yang diketahuinya. Untuk sampai menjadi perilaku nyata, apa yang sudah diketahui dan disetujui masih memerlukan niat/motivasi untuk bisa berubah menjadi tindakan nyata. Niat atau motivasi ini harus terus dirangsang agar dapat tumbuh menjadi tindakan dan pola tindakan/kebiasaan. Untuk itu cara pemberian “hadiah” (*reward*) dan sanksi (*punishment*) bisa dipergunakan.

Panjangnya tahapan yang harus dilalui oleh masyarakat yang menjalani proses perubahan perilaku menyebabkan tingginya tingkat kesulitan keberhasilan pengadopsian perilaku. Perlu menstimulasi orang-orang, calon adopter potensial, dengan stimulus-stimulus tertentu. Stimulus-stimulus ini dapat berbeda untuk setiap tahapan dan sangat mungkin berbeda untuk wilayah yang berbeda. Keberhasilan suatu program diyakini hanya dapat terwujud apabila masyarakat merasa turut memilikinya. Dengan demikian, program yang hanya memposisikan masyarakat sebagai obyek, tidak akan langgeng, sehingga pengadopsian perilaku tidak mungkin meningkat sampai membentuk kebiasaan.

3.2. PENGELOLAAN SAMPAH TERPADU

Upaya pertama dalam pengelolaan sampah secara terpadu adalah pemilihan yang dilakukan mulai dari sumber penghasil sampah baik dari rumah tangga, pasar, industri, fasilitas umum, daerah komersial dan sumber lainnya. Sampah organik (sisa makanan, daun, dan lain-lain) dipisahkan dengan sampah anorganik (plastik, kaca dan lain-lain). Sampah yang telah dipilah dapat didaur ulang di tempat sumber sampah atau dapat dibawa atau dijual untuk dilakukan proses daur ulang di industri daur ulang.

Sampah tersebut dapat pula dipakai ulang sebelum diangkut ke TPS atau dibuat kompos untuk digunakan di lokasi sumber sampah. Sampah dari sumber sampah juga dapat dibawa ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) terdekat setelah melalui proses pemilahan. Di TPS sampah dikumpulkan dan dipilah kembali dan diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sampah tersebut juga dapat di daur ulang di industri daur ulang maupun dilakukan di lokasi TPA. Sebagian sampah dapat didaur ulang dan dibuat kompos yang dapat dijual ke konsumen, sedangkan sisanya atau residu dari proses tersebut dapat ditimbun dengan menggunakan metode sanitary landfill. Hasil dari sanitary landfill adalah abu yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat batako dan sebagai bahan campuran kompos, yang selanjutnya batako dan kompos yang dihasilkan dapat dijual ke konsumen.

Belum berkembangnya pengelolaan sampah terpadu dikarenakan belum dikembangkannya sistem yang didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai. Selain itu persepsi dan kesadaran akan manfaat sampah dan budaya masyarakat dalam membuang sampah sangat beragam. Pemilahan dan pemanfaatan sampah di lingkungan keluarga belum membudaya, sehingga memerlukan waktu untuk perubahan tersebut. Beberapa kendala secara umum dalam tahapan proses pengelolaan sampah di masyarakat, antara lain :

1. Tahap Pewadahan dan Pengumpulan

- a. Pengumpulan sampah hanya dilakukan pada wilayah yang padat penduduk, sedangkan pada wilayah yang jarang penduduknya, pengelolaan sampah dilakukan oleh masing-masing keluarga.

- b. Perencanaan dan operasi sistem pengelolaan sampah yang ada belum optimal mencapai target-target pekerjaan yang diharapkan.
- c. Pertumbuhan bangunan tidak sebanding dengan pertumbuhan pelayanan pengangkutan persampahan.
- d. Pemukiman yang tumbuh tanpa pelayanan persampahan cenderung membuang sampahnya di tempat-tempat yang dianggap tidak berpenghuni.

2. Tahap Pengangkutan

- a. Transfer depo yang diharapkan dapat mempercepat pengangkutan sampah, ternyata sebagian masih berfungsi sebagai tempat pembuangan sampah sementara (TPS), karena grobak pengumpul sampah dan truk pengangkut sampah masih saling menunggu. Disain tempat pembuangan sampah sementara (TPS) yang ada tidak mendukung untuk mempercepat pemuatan sampah ke atas kendaraan yang digunakan.
- b. Pengangkutan sampah dari sumber, tempat pembuangan sementara (TPS), dan transfer depo ke tempat pembuangan sampah masih belum sebanding dengan jumlah sampah yang dihasilkan.
- c. Pengangkutan sampah organik dan anorganik masih bercampur.

3. Tahap Pembuangan Sampah

- a. Masyarakat memanfaatkan tanah kosong di tepi jalan sebagai tempat pembuangan sampah.
- b. Pembakaran sampah di daerah perkotaan menimbulkan gangguan kesehatan.

4. Sampah Sebagai Sumberdaya

- a. Secara tradisional sampah rumah tangga dibuat kompos, tetapi saat ini permasalahan utama kompos adalah pada pemasarannya
- b. Banyak bahan kering dalam sampah dikumpulkan oleh para pemulung dan dijualnya, meskipun masih banyak bahan yang berpotensi diambil kembali tetapi tidak memiliki pasar, sehingga menjadi komponen sampah yang tidak terambil dan kembali berserakan secara tersembunyi yang menjadikan kondisi tidak sehat.
- c. Sistem daur ulang (*Recycling*) dan penggunaan kembali (*Reuse*) yang efektif tidak dapat berkembang sebab baru sebagian kecil penduduk yang memilah sampah di rumah sebelum dibuang
- d. Sampah domestik tercampur dengan sampah B3 karena tidak adanya pengelolaan sampah B3.

5. Pengelolaan Sampah

- a. Mereka yang menerima manfaat dari sistem pengelolaan sampah secara formal belum seluruhnya membayar jasa pelayanan/retribusi. Sistem tarif yang dikembangkan berupa pungutan jasa pelayanan/retribusi belum dapat terkumpulkan sepenuhnya.
- b. Belum berkembangnya mekanisme insentif dan disentif.
- c. Pengelolaan masih pada skala kecil dan belum terfasilitasi secara memadai.



Gambar 3.4 Pengelolaan sampah secara mandiri

(<http://windhar.files.wordpress.com>)

Walaupun demikian, beberapa kelompok masyarakat mulai mengelola sampah secara mandiri dengan baik. Salah satu contohnya adalah pengelolaan sampah yang dilakukan oleh warga di daerah Sukunan Banyuraden Gamping pada gambar diatas. Sampah dipilah menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik dijadikan sebagai kompos untuk penghijauan. Sampah anorganik sebagian dimanfaatkan untuk kerajinan dan sebagian lainnya dijual. Hasil dari sampah dapat menambah kas kampung dan pendapatan penduduk setempat. Keuntungan lainnya adalah lingkungan kampung menjadi bersih, sehat dan indah karena tidak ada sampah yang terbuang secara percuma.

3.2.1 Pengelolaan Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau

(sering disebut dengan kompos). Kompos merupakan hasil pelapukan bahan-bahan organik seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, sampah, rumput, dan bahan lain yang sejenis yang proses pelapukannya dipercepat oleh bantuan manusia. Sampah pasar khusus seperti pasar sayur mayur, pasar buah, atau pasar ikan, jenisnya relatif seragam namun sebagian besar (95%) berupa sampah organik sehingga lebih mudah ditangani. Sampah yang berasal dari pemukiman umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik.

Sampah organik berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan dimana sampah organik sendiri dibagi menjadi :

- a. Sampah organik basah, istilah ini dimaksudkan sampah mempunyai kandungan air yang cukup tinggi. Contohnya kulit buah dan sisa sayuran.
- b. Sampah organik kering adalah bahan organik lain yang kandungan airnya kecil. Contoh sampah organik kering di antaranya kertas, kayu atau ranting pohon, dan dedaunan kering.

A. Sistem Penanggulangan Sampah Organik

Sampah Organik (Kompos) merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikroba dengan hasil akhir berupa kompos yang memiliki nisbah C/N yang rendah. Bahan yang ideal untuk dikomposkan memiliki nisbah C/N sekitar 30, sedangkan kompos yang dihasilkan memiliki nisbah C/N < 20. Bahan organik yang memiliki nisbah C/N jauh lebih tinggi di atas 30 akan terombak dalam waktu yang lama, sebaliknya jika nisbah tersebut terlalu rendah akan terjadi kehilangan N karena menguap selama proses perombakan berlangsung. Kompos yang dihasilkan dengan fermentasi

menggunakan teknologi mikrobia efektif dikenal dengan nama bokashi. Dengan cara ini proses pembuatan kompos dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan cara konvensional.

Pengomposan pada dasarnya merupakan upaya mengaktifkan kegiatan mikrobia agar mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Yang dimaksud mikrobia disini bakteri, fungi dan jasad renik lainnya. Bahan organik disini merupakan bahan untuk baku kompos ialah jerami, sampah kota, limbah pertanian, kotoran hewan/ternak dan sebagainya. Cara pembuatan kompos bermacam-macam tergantung: keadaan tempat pembuatan, buday orang, mutu yang diinginkan, jumlah kompos yang dibutuhkan, macam bahan yang tersedia dan selera si pembuat.

Yang perlu diperhatikan dalam proses pengomposan ialah:

- a) Kelembaban timbunan bahan kompos. Kegiatan dan kehidupan mikrobia sangat dipengaruhi oleh kelembaban yang cukup, tidak terlalu kering maupun basah atau tergenang.
- b) Aerasi timbunan. Aerasi berhubungan erat dengan kelengasan. Apabila terlalu anaerob mikrobia yang hidup hanya mikrobia anaerob saja, mikrobia aerob mati atau terhambat pertumbuhannya. Sedangkan bila terlalu aerob udara bebas masuk ke dalam timbunan bahan yang dikomposkan umumnya menyebabkan hilangnya nitrogen relatif banyak karena menguap berupa NH_3 .
- c) Temperatur harus dijaga tidak terlampaui tinggi (maksimum 60°C). Selama pengomposan selalu timbul panas sehingga bahan organik yang dikomposkan temperaturnya naik bahkan sering temperatur mencapai 60°C . Pada temperatur tersebut mikrobia mati atau sedikit

sekali yang hidup. Untuk menurunkan temperatur umumnya dilakukan pembalikan timbunan bakal kompos.

- d) Proses pengomposan kebanyakan menghasilkan asam-asam organik, sehingga menyebabkan pH turun. Pembalikan timbunan mempunyai dampak netralisasi kemasaman.
- e) Netralisasi kemasaman sering dilakukan dengan menambah bahan pengapuran misalnya kapur, dolomit atau abu. Pemberian abu tidak hanya menetralisasi tetapi juga menambah hara Ca, K dan Mg dalam kompos yang dibuat.
- f) Kadang-kadang untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas kompos, timbunan diberi pupuk yang mengandung hara terutama P. Perkembangan mikrobia yang cepat memerlukan hara lain termasuk P. Sebetulnya P disediakan untuk mikrobia sehingga perkembangannya dan kegiatannya menjadi lebih cepat. Pemberian hara ini juga meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan karena kadar P dalam kompos lebih tinggi dari biasa, karena residu P sukar tercuci dan tidak menguap

B. Teknik Pengomposan Masal Kompos Organik Perkotaan

1. Proses Pengomposan

Sampah Organik (Kompos) merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikrobia dengan hasil akhir berupa kompos yang memiliki nisbah C/N yang rendah. Bahan yang ideal untuk dikomposkan memiliki nisbah C/N sekitar 30, sedangkan kompos yang dihasilkan memiliki nisbah C/N < 20. Bahan organik yang memiliki nisbab C/N jauh lebih tinggi di atas 30 akan terombak dalam waktu yang lama, sebaliknya jika nisbah tersebut terlalu rendah akan terjadi kehilangan N karena menguap selama proses

perombakan berlangsung. Kompos yang dihasilkan dengan fermentasi menggunakan teknologi mikrobia efektif dikenal dengan nama bokashi. Dengan cara ini proses pembuatan kompos dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan cara konvensional.

Yang perlu diperhatikan dalam proses pengomposan ialah:

- a. Kelembaban timbunan bahan kompos. Kegiatan dan kehidupan mikrobia sangat dipengaruhi oleh kelembaban yang cukup, tidak terlalu kering maupun basah atau tergenang,
- b. Aerasi timbunan. Aerasi berhubungan erat dengan kelengasan. Apabila terlalu anaerob mikrobia yang hidup hanya mikrobia anaerob saja, mikrobia aerob mati atau terbambat pertumbuhannya. Sedangkan bila terlalu aerob udara bebas masuk ke dalam timbunan bahan yang dikomposkan umumnya menyebabkan hilangnya nitrogen relatif banyak karena menguap berupa NH₃.
- c. Temperatur harus dijaga tidak terlampaui tinggi (maksimum 60°C). Selama pengomposan selalu timbul panas sehingga bahan organik yang dikomposkan temperaturnya naik bahkan sering temperatur mencapai 60°C. Pada temperatur tersebut mikrobia mati atau sedikit sekali yang hidup. Untuk menurunkan temperatur umumnya dilakukan pembalikan timbunan bakal kompos..
- d. Proses pengomposan kebanyakan menghasilkan asam-asam organik, sehingga menyebabkan pH turun. Pembalikan timbunan mempunyai dampak netralisasi kemasaman.
- e. Netralisasi kemasaman sering dilakukan dengan menambah bahan pengapur misalnya kapur, dolomit atau abu. Pemberian abu tidak hanya menetralisasi tetapi juga menambah hara Ca, K dan Mg dalam kompos yang dibuat.

f. Kadang-kadang untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas kompos, timbunan diberi pupuk yang mengandung hara terutama P. Sebetulnya P disediakan untuk mikrobia sehingga perkembangannya dan kegiatannya menjadi lebih cepat. Pemberian hara ini juga meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan karena kadar P dalam kompos lebih tinggi, karena residu P sukar tercuci dan tidak menguap.

Proses pengomposan akan lebih baik dan cepat bila bahan mentahnya memiliki ukuran yang lebih kecil. Karena itu, bahan yang ukurannya besar perlu dicacah atau digiling terlebih dulu sehingga ukurannya menjadi lebih kecil. Biomass berukuran kecil akan mudah didekomposisi karena luas permukaannya meningkat dan mempermudah aktivitas mikroorganisme perombak. Teknologi pengomposan yang telah ada kurang efektif dan kurang efisien bila digunakan untuk bahan biomass yang jumlahnya banyak. Kebutuhan tenaga kerja dan peralatan serta waktu yang cukup banyak untuk memperkecil ukuran biomass dan tenaga untuk mengaduk dan membalik biomass agar mendapatkan sirkulasi oksigen yang cukup.

Teknologi pengomposan sampah yang sudah banyak dipublikasikan, namun umurnya memerlukan proses memperkecil ukuran sampah dengan pencacahan atau penggilingan sampah dan proses pengadukan biomass. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan teknologi pengomposan masal yang sederhana dan mudah dilakukan dengan meniadakan proses pencacahan atau penggilingan sampah serta tidak perlu pengadukan biomass.

2. Kebutuhan Bahan dan Peralatan

a. Sampah daun kering

Sampah daun kering diperoleh dari dahan dan ranting hasil pemangkasan tanaman yang ada di tepi-tepi jalan atau dari hutan kota. Setelah dahan dan ranting diturunkan dari mobil, dibiarkan menumpuk sampai dengan daun-daun kering dan mudah untuk dirontokan. Proses perontokan daun dimaksudkan untuk memisahkan daun-daun dari kayu ranting atau dahan. Perontokan biasa dilakukan menggunakan golok atau sabit ,agar mempermudah pemisahan dedaunan dari ranting, sehingga didapatkan daun kering yang sudah bebas dari kayu dahan dan rantingnya.

b. Sampah basah

Sampah basah diperoleh dari sampah rumah tangga atau sampah pasar. Sampah pasar atau sampah rumah tangga yang barn datang dilakukan pemilahan dari bahan-bahan anorganik seperti plastik, kaleng, stereofom, dan bahan-bahan lain yang tidak bisa diurai. Pemilahan dapat dilakukan secara manual atau dengan bantuan alat.

c. Starter

Starter adalah bahan yang berisi mikrobia pengurai yang telah diaktifkan. Dalam pengomposan masal ini starter menggunakan larutan EM⁴ dan aktivasi mikrobia dengan memberikan nutrisi berupa urea.

d. Peralatan-Peralatan

- Kerangka berbentuk kubus ukuran sisinya adalah 1 m sehingga volume kubus adalah satu meter kubik tanpa alas dan tanpa tutup terbuat dari rambatan besi.
- Kantong terbuat dari bahan glangsing berbentuk kubus dengan ukuran sisi satu meter sehingga volumenya satu kubik dengan tutup atas fleksibel bisa dibuka-tutup;

- Peralatan untuk perompesan atau perontokan daun kering dari dahan-dahan dan rantingnya yaitu sabit, gancu, keranjang, dan lain-lain.

3. Pelaksanaan Pengomposan

a. Penyiapan Starter

Larutan starter dibuat dengan mencampurkan cairan EM4 sebanyak 300 cc ditambah urea 2 kg kemudian ditambah air sehingga volume larutan menjadi 3 liter (3000 cc), yang digunakan untuk proses pengomposan sebanyak satu kubik biomas campuran sampah daun kering dan sampah basah. Larutan starter baru digunakan setelah dibiarkan (diinkubasikan) selama 24-48 jam).

b. Penyampuran Sampah Daun Kering dan Sampah Basah

Penyampuran sampah daun kering dengan sampah basah dilakukan dengan sistem kue lapis, yaitu untuk ketinggian 100cm dibuat daun kering lima lapis dan sampah basah lima lapis. Lapisan paling bawah adalah sampah daun kering kemudian lapisan sampah basah demikian seterusnya dan yang paling atas sampah basah sebagaimana terlihat dalam gambar. Ketebalan masing-masing lapisan tergantung komposisi yang diinginkan. Untuk perbandingan 50 persen sampah daun kering dan 50 persen sambah basah, maka tebal masing-masing lapisan adalah 10 cm. Untuk perbandingan 60 persen sampah daun kering dan 40 persen sampah basah, maka tebal lapisan daun kering adalah 12 cm, dan tebal lapisan sampah basah adalah 8 cm. Dan untuk perbandingan 40 persen sarnpah daun kering dan 60 persen sambah basah, maka tebal lapisan daun kering adalah 8cm, dan tebal lapisan sampah basah adalah 12 cm.

Pemilihan proporsi sampah daun kering dengan sampah basah tergantung pada kondisi sampah basahnya, dipilih proporsi yang tepat agar kondisi campuran biomas tetap lembab namun jangan sampai terlalu banyak mengejarkan air lindi. Bila sampah basah berupa bahan yang kandungan airnya tidak terlalu banyak maka perbandingannya bisa 50 persen sampah daun kering dan 50 persen sampah basah. Bila sampah basah berupa bahan yang kandungan airnya banyak misalnya sampah basah buah-buahan, maka perbandingannya 60 persen sampah daun kering dan 40 persen sampah basah..



Gambar 3.5. Gambaran Susunan Campuran Sampah Daun Kering Dengan Sampah Basah Seperti Susunan Kue Lapis

4. Perawatan Selama Masa Inkubasi

Biomass campuran sampah daun kering dengan sampah basah yang sudah di dalam kantong glangsing ditempatkan pada ruang yang tidak terkena hujan dan tidak terkena sinar matahari langsung. Sekali waktu dicek dengan membuka kantong glangsing dan memasukan tangan kita sedalam 25-30 cm, untuk memastikan bahwa campuran biomass

temperaturnya naik sebagai indikator adanya aktivitas mikroba, dan kondisi biomas lembab (tidak kering)..



Gambar 3.6 Proses inkubasi Pengomposan Masal Campuran Sampah Daun Kering dengan Sampah Basah

5. Pemanenan Kompos

Pemanenan kompos dilakukan bila kompos sudah jadi dengan tanda-tanda temperatur sudah hampir sama dengan suhu udara disekitarnya, wama sudan menjadi hitam atau kehitaman, tidak berbau, strukturnya sudah remah, yaitu bila diremas sudah hancur. Kompos yang sudah jadi siap untuk digunakan langsung dicampurkan dengan media tanam atau dibungkus untuk sementara disimpan sebelum digunakan;

Pemanenan dilakukan dengan cara :

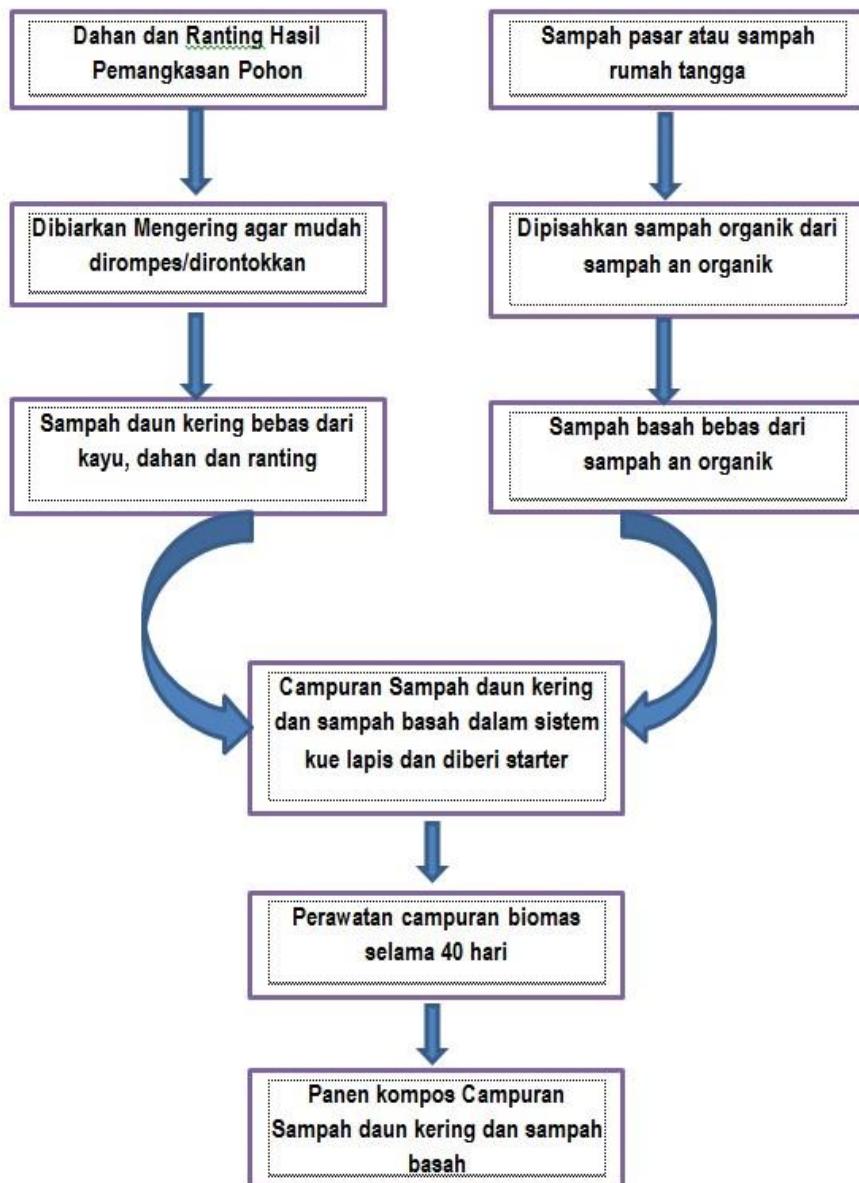
- I. Biomass kompos dituang dari glangsing, dilakukan secara bertahap (sedikit demi sedikit);

2. Biomas diaduk agar tercampur merata antara biomas daun kering dengan sampah basah;
3. Biomas kompos dimasukan dalam kantong, bisa kantong plastik wama gelap atau glangsing dengan ukuran sesuai selera, bisa menggunakan ukuran berat 5 kg, 10 kg atau 25 kg.
4. Biomas kompos disimpan ditempat yang tidak terkena sinar matahari langsung dan tidak kena hujan, agar kelembabannya terjaga namun tidak basah dan mengalami pelindian;



Gambar 3.7 Biomas Kompos yang Sudah Jadi

Secara keseluruhan proses pengomposan masal biomas sampah daun kering dengan sampah basah disajikan Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Bagan Proses pengomposan Masal Campuran Biomass Sampah Daun Kering dengan Sampah Basah

C. Teknik Pembuatan Pupuk Organik (Kompos) dalam Rumah Tangga

1. Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan seperti daun-daunan, rumput, sayur-sayuran, kulit buah, sisa-sisa makanan, dan EM-4. Sedangkan alat yang digunakan adalah wadah plastik, pisau, sprayer, plastik penutup, dan tali. Beberapa sarana dan prasarana kerja yang diperlukan di Unit Pengolahan Sampah :

- a. Tempat Transit Sampah
- b. Mesin Pencacah
- c. Mesin Pengayak
- d. Bak Pengomposan (14 bak)
- e. Gudang Penyimpanan Kompos Jadi
- f. Kantor dan Ruang Display
- g. Peralatan Kerja

2. Persiapan Tempat

Sebaiknya tempat penyimpanan kompos tidak terbuka atau terkena sinar matahari langsung, seperti di bawah pohon atau tempat yang beratap agar proses pengomposan berjalan optimal.

3. Proses Pembuatan Kompos

a. Pengumpulan dan Pemilahan Sampah

Sampah dikumpulkan dan dipilah ke dalam dua tempat yaitu untuk sampah organik dan sampah anorganik. Pengomposan hanya dilakukan untuk sampah organik saja seperti daun-daunan, rumput, sayur-sayuran, kulit buah, dan sisa-sisa makanan. Dari proses pemilahan ini dapat

diketahui seberapa persen komposisi sampah organik yang dapat dikomposkan.

b. Pencacahan Sampah Organik

Sampah organik seperti daun-daunan, rumput, sayur-sayuran, dan kulit buah dipotong-potong kurang lebih 5-10 cm supaya proses pengomposan lebih cepat.

c. Pencampuran dan Pembentukan Tumpukan

Sampah organik yang telah melewati proses pencacahan kemudian ditumpuk ke dalam suatu wadah plastik. Sampah organik yang akan dikomposkan dicampur terlebih dahulu atau pada saat pembentukan tumpukan dilakukan secara berlapis.

d. Penyemprotan EM-4

Pertama-tama EM-4 dilarutkan dalam air secukupnya kemudian dimasukkan dalam sprayer sederhana. Penyemprotan EM-4 dilakukan secara merata ke seluruh adonan sampah organik sambil diaduk-aduk sampai kandungan air adonan mencapai 50% (bila adonan dikepal dengan tangan air tidak keluar dari adonan). Penyemprotan ini hanya dilakukan sekali pada awal pembuatan kompos. Fungsi penambahan EM-4 adalah untuk mempercepat proses pengomposan dengan menggunakan bakteri pengurai.

e. Pembalikan

Pembalikan tumpukan dilakukan dengan cara membalik posisi sampah atau mengaduk-aduk untuk memasukkan udara segar ke dalam tumpukan bahan. Hal ini dilakukan untuk meratakan proses pelapukan di setiap tumpukan serta membantu penghancuran bahan organik menjadi

partikel yang lebih kecil. Pembalikan dilakukan secara manual satu kali dalam seminggu.

f. Pematangan

Setelah pembalikan, kompos ditutup kembali dengan menggunakan plastik dan dimatangkan hingga 30-40 hari. Kompos masuk pada tahap pematangan selama 14 hari.

g. Penyaringan (Pemilahan Kembali)

Setelah 2 minggu kompos dikeluarkan dari wadahnya untuk dipilah kembali. Ternyata pengomposan yang dilakukan belum sempurna, oleh karena itu semua bahan yang belum terkomposkan dikembalikan ke dalam tumpukan semula agar lebih matang lagi.

C. Sistem Pengelolaan Sampah Organik (Kompos)

Sistem pengelolaan sampah (kompos) selama 14 hari belum cukup optimal. Pada hari ke-14 ternyata kompos belum dapat dipanen, semua bahan organik belum terkomposkan dengan sempurna. Oleh karena itu, semua bahan organik yang belum terkomposkan (kompos kasar) dikembalikan ke tumpukan semula kemudian ditutup kembali untuk proses pematangan lebih lanjut.

D. Syarat Mutu

Berdasarkan syarat mutu yang ditetapkan dalam Permentan No 28/Permentan/ SR.130/5/2009 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, indikator yang digunakan adalah pH, kandungan C-organik (Walkley & Black), N-total (Kjeldahl), C/N rasio, unsur makro dan mikro. C/N

rasio sudah memenuhi standar pupuk organik yang telah dipersyaratkan yakni <25,0, sedang C-organik dalam pupuk padat minimal 15%.

Kecepatan dekomposisi bahan organik ditunjukkan oleh perubahanimbangan C/N. Selama proses mineralisasi,imbangan C/N bahan-bahan yang banyak mengandung N akan berkurang menurut waktu. Kecepatan kehilangan C lebih besar daripada N, sehingga diperoleh imbanganc/N yang lebih rendah (10-20). Apabila kandungan C/N sudah mencapai angka tersebut, artinya proses dekomposisi sudah mencapai tingkat akhir. Nisbah C/N yang baik antara 15-20 dan akan stabil pada saat mencapai perbandingan 15. Nisbah C/N yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah. C/N rasio akan mencapai kestabilan saat proses dekomposisi berjalan sempurna.

C-organik zat arang atau karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Dalam proses pencernaan oleh mikroorganisme

terjadi reaksi pembakaran antara unsur karbon dan oksigen menjadi kalori dan karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida ini dilepas menjadi gas, kemudian unsur nitrogen yang terurai ditangkap mikroorganisme untuk membangun tubuhnya. Pada waktu mikroorganisme ini mati, unsur nitrogen akan tinggal bersama kompos dan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Kandungan C-organik yang dipersyaratkan untuk memenuhi pupuk organik menurut Permentan No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 yaitu mengandung C-organik di atas 12%.

Tolok ukur kualitas pupuk organik yang dihasilkan adalah kandungan C-organik, C/N rasio dan N-total. Hasil analisis dari kompos sampah rumah tangga yang diproduksi oleh BPTP Jawa Timur menunjukkan kandungan C-organik berkisar 15,41 - 18,89, C/N- rasio

berkisar 11,8812,04 - 18,29, dan N-total berkisar 0,58 - 1,57%. Dari uji laboratorium diketahui bahwa pupuk organik sampah rumah tangga dengan dekomposer Promi ditambah dengan pupuk kandang, dedak, dan tetes mengandung C-organik yang tinggi. Menurut Zainal et al. (2008), zat arang atau karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Dalam proses pencernaan oleh mikroorganisme terjadi reaksi pembakaran antara unsur karbon dan oksigen menjadi kalori dan karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida ini dilepas menjadi gas, kemudian unsur nitrogen yang terurai ditangkap mikroorganisme untuk membangun tubuhnya. Pada waktu mikroorganisme ini mati, unsur nitrogen akan tinggal bersama kompos dan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Hal ini berarti pupuk organik ini selain sebagai sumber hara (melepaskan unsur hara terutama N dalam waktu relatif cepat) juga dapat digunakan sebagai sumber bahan organik tanah.

Nilai kritis rasio C/N suatu bahan organik untuk terjadinya dekomposisi adalah di bawah 30, di atas nilai tersebut bahan organik akan sulit terdekomposisi (Stevenson,1986 dan Handayanto, 1995). Besarnya C/N ratio menunjukkan mudah tidaknya bahan organik terdekomposisi. Rasio C/N tinggi menunjukkan adanya bahan tanah lapuk yang relatif banyak (misalnya selulosa, lemak dan lilin), sebaliknya semakin kecil nilai rasio C/N menunjukkan bahwa bahan organik semakin mudah terdekomposisi.

Dengan pengomposan nisbah bahan organik dapat mencapai 20 sampai 15, sehingga menurunnya nisbah C/N berarti ketersediaan nitrogen bagi tanaman meningkat. Tingkatan nisbah C/N optimum mempunyai rentang antara 20 – 25 (kandungan N sekitar 1,4 – 1,7%) yang ternyata ideal untuk dekomposisi maksimum karena tidak akan terjadi pemebebasan

nitrogen melalui mineralisasi dari sisa-sisa organik di atas jumlah yang dibutuhkan oleh mikroorganisme. Nisbah C/N yang baik antara 20-30 dan akan stabil pada saat mencapai perbandingan 15. Nisbah C/N yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah. C/N rasio akan mencapai kestabilan saat proses dekomposisi berjalan sempurna. Menurut Djuarnani et al. (2009), Nisbah C/N yang baik antara 20 -30 dan akan stabil pada saat mencapai perbandingan 15. Nisbah C/N yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah. C/N rasio akan mencapai kestabilan saat proses dekomposisi berjalan sempurna.

3.2.2 Cara Penanggulangan Sampah Organik

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.

Program-program sampah kota harus disesuaikan dengan kondisi setempat agar berhasil, dan tidak mungkin dibuat sama dengan kota lainnya. Terutama program-program di negara-negara berkembang seharusnya tidak begitu saja mengikuti pola program yang telah berhasil dilakukan di negara-negara maju, mengingat perbedaan kondisi-kondisi fisik, ekonomi, hukum dan budaya. Khususnya sektor informal (tukang sampah atau pemulung) merupakan suatu komponen penting dalam sistem penanganan sampah yang ada saat ini, dan peningkatan kinerja mereka harus menjadi komponen utama dalam sistem penanganan sampah di negara berkembang. Salah satu contoh sukses adalah zabbaleen di Kairo, yang telah berhasil membuat suatu sistem pengumpulan dan daur-ulang sampah yang mampu mengubah/memanfaatkan 85 persen sampah yang terkumpul dan mempekerjakan 40.000 orang.

Secara umum di negara Utara atau di negara Selatan, sistem untuk penanganan sampah organik merupakan komponen-komponen terpenting dari suatu sistem penanganan sampah kota. Sampah-sampah organik

seharusnya dijadikan kompos, vermi-kompos (pengomposan dengan cacing) atau dijadikan makanan ternak untuk mengembalikan nutirisi-nutrisi yang ada ke tanah. Hal ini menjamin bahwa bahan-bahan yang masih bisa didaur-ulang tidak terkontaminasi, yang juga merupakan kunci ekonomis dari suatu alternatif pemanfaatan sampah. Daur-ulang sampah menciptakan lebih banyak pekerjaan per ton sampah dibandingkan dengan kegiatan lain, dan menghasilkan suatu aliran material yang dapat mensuplai industri.

Melalui proses dekomposisi terjadi proses daur ulang unsur hara secara alamiah. Hara yang terkandung dalam bahan atau benda-benda organik yang telah mati, dengan bantuan mikroba (jasad renik), seperti bakteri dan jamur, akan terurai menjadi hara yang lebih sederhana dengan bantuan manusia maka produk akhirnya adalah kompos (compost).

Setiap bahan organik, bahan-bahan hidup yang telah mati, akan mengalami proses dekomposisi atau pelapukan. Daun-daun yang gugur ke tanah, batang atau ranting yang patah, bangkai hewan, kotoran hewan, sisipanganan, dan lain sebagainya, semuanya akan mengalami proses dekomposisi kemudian hancur menjadi seperti tanah berwarna coklat-kehitaman. Wujudnya semula tidak dikenal lagi. Melalui proses dekomposisi terjadi proses daur ulang unsur hara secara alamiah. Hara yang terkandung dalam bahan atau benda-benda organik yang telah mati, dengan bantuan mikroba (jasad renik), seperti bakteri dan jamur, akan terurai menjadi hara yang lebih sederhana dengan bantuan manusia maka produk akhirnya adalah kompos (compost).

Pengomposan didefinisikan sebagai proses biokimiawi yang melibatkan jasad renik sebagai agensia (perantara) yang merombak bahan organik menjadi bahan yang mirip dengan humus. Hasil perombakan

tersebut disebut kompos. Kompos biasanya dimanfaatkan sebagai pupuk dan pemberah tanah.

Kompos dan pengomposan (composting) sudah dikenal sejak berabad-abad yang lalu. Berbagai sumber mencatat bahwa penggunaan kompos sebagai pupuk telah dimulai sejak 1000 tahun sebelum Nabi Musa. Tercatat juga bahwa pada zaman Kerajaan Babylonia dan kekaisaran China, kompos dan teknologi pengomposan sudah berkembang cukup pesat.

Namun demikian, perkembangan teknologi industri telah menciptakan ketergantungan pertanian terhadap pupuk kimia buatan pabrik sehingga membuat orang melupakan kompos. Padahal kompos memiliki keunggulan-keunggulan lain yang tidak dapat digantikan oleh pupuk kimiawi, yaitu kompos mampu:

- Mengurangi kepekatan dan kepadatan tanah sehingga memudahkan perkembangan akar dan kemampuannya dalam penyerapan hara.
- Meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air sehingga tanah dapat menyimpan air lebih aman dan mencegah terjadinya kekeringan pada tanah.
- Menahan erosi tanah sehingga mengurangi pencucian hara.
- Menciptakan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan jasad penghuni tanah seperti cacing dan mikroba tanah yang sangat berguna bagi kesuburan tanah.

3.2.3 Pengolahan Sampah Organik Untuk Kebutuhan Lingkungan

Pengolahan sampah organik untuk kebutuhan lingkungan dilakukan dengan cara menggunakan metode penanganan sampah 3-R, 4-R dan 5-R, yaitu pemikiran konsep zero waste. Konsep zero waste adalah

pendekatan serta penerapan sistem dan teknologi pengolahan sampah perkotaan skala kawasan secara terpadu dengan sasaran untuk melakukan penanganan sampah perkotaan skala kawasan sehingga dapat mengurangi volume sampah sesedikit mungkin, serta terciptanya industri kecil daur ulang yang dikelola oleh masyarakat atau pemerintah daerah setempat.

Konsep zero waste yaitu penerapan prinsip 3R (Reduce, Reuse, dan recycle), serta prinsip pengolahan sedekat mungkin dengan sumber sampah dengan maksud untuk mengurangi beban pengangkutan (transport cost). Orientasi penanganan sampah dengan konsep zero waste diantaranya meliputi :

1. Sistem pengolahan sampah secara terpadu
2. Teknologi pengomposan
3. Daur ulang sampah plastik dan kertas
4. Teknologi pembakaran sampah dan insenator
5. Teknologi pengolahan sampah organik menjadi pakan ternak
6. Teknologi tempat pembuangan akhir (TPA) sampah
7. Peran serta masyarakat dalam penanganan sampah
8. Pengolahan sampah kota metropolitan
9. Peluang dan tantangan usaha daur ulang.

Pengertian Zero Waste adalah bahwa mulai dari produksi sampai berakhirknya suatu proses produksi dapat dihindari terjadi “produksi sampah” atau diminimalisir terjadinya “sampah”. Konsep Zero Waste ini salah satunya dengan menerapkan prinsip 3 R (Reduce, Reuse, Recycle). Penanganan sampah 3-R adalah konsep penanganan sampah dengan cara *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali), *recycle* (mendaur-ulang sampah), sedangkan 4-R ditambah *replace* (mengganti) mulai dari sumbernya. Prinsip 5-R selain 4 prinsip tersebut di atas

ditambah lagi dengan *replant* (menanam kembali). Penanganan sampah 4-R sangat penting untuk dilaksanakan dalam rangka pengelolaan sampah padat perkotaan yang efisien dan efektif, sehingga diharapkan dapat mengurangi biaya pengelolaan sampah, antara lain :

- a. Prinsip *reduce* dilakukan dengan cara se bisa mungkin lakukan minimisasi barang atau material yang kita pergunakan. Semakin banyak kita menggunakan material, semakin banyak sampah yang dihasilkan.
- b. Prinsip *reuse* dilakukan dengan cara se bisa mungkin pilihlah barang-barang yang bisa dipakai kembali. Hindari pemakaian barang-barang yang sekali pakai. Hal ini dapat memperpanjang waktu pemakaian barang sebelum ia menjadi sampah.
- c. Prinsip *recycle* dilakukan dengan cara se bisa mungkin, barang-barang yang 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.
- d. Prinsip *replace* dilakukan dengan cara teliti barang yang kita pakai sehari-hari. Gantilah barang-barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama. Juga teliti agar kita hanya memakai barang-barang yang lebih ramah lingkungan. Misalnya, ganti kantong keresek kita dengan keranjang bila berbelanja, dan jangan pergunakan Styrofoam karena kedua bahan ini tidak bisa diurai secara alami.
- e. Prinsip *replant* dapat dilakukan dengan cara membuat hijau lingkungan sekitar baik lingkungan rumah, perkantoran, pertokoan, lahan kosong

dan lain-lain. Penanaman kembali ini sebagian menggunakan barang atau bahan yang diolah dari sampah.

Tabel 1. Upaya 5-R di Daerah Perumahan dan Fasilitas Sosial

Penanganan 5-R	Cara Pengerjaannya
Reduce	Hindari pemakaian dan pembelian produk yang menghasilkan sampah dalam jumlah besar. Gunakan produk yang dapat diisi ulang. Kurangi penggunaan bahan sekali pakai Jual atau berikan sampah yang telah terpisah kepada pihak yang memerlukan.
Reuse	Gunakan kembali wadah/kemasan untuk fungsi yang sama atau fungsi lainnya. Gunakan wadah/kantong yang dapat digunakan berulang-ulang. Gunakan baterai yang dapat diisi kembali. Kembangkan manfaat lain dari sampah.
Recycle	Pilih produk dan kemasan yang dapat didaur-ulang dan mudah terurai. Lakukan penanganan untuk sampah organic menjadi kompos dengan berbagai cara yang telah ada atau manfaatkan sesuai dengan kreatifitas masing-masing. Lakukan penanganan sampah anorganik menjadi barang yang bermanfaat.
Replace	Ganti barang-barang yang kurang ramah lingkungan dengan yang ramah lingkungan. Ganti pembungkus plastik dengan pembungkus yang lebih bersahabat dengan lingkungan.

	Gantilah barang-barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama.
Replant	Buat hijau dan teduh lingkungan anda, dan gunakan bahan/barang yang dibuat dari sampah.

Tabel 2. Upaya 5-R di Daerah Fasilitas Umum

Penanganan 5-R	Cara Pengerjaannya
Reduce	<p>Gunakan kedua sisi kertas untuk penulisan dan fotokopi.</p> <p>Gunakan alat tulis yang dapat diisi kembali.</p> <p>Sediakan jaringan informasi dengan computer.</p> <p>Maksimumkan penggunaan alat-alat penyimpan elektronik yang dapat dihapus dan ditulis kembali.</p> <p>Khusus untuk rumah sakit, gunakan incinerator untuk sampah medis.</p> <p>Gunakan produk yang dapat diisi ulang.</p> <p>Kurangi penggunaan bahan sekali pakai.</p>
Reuse	<p>Gunakan alat kantor yang dapat digunakan berulang-ulang.</p> <p>Gunakan peralatan penyimpan elektronik yang dapat dihapus dan ditulis kembali.</p>
Recycle	<p>Olah sampah kertas menjadi kertas kembali.</p> <p>Olah sampah organic menjadi kompos.</p>
Replace	Gantilah barang-barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama.
Replant	Buat hijau dan teduh lingkungan anda, dan gunakan bahan/barang yang dibuat dari sampah.

Tabel 3. Upaya 5-R di Daerah Komersial (Pasar, Pertokoan, Restoran, Hotel)

Penanganan 5-R	Cara Pengerjaannya
Reduce	<p>Berikan insentif oleh produsen bagi pembeli yang mengembalikan kemasan yang dapat digunakan kembali.</p> <p>Berikan tambahan biaya bagi pembeli yang meminta kemasan/bungkus untuk produk yang dibelinya.</p> <p>Memberikan kemasan/bungkus hanya pada produk yang benar-benar memerlukan.</p> <p>Sediakan produk yang kemasannya tidak menghasilkan sampah dalam jumlah besar.</p> <p>Kenakan biaya tambahan untuk permintaan kantong plastic belanjaan.</p> <p>Jual atau berikan sampah yang telah terpisah kepada yang memerlukannya.</p>
Reuse	<p>Gunakan kembali sampah yang masih dapat dimanfaatkan untuk produk lain, seperti pakan ternak.</p> <p>Berikan insentif bagi konsumen yang membawa wadah sendiri, atau wadah belanjaan yang diproduksi oleh swalayan yang bersangkutan sebagai bukti pelanggan setia.</p> <p>Sediakan perlengkapan untuk pengisian kembali produk umum isi ulang.</p>
Recycle	<p>Jual produk-produk hasil daur ulang sampah dengan lebih menarik.</p> <p>Berilah insentif kepada masyarakat yang membeli barang hasil daur ulang sampah.</p> <p>Oleh kembali buangan dari proses yang dilakukan sehingga bermanfaat bagi proses lainnya.</p> <p>Lakukan penanganan sampah organic menjadi kompos atau</p>

	memanfaatkannya sesuai dengan kebutuhan. Lakukan penanganan sampah anorganik.
Replace	Ganti barang-barang yang kurang ramah lingkungan dengan yang ramah lingkungan. Ganti pembungkus plastik dengan pembungkus yang lebih bersahabat dengan lingkungan.
Replant	Buat hijau dan teduh lingkungan anda, dan gunakan bahan/barang yang dibuat dari sampah.

A. Pemilahan Sampah

Berdasarkan uraian tentang 3-R, 4-R atau 5-R tersebut, maka pemilahan sampah menjadi sangat penting, artinya tidak efisien jika pemilahan dilakukan di TPA karena ini akan memerlukan sarana dan prasarana yang mahal. Oleh sebab itu pemilahan harus dilakukan di sumber sampah seperti perumahan, sekolah, kantor, puskesmas, rumah sakit, pasar, terminal dan tempat-tempat dimana manusia beraktivitas. Mengapa perlu pemilahan? Sesungguhnya kunci keberhasilan program daur ulang adalah justru di pemilahan awal. Pemilahan berarti upaya untuk memisahkan sekumpulan dari “sesuatu” yang sifatnya heterogen menurut jenis atau kelompoknya sehingga menjadi beberapa golongan yang sifatnya homogen.

Manajemen Pemilahan Sampah dapat diartikan sebagai suatu proses kegiatan penanganan sampah sejak dari sumbernya dengan memanfaatkan penggunaan sumber daya secara efektif yang diawali dari pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan, melalui pengendalian pengelolaan organisasi yang

berwawasan lingkungan, sehingga dapat mencapai tujuan atau sasaran yang telah ditetapkan yaitu lingkungan bebas sampah.

Pada setiap tempat aktivitas dapat disediakan empat buah tempat sampah yang diberi kode, yaitu satu tempat sampah untuk sampah yang bisa diurai oleh mikrobia (sampah organik), satu tempat sampah untuk sampah plastik atau yang sejenis, satu tempat sampah untuk kaleng, dan satu tempat sampah untuk botol. Malah bisa jadi menjadi lima tempat sampah, jika kertas dipisah tersendiri. Untuk sampah-sampah B3 tentunya memerlukan penanganan tersendiri. Sampah jenis ini tidak boleh sampai ke TPA. Sementara sampah-sampah elektronik (seperti kulkas, radio, TV), keramik, furniture dll. ditangani secara tersendiri pula. Jadwal pengangkutan sampah jenis ini perlu diatur, misalnya pembuangan sampah-sampah tersebut ditentukan setiap tiga bulan sekali.

Di Negara yang sudah maju dalam sistem pengelolaan sampah (misal : Australia) yang menerapkan model pemilahan antara sampah organik dan sampah anorganik, memberi semangat bahwa setiap rumah tangga memiliki tiga keranjang sampah untuk tiga jenis sampah yang berbeda. Satu untuk sampah kering (an-organik), satu untuk bekas makanan, dan satu lagi untuk sisa-sisa tanaman/rumput. Ketiga jenis sampah itu akan diangkut oleh tiga truk berbeda yang memiliki jadwal berbeda pula. Setiap truk hanya akan mengambil jenis sampah yang menjadi tugasnya, sehingga pemilahan sampah tidak berhenti pada level rumah tangga saja tetapi terus berlanjut pada rantai berikutnya, bahkan sampai pada TPA.

Sampah-sampah yang telah dipilah inilah yang kemudian dapat didaur ulang menjadi barang-barang yang berguna. Jika pada setiap tempat aktivitas melakukan pemilahan, maka pengangkutan sampah menjadi lebih

teratur. Dinas kebersihan tinggal mengangkutnya setiap hari dan tidak lagi kesulitan untuk memilahnya. Pemerintah Daerah bekerjasama dengan swasta dapat memproses sampah-sampah tersebut menjadi barang yang berguna. Dengan cara ini, maka volume sampah yang sampai ke TPA dapat dikurangi sebanyak mungkin.

B. Keuntungan Mengolah Sampah Organik

Keuntungan mengolah sampah diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penghematan sumber daya alam
2. Penghematan energi
3. Penghematan lahan TPA
4. Lingkungan asri (bersih, sehat, nyaman)
5. Mampu menyediakan pupuk organik yang murah dan ramah lingkungan.
6. Mengurangi tumpukan sampah organik yang berserakan di sekitar tempat tinggal.
7. Membantu pengelolaan sampah secara dini dan cepat.
8. Menghemat biaya pengangkutan sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA).
9. Mengurangi kebutuhan lahan tempat pembuangan sampah akhir (TPA).
10. Menyelamatkan lingkungan dari kerusakan dan gangguan berupa bau, selokan macet, banjir, tanah longsor, serta penyakit yang ditularkan oleh serangga dan binatang pengerat.

BAB IV

PENGELOLAAN SAMPAH PERKOTAAN

P engelolaan limbah sampah perkotaan pada saatnya menjadi sebuah kompleksitas, legal, teknis dan komersial. Pemerintah Daerah harus memiliki solusi objektif komprehensif sebagai jawaban lengkap atas kewajiban pengelolaan limbah. Dengan demikian diperlukan identifikasi dalam melaksanakan kewajiban pengelolaan limbah tersebut.

Ketika berbicara tentang sampah, berarti kita berbicara tentang “bagaimana” sebuah sistem pengelolaan dapat “fokus” pada pencegahan produksi limbah melalui teknik-teknik minimisasi limbah dan penggunaan kembali bahan limbah melalui daur ulang. Hal ini terkait langsung dengan masalah pengadaannya, di mana lokasi pengambilannya, pemasoknya siapa, perancangan ulang proses pembongkaran dan “*logistic reverse*” dapat mengurangi jumlah limbah yang diproduksi atau memfasilitasi daur ulang dan penggunaan ulang dengan lebih baik.

Transisi pengelolaan limbah sampah menggunakan teknologi modern memerlukan “investasi” yang cukup mahal, terstruktur dan konsisten. Pendekatan ini dapat terwujud jika Pemerintah Daerah dapat merencanakan secara lebih dini program dan kegiatannya, sebut saja botol plastik dan kaca, sayuran yang kita beli, plastik pembungkus dari berbagai jenis barang, maupun berbagai material lain yang dibeli oleh masyarakat, maka kita hanya perlu mengembalikan sistem ini ke dalam sebuah kondisi ekonomi alamiahnya, yaitu Negara wajib mengambil “deposit” dari setiap produksi yang diperjualbelikan sebagai tanggung jawab dalam pengelolaan

limbahnya. Atas dasar hal tersebut, pengelolaan sampah akan secara otomatis menjadi “pranata ekonomi” bagi masyarakat.

Ibukota yang bersih adalah ibukota yang bebas dari sampah. Menyelesaikan sampah kota tidak hanya sekedar masalah teknologi tetapi juga masalah manajemen, organisasi, *networking* dan *partnership*. Dan menjadi kota yang cerdas, seperti Jakarta, Surabaya memerlukan intuisi yang tajam dalam menyelesaikan sampah ibukota.

Banyak Negara maju telah meninggalkan konsep *sanitary landfill*, namun di beberapa kota besar di Indonesia masih menggunakan model ini. Teknologi “*incinerator*” sampah untuk memproduksi energi listrik, atau dikenal “PLTSa” tergolong tidak termasuk bersih, karena akan mengeluarkan cemaran, abu terbang dan Karbon dioksida (CO₂), sehingga tidak layak untuk dipakai di kota besar dan modern. Seperti yang terjadi saat ini di Indonesia, telah dikeluarkan putusan Mahkamah Agung yang membatalkan Peraturan Presiden Nomor 18 tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah di DKI Jakarta, Kota Tangerang, Kota Bandung, Kota Semarang, Kota Surakarta, Kota Surabaya dan Kota Makassar, dimana ke tujuh lokasi tersebut menggunakan teknologi incenerasi.

Dr. Arnold Soetrisnanto dalam konsep ilmiahnya mengemukakan bahwa yang terbaik bagi kota besar Indonesia adalah penggabungan “dua” teknologi untuk pengelolaan limbah sampah.

1. Teknologi “fermentasi kontinyu” dengan alasan lebih ramah lingkungan (*green*), *zero waste*, karena tidak ada proses pembakaran secara langsung, melainkan hasil “*gas methane*” yang langsung digunakan sebagai bahan bakar “*methane engine*” untuk menghasilkan listrik. Selain listrik, teknologi ini juga akan menghasilkan pupuk kompos

berkualitas tinggi. Teknologi “fermentasi kontinyu” yang kebanyakan buatan Eropa saat ini masih sangat mahal harganya karena masih dibawah regim paten, dan tidak layak secara ekonomis untuk diterapkan di Indonesia. Namun sebenarnya teknologi ini sangat sederhana pembuatan maupun pengoperasiannya, yaitu bekerja pada temperatur kamar dan tekanan atmorfis, sehingga sangat mudah untuk dibuat sendiri oleh perusahaan/industri nasional, dengan resiko kegagalan yang sangat minimal. Sehingga teknologi “fermentasi kontinyu” ini sangat layak secara teknologi dan ekonomi untuk dikembangkan di dalam negeri bekerjasama dengan lembaga penelitian/universitas, pemerintah pusat/daerah, perusahaan swasta, dan pengembang perumahan/kota.

2. Teknologi gasifikasi, digunakan secara sinergis dengan teknologi nasional “fermentasi kontinyu” yang hanya mampu mengolah jenis sampah organik, sehingga teknologi gasifikasi akan melengkapi karena mampu mengolah jenis sampah an-organik, seperti teknologi pirolysis. Jadi pasangan teknologi fermentasi kontinyu dan teknologi pirolysis adalah “pasangan” teknologi yang sangat tepat untuk diterapkan di kota besar/modern karena sifatnya yang saling mengisi, sehingga keduanya akan dapat memenuhi harapan sebagai teknologi “Green Zero Waste”.

Jika Pemerintah Daerah berpikir “smart” dan rasional, hal utama yang harus dilakukan adalah bagaimana perdagangan barang di kota-kota besar di Indonesia di injeksi dengan pengaturan “deposit” atas seluruh kemasan jenis barang yang diperjualbelikan di pusat-pusat niaga termasuk pasar tradisional untuk investasi pengelolaan limbah sampah yang berkelanjutan. Selain itu, strategi mitigasi limbah yang efektif juga memerlukan penyediaan berbagai informasi terpercaya mengenai

komposisi semua bagan aliran limbah sampah tersebut, dan tata cara pemisahannya dari sumber utama, oleh karena itu diperlukan cara dan metode untuk memeriksa sifat dan kualitas limbah yang dihasilkan sebagai kontribusi pada tindakan yang akan dilakukan.

Merujuk pada pernyataan Antonie Ochieng dalam *The Urban Waste Problem and technology solution*, bahwa Inovasi pengelolaan limbah juga sebaiknya mengadopsi perkembangan perangkat lunak (*software*) dari teknologi *smartphone* yang berkembang untuk mampu mengontrol secara lebih dekat sistem pengelolaan limbah dengan cepat dan efisien dengan memperkenalkan unsur-unsur berikut sebagai solusi idealnya, yaitu dengan cara:

- a. Melanjutkan kampanye pemisahan Limbah (*Campaigning for waste segregation*), yaitu dengan penyediaan empat kantong pembuangan sampah untuk jenis limbah organik, kaca atau keramik, kertas dan plastik, hal ini akan meningkatkan pemisahan limbah yang otomatis mempermudah pengumpul limbah untuk mentransfer sampah ke tempat daur ulang. Pemilahan limbah juga berarti mengurangi limbah ke tempat pembuangan akhir sampah.
- b. Pemetaan Geospasial (*Digital geo-spatial mapping*), “Zonasi digital” dari pusat agregasi limbah, titik transit dan tempat pembuangan sampah untuk memudahkan pengoptimalan sumber daya dan redistribusi oleh pemerintah kota. Ini akan membantu dalam perencanaan output, pelacakan dan ketertelusuran limbah yang dibuang karena para stakeholder di daerah tersebut mendaftarkan limbah yang dikumpulkan di wilayah tertentu pada waktu tertentu, beserta dengan jumlah volume limbah yang ada. Oleh karena itu pihak pengambil keputusan dapat melakukan *tracking* terhadap penerimaan

limbah dari masyarakat dan melacak limbah tersebut di sepanjang *supply/value chain*.

- c. Sinergi Pemerintah bersama Pemulung dan operator swasta (*Forging municipal synergies with informal waste collectors and private operators*) sebagai media untuk menyelaraskan program dan kegiatan antara pemerintah daerah dan pihak terkait yang bergerak dibidang angkutan persampahan. Strategi tersebut mengadopsi pendekatan *dual-front* dengan memberdayakan pemulung menjadi strategi untuk meningkatkan efisiensi dalam mengurangi limbah.
- d. Pemetaan rute transit untuk limbah dan redistribusi ke tempat-tempat daur ulang (*Mapping of transit routes for waste: and redistribution to places of need such as recycling plants*) untuk jangkauan spasial yang lebih luas terhadap limbah yang dibuang secara tidak teratur juga dihitung secara akumulatif menjadi data yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan oleh pemerintah kota dan aktor pengelolaan lingkungan lainnya.

Dari berbagai uraian diatas, maka sejumlah langkah strategis berikut dapat digunakan untuk mengatasi sampah ibukota, sehingga sampah menjadi komoditas yang menguntungkan, antara lain :

- a. Membuat Bank Sampah, untuk memfasilitasi masyarakat dalam mengumpulkan sampah yang kemudian dapat ditukarkan dengan barang atau jasa yang menarik. Sedangkan sampah yang diterima diproses daur ulang, dipergunakan untuk kembali menjadi sesuatu yang lebih berguna. Sistem ini dapat diterapkan dilingkungan perumahan dan dapat diintegrasikan dengan program lingkungan lainnya.

- b. Memelihara lingkungan secara progresif yaitu dengan membangun sistem limbah diubah menjadi energi secara efisien yang mampu memberikan energi listrik langsung kepada penduduk. Dengan cara mendaur ulang dan memilah sampah secara efektif, akan mengurangi sampah yang dideliver ke tempat pembuangan akhir.
- c. Mempromosikan kesadaran lingkungan, misalnya dengan menggerakan masyarakat menciptakan sebuah taman hiburan untuk anak-anak dari bahan bekas, yang terdiri dari limbah plastik, kertas dan sebagainya. Inisiatif kreatif ini dapat memberikan manfaat besar bagi lingkungan, pendidikan dan kesehatan.
- d. Mengubah sampah plastik biasa menjadi pengganti aspal, dimana plastik sebagai bahan utama aspal yang digunakan untuk konstruksi jalan. Dengan melihat peningkatan kadar sampah plastik karena perkembangan ekonomi yang cepat maka sampah plastik dapat dimanfaatkan dan ternyata akan mereduksi biaya konstruksi hingga 15 persen dari aspal lebih mahal biasanya digunakan.
- e. Membuat lokasi pembuangan sampah menjadi pembangkit dengan system *hybrid* yang integrasikan beberapa pembangkit seperti turbin angin, sel surya dan energi yang berasal dari gas metana yang dihasilkan dari sampah. Tempat pembuangan sampah ini dapat dijadikan lokasi wisata energi untuk pembelajaran generasi muda dan anak-anak.

BAB V

PEMANFAATAN BIOMAS SAMPAH ORGANIK PERKOTAAN

5.1. Pemanfaatan Biomas Sampah Organik Perkotaan Terhadap Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi

A. Pendahuluan

Kondisi lingkungan perkotaan khususnya Surabaya yang banyak menghasilkan sampah organik memberikan dampak akumulasi berlebih berupa timbunan sampah organik yang berasal dari seresah daun yang jatuh, sampah pasar, sampah rumah tangga maupun beberapa sampah organik lainnya. Potensi ini menginspirasi ide Pemerintah Kota Surabaya untuk melakukan penanganan limbah secara serius guna memanfaatkan biomas sampah tersebut menjadi sesuatu yang bermanfaat berupa kompos organik bagi pertumbuhan tanaman serta mengurangi akumulasi sampah yang berlebihan dan bau yang tidak sedap bagi masyarakat perkotaan (Pratiwi, Huda, & Gunawan, 2017). Hasil dari kegiatan penelitian ini akan menjadi kegiatan pengabdian masyarakat dalam upaya memberdayakan lahan pekarangan masyarakat perkotaan dengan budidaya tanaman sayuran atau tanaman hortikultura umumnya yang bermanfaat bagi perbaikan gizi keluarga.

Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Jadi penambahan bahan organik di samping sebagai sumber hara bagi tanaman, sekaligus sebagai sumber energi dan

hara bagi mikroba (Haryanta, Thohiron, & Gunawan, 2019). Penggunaan pupuk organik saja, tidak dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan ketahanan pangan. Oleh karena itu sistem pengelolaan hara terpadu yang memadukan pemberian pupuk organik/ pupuk hayati dan pupuk anorganik dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan perlu digalakkan. Hanya dengan cara ini keberlanjutan produksi tanaman dan kelestarian lingkungan dapat dipertahankan. Sistem pertanian yang disebut sebagai LEISA (*low external input and sustainable agriculture*) menggunakan kombinasi pupuk organik dan anorganik yang berlandaskan konsep *good agricultural practices* perlu dilakukan agar degradasi lahan dapat dikurangi dalam rangka memelihara kelestarian lingkungan.

Dengan demikian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah dan meningkatkan produksi tanaman. Pupuk organik dapat digunakan pada segala jenis tanaman, misalnya sayuran, buah, tanaman hias, perkebunan dan palawija karena sifatnya yang tidak beracun dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (*go green*) (Chanakya, Sri Kumar, Anand, Modak, & Jagadish, 1999).

Penggunaan pupuk organik dalam komposisi media tanam juga sebagai pupuk yang sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia/hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi.

Kondisi inilah yang menginspirasikan penelitian ini bahwa dengan memanfaatkan sampah organik dari lingkungan perkotaan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk dijadikan kompos yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk organik merupakan salah satu jenis pupuk yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman pertanian, karena mengandung unsur hara lengkap baik unsur makro maupun unsur mikro sebagai hasil perombakan senyawa organik bahan alami tumbuhan yang mengandung sel-sel hidup aktif dan aman terhadap lingkungan (Gunawan & Wicaksono, 2017).

Dalam penelitian ini digunakan tanaman sawi, bahwa dengan perlakuan pemberian komposisi pupuk organik dari biomas sampah organik diharapkan dapat diketahui komposisi kompos dari biomas sampah organik yang paling efektif dan efisien berpengaruh terhadap uji pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Menurut Direktorat Gizi, Departement Kesehatan RI 1979 bahwa kandungan zat gizi dalam 100 gram Sawi, yaitu : protein (2,3 gram), lemak (0,3 gram), karbohidrat (4,0 gram), Ca (220 gram), P (38,0 gram) Fe (2,9 gram), vitamin A (1940, 0 gram), vitamin B (0,009 gram), vitamin C (102 gram). Manfaat sawi sangat baik untuk menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. Penyembuh penyakit kepala, bahan pembersih darah, memperbaiki fungsi ginjal, serta memperbaiki dan memperlancar pencernaan. Sedangkan kandungan yang terdapat pada sawi adalah protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Dani, 2010). Selanjutnya menurut Susanto (2010), bahwa Sawi banyak mengandung vitamin dan mineral. Kadar vitamin K, A, C, E, dan folat pada sawi tergolong dalam kategori excellent. Mineral pada sawi yang tergolong dalam kategori excellent adalah mangan dan kalsium. Sawi

juga excellent dalam hal asam amino triptofan dan serat pangan (*dietary fiber*).

Indonesia yang beriklim tropis, merupakan modal SDA yang luar biasa dimana aneka sayuran, buah dan tanaman pangan hingga aneka bunga dapat dibudidayakan sepanjang tahun. Survey BPS (2014), menunjukkan data sayuran di Indonesia, khususnya sayuran sawi meliputi luas panen (Ha) mencapai 60.804 Ha dengan produksi sebesar 602.468 ton/Ha atau rata-rata hasil mencapai 9,91 Ton/Ha; sedangkan capaian Jawa Timur meliputi luas panen (Ha) mencapai 3.821 Ha dengan produksi sebesar 39.399 ton/Ha atau rata-rata hasil mencapai 10,31 Ton/Ha. Jumlah produksi sawi secara nasional tersebut memberikan kontribusi sebesar 5,05% dari produksi sayuran total nasional sebesar 11.918.571 Ton (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2015).

Penggunaan pupuk organik dikembangkan untuk menunjang pembangunan pertanian ramah lingkungan, menekan penggunaan pupuk kimia dan pestisida dengan sistem alami yang akhirnya dapat meningkatkan produktivitas tanah, mengurangi biaya produksi dan menghasilkan bahan pangan yang bebas bahan kimia sehingga bersih dan sehat untuk dikonsumsi (Purwanti, Gunawan, & Yulianto, 2018). Dalam penelitian ini akan digunakan pupuk organik berupa kompos yang berasal dari sampah organik di lingkungan masyarakat perkotaan terhadap uji pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa L.*). Tujuan penelitian ini adalah diharapkan dapat mengetahui komposisi bahan organik atau kompos yang optimal terhadap peningkatan laju pertumbuhan dan hasil tanaman sawi jenis pakchoy.

B. Tinjauan Tanaman Sawi

Pakchoy berasal dari China dan sudah dibudidayakan seusai abad ke-5 dengan cara luas di China selatan dan China pusat dan Taiwan. Sayuran ini adalah introduksi baru di Jepang dan sekarang pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina dan Malaysia, di Indonesia dan Thailand. Tanaman pakcoy adalah salah satu sayuran penting di Asia terutama di China. Daun pakcoy bertangkai, berbentuk oval, berwarna hijau tua, dan mengkilat, tak membentuk kepala, tumbuh agak tegak alias setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun, berwarna putih alias hijau muda, gemuk dan berdaging, tanaman mencapai tinggi 15-30 cm (Sugeng, 2013).

Sawi umumnya diusahakan di daerah dataran rendah meskipun sebetulnya bisa di tanam di daerah dataran tinggi, dengan tanah berlempung dan cukup air, sedangkan kisaran ketinggian tempat untuk daerah penanaman sawi antara 5 – 2000 meter diatas permukaan laut. Sawi menginginkan tanah yang gembur dan kaya bahan organik selain itu tanah harus memiliki drainase yang baik dengan pH 6-7, sawi bisa ditanam di dataran rendah, juga bisa di tanam pada saat musim kemarau asalkan cukup tersedia penyiramannya (Nazarruddin, 1994).

Pakcoy bukan tanaman orisinil Indonesia, menurut sumbernya di Asia. Sebab Indonesia mempunyai ketepatan kepada iklim, cuaca dan tanahnya jadi dikembangkan di Indonesia ini. Tanaman pakcoy bisa tumbuh baik di tempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, jadi bisa diusahakan dari dataran rendah maupun dataran tinggi. Meskipun demikian pada kenyataannya hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Tanaman pakchoy tahan kepada air hujan, jadi bisa di tanam sepanjang

tahun. Pada musim kemarau yang butuh diperhatikan adalah penyiraman dengan cara teratur (Sugeng, 2015).

Keragaman morfologis dan periode kematangan lumayan besar pada beberapa varietas dalam kelompok ini. Tersedia bentuk daun berwarna hijau pudar dan ungu yang tak sama. Lebih lanjut dinyatakan pakcoy tidak lebih peka terhadap suhu ketimbang sawi putih, jadi tanaman ini mempunyai daya penyesuaian lebih luas. Pakcoy ditanam dengan benih langsung alias dipindah tanam dengan kerapatan tinggi; yaitu kurang lebih 20- 25 tanaman/m², dan bagi kultivar kerdil ditanam dua kali lebih rapat. Kultivar genjah dipanen umur 40-50 hari, dan kultivar lain memerlukan waktu hingga 80 hari seusai tanam. Pakcoy mempunyai umur pasca panen singkat, tetapi nilai produk bisa dipertahankan selagi 10 hari, pada suhu 0°C. Media tanam adalah tanah yang tepat untuk ditanami sawi adalah tanah gembur, tak sedikit mengandung humus, subur, dan pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 5 hingga pH 7.

Tanaman sawi tahan terhadap air hujan, sehingga dapat di tanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur. Berhubung dalam pertumbuhannya tanaman ini membutuhkan hawa yang sejuk. lebih cepat tumbuh apabila ditanam dalam suasana lembab. Akan tetapi tanaman ini juga tidak senang pada air yang menggenang. Dengan demikian, tanaman ini cocok bils di tanam pada akhir musim penghujan. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, subur, serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 sampai pH 7 (Dani, 2010).

Benih merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani. Benih yang baik akan menghasilkan tanaman yang tumbuh dengan bagus. Kebutuhan benih sawi untuk setiap hektar lahan tanam sebesar 750 gram. Benih sawi berbentuk bulat, kecil-kecil. Permukaannya licin mengkilap dan agak keras. Warna kulit benih coklat kehitaman. Benih yang akan kita gunakan harus mempunyai kualitas yang baik, seandainya beli harus kita perhatikan lama penyimpanan, varietas, kadar air, suhu dan tempat menyimpannya. Selain itu juga harus memperhatikan kemasan benih harus utuh. kemasan yang baik adalah dengan alumunium foil. Apabila benih yang kita gunakan dari hasil pananaman kita harus memperhatikan kualitas benih itu, misalnya tanaman yang akan diambil sebagai benih harus berumur lebih dari 70 hari. Dan penanaman sawi yang akan dijadikan benih terpisah dari tanaman sawi yang lain. Tanaman sawi dapat tumbuh baik di tempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga dapat diusahakan dari dataran rendah maupun dataran tinggi. Meskipun demikian pada kenyataannya hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Daerah penanaman yang cocok adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter di atas permukaan laut. (Susanto, 2010).

Produksi optimal tanaman sawi membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang cukup. Sawi juga menghendaki tanah yang gembur dan subur, agar tanamannya dapat tumbuh dengan baik, maka untuk meningkatkan hasil tersebut dilakukan dengan meningkatkan efektivitas penyerapan pupuk yang diberikan ke tanaman. Salah satu usaha yang dapat ditempuh untuk mengatasinya hal tersebut adalah dengan aplikasi teknologi pengomposan masal sampah organik perkotaan sangat membantu memperbaiki keadaan tanah atau media tanaman yang kurang subur.

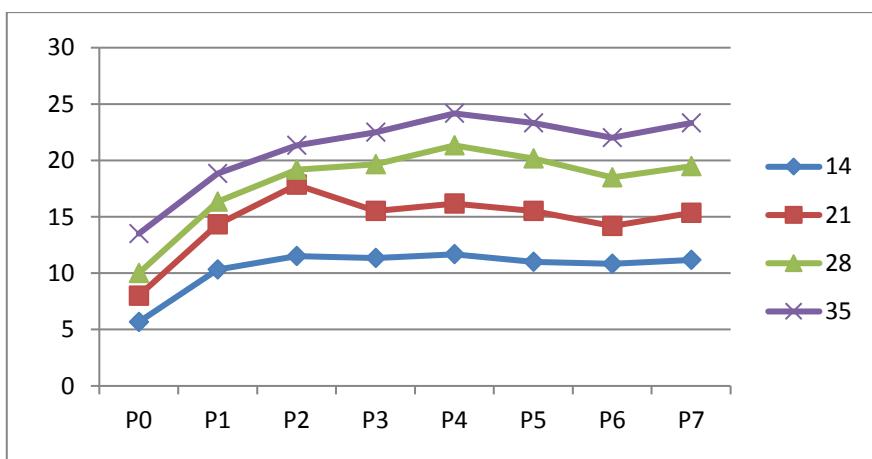
C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dimana perlakuanya menggunakan satu (1) faktor yaitu Komposisi Pupuk Organik (P) terdiri dari 8 level perlakuan dan diulang 3 kali dengan tiap-tiap perlakuan terdapat 2 tanaman sampel, sehingga diperoleh 24 perlakuan. Adapun perlakuan komposisi pupuk kompos tersebut, dengan perbandingan antara lain: P₀ = 0 %, P₁ =5%, P₂ =10%, P₃ =15%, P₄ =20%, P₅ =25%, P₆ =30% dan P₇ =35% dari berat media tanam. Bahan percobaan meliputi benih tanaman sawi pakchoy, sedangkan sebagai media tanam digunakan campuran tanah dan pupuk organik sebagai hasil pengomposan yang ditempatkan dalam polibag.

D. Hasil Penelitian Biomas Sampah Organik Perkotaan (Kompos) Terhadap Tanaman Sawi

1. Panjang Tanaman

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan komposisi Pupuk Organik dari sampah perkotaan memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel panjang tanaman sawi. Adapun gambar yang menunjukkan pola nilai pengamatan panjang tanaman sawi, disajikan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pola Nilai Panjang Tanaman Sawi Pada Berbagai Umur Pengamatan

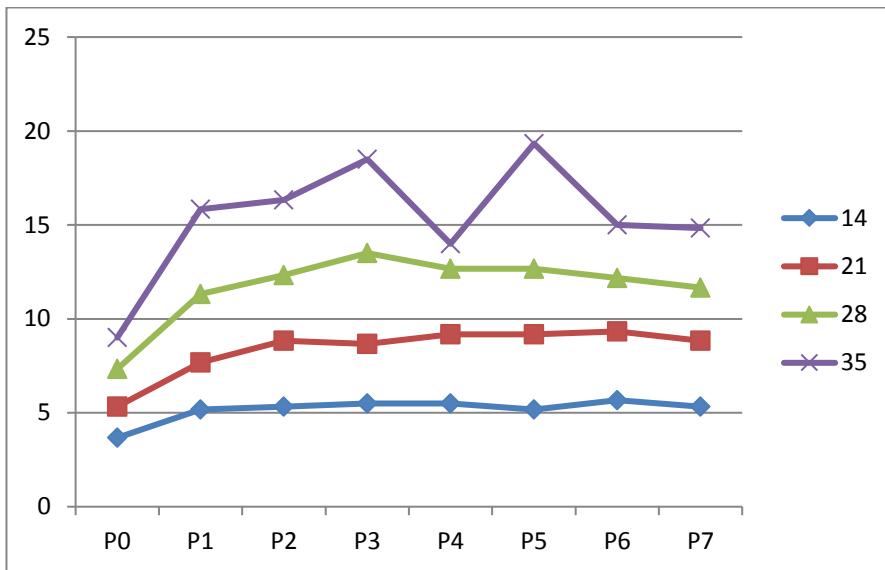
Pada gambar 1 diatas menunjukkan bahwa perlakuan P4 memberikan nilai lebih baik sebesar 24,17 cm dibanding perlakuan lainnya, meskipun berbeda tidak signifikan dengan perlakuan P3, P5, P7 pada pengamatan umur 35 hari setelah tanam.

Biomas sampah organik yang ditambahkan pada media tanam juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara

tanaman. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia/hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi. Dengan demikian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah dan meningkatkan produksi tanaman. Pupuk organik dapat digunakan pada segala jenis tanaman, misalnya sayuran, buah, tanaman hias, perkebunan dan palawija karena sifatnya yang tidak beracun dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (*go green*).

2. Jumlah Daun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan komposisi Pupuk Organik dari sampah perkotaan memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel jumlah daun tanaman sawi. Pada gambar 2 dibawah menunjukkan bahwa perlakuan P5 memberikan nilai lebih baik sebesar 19,33 dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik berbeda tidak signifikan dengan perlakuan P1, P2, P3, P6 dan P7 yang diteliti pada berbagai umur pengamatan tanaman.



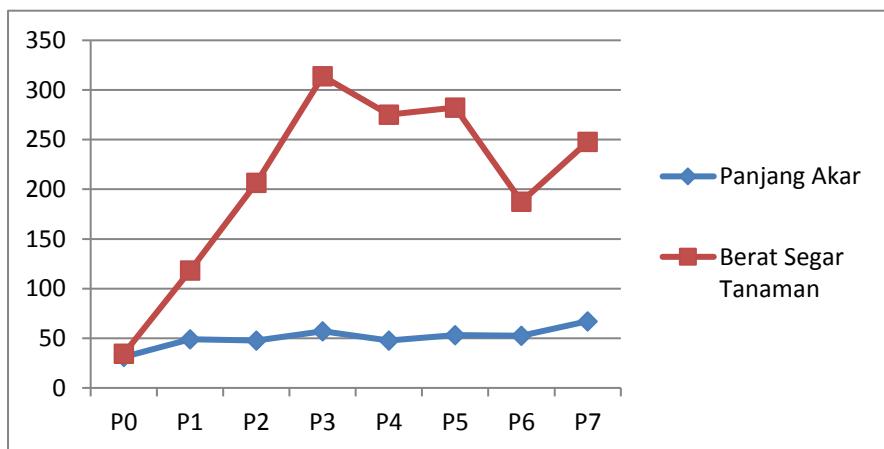
Gambar 2. Pola Nilai Jumlah Daun Tanaman Sawi Pada Berbagai Umur Pengamatan

Organ daun berperan sebagai produsen fotosintat utama selama proses fotosintesis berlangsung, dimana hasil fotosintat tersebut selanjutnya berpengaruh penting dalam pertumbuhan dan pembentukan biomass tanaman. Fotosintesis adalah proses dimana karbondioksida dan air dengan pengaruh cahaya matahari serta adanya klorofil dirubah kedalam persenyawaan organik yaitu karbohidrat yang kaya energi.

Bahan organik merupakan komponen tanah yang memegang peranan penting dalam melestarikan kesuburan tanah. Peran bahan organik sangat ditentukan oleh susunan dan sumber bahan organik. Tanah yang kaya bahan organik akan lebih mudah diolah sehingga produktifitas lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang kadar bahan organiknya rendah, karena hasil pelapukan bahan organik akan menghasilkan mineral yang merupakan unsur hara bagi tanaman (Haryanta et al., 2019).

3. Panjang Akar dan Berat Basah per Tanaman

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan komposisi Pupuk Organik dari sampah perkotaan memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel panjang akar serta berat segar per tanaman sawi. Pada grafik 3 dibawah pada variabel panjang akar menunjukkan bahwa perlakuan P7 memberikan nilai lebih baik sebesar 67,17 cm dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik berbeda tidak signifikan dengan perlakuan P3 dan P5 yang diteliti masing-masing sebesar 57,17 cm dan 53,33 cm; sedangkan variabel berat segar tanaman bahwa perlakuan P3 memberikan nilai lebih baik sebesar 313,82 gram dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik berbeda tidak signifikan dengan perlakuan P4 dan P5 yang diteliti masing-masing sebesar 275,35 gram dan 282,32 gram. Selanjutnya grafik yang menunjukkan pola hasil pengamatan variabel panjang akar dan berat segar tanaman sawi, disajikan pada grafik 5 dibawah ini.



Grafik 5. Pola Nilai Panjang Akar dan Berat Segar Per Tanaman Sawi Pada Akhir Pengamatan (35 HST)

Penggunaan pupuk organik ini mampu mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang; (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan (3) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn.

Biomas sampah perkotaan yang diolah menjadi kompos atau bahan organik dapat menjadi salah satu komponen pengembangan pertanian perkotaan yang dapat menjadi bagian kekuatan kemandirian masyarakat. Dengan gerakan pertanian perkotaan dapat menjadi alternatif untuk menjaga ketahanan pangan khususnya keluarga pra sejahtera, sehingga berdampak positif dalam pengentasan kemiskinan dan menumbuhkan kemandirian masyarakat, disamping dapat memberikan kontribusi besar dalam penyediaan ruang terbuka hijau di perkotaan (Santoso dan Widya, 2014).

E. Simpulan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh signifikan dari komposisi pupuk organik sampah perkotaan terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pada variabel yang diteliti, meliputi : panjang tanaman, jumlah daun, panjang akar dan berat segar per tanaman.
2. Nilai hasil berat segar per tanaman tertinggi dicapai oleh perlakuan P3 (15% dari berat media tanam) sebesar 313,82 gram sekaligus perlakuan yang efektif dan efisien, hal ini juga didukung oleh variabel pertumbuhan seperti panjang tanaman, jumlah daun dan panjang

akar; meskipun secara statistik perlakuan P3 berbeda tidak signifikan dengan perlakuan P5 (25%) dan P7 (35%).

BAB VI

PENUTUP

Dalam menanggulangi sampah di daerah perkotaan, cara pengendalian sampah yang paling sederhana adalah dengan menumbuhkan kesadaran dari dalam diri masyarakat untuk tidak merusak lingkungan dengan sampah. Selain itu diperlukan juga kontrol sosial budaya masyarakat untuk lebih menghargai lingkungan, walaupun terkadang harus dengan peraturan yang tegas dari pemerintah untuk mencegah rusaknya sumber daya. Dan tindakan pemerintah untuk tetap memfasilitasi tempat-tempat pembuangan sampah sementara dan akhir, selanjutnya dilakukan pengolahan sampah berbasis teknologi yang lebih modern untuk mengatasi potensi sampah yang terus menggunung di kawasan perkotaan menjadi bahan yang bermanfaat dan tidak mencemari lingkungan.

Hasil pengolahan sampah sebagai kompos dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik baik secara langsung maupun tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada lahan-lahan masyarakat perkotaan, seperti lahan pertamanan, pekarangan, jalur hijau dan lain-lain; disamping itu sebagai pupuk organik sangat berperan bagi perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan kualitas produk tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- <http://www.isomwebs.com/2011/makalah-tentang-sampah/>
- http://id.wikipedia.org/wiki/Pengelolaan_sampah
- <http://ecocampus.itb.ac.id/wawasan-lingkungan-itb/pengelolaan-sampah/>
- <http://www.deltamas.com>
- <http://sampahmasyarakat.com/2016/03/21/statistik-sampah/>
- <https://unstats.un.org/unsd/environment/Compendia/Statistik%20Lingkungan%20Hidup%20Indonesia%202017.pdf>
- Amos Setiadi, 2014. Studi Pengelolaan Sampah Berbasis Komunitas Pada Kawasan Kampung Perkotaan Di Yogyakarta. Disampaikan dalam Konferensi Nasional Teknik Sipil 8. Institut Teknologi Nasional - Bandung, 16 - 18 Oktober 2014. Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Ayu Artiningsih, NK, Sudharto Prawata Hadi, Syafrudin, Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. Jurnal Ilmiah Untag Semarang. Staf Pengajar Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.
- Chanakya, H. N., Srikumar, K. G., Anand, V., Modak, J., & Jagadish, K. S. (1999). Fermentation properties of agro-residues, leaf biomass and urban market garbage in a solid phase biogas fermenter. *Biomass and Bioenergy*, 16(6), 417–429.
- Dani, 2010. Budidaya Caisim Sawi dalam <http://dani-farm.blogspot.com/2010/04/budidaya-caisimsawi.html>.

Direktorat Jenderal Hortikultura, 2015. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Kementerian Pertanian. Jakarta.

Susanto, E. 2010. Budidaya Sawi Organik dalam <http://blog.ub.ac.id/ekosusanto>.

Enri Damanhuri, Tri Padmi. 2011. Pengelolaan Sampah. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. ITB Bandung.

Faizah. 2008. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat. Program Magister Ilmu Lingkungan. Program Pasca Sarjana. Universitas Dipenogoro. Semarang.

Gunawan, B., & Wicaksono, B. H. (2017). Improved Growth and Yield of Pakchoy (*Brassica Rapa L.*) with Organic Fertilizer plus Vitamin-B1 and Auxin. *AGRICULTURAL SCIENCE*, 1(1), 56–67.

Haryanta D, Thohiron M, Gunawan, B (2018). Kompos Sampah Perkotaan dan Tanah Lumpur Endapan Perairan Sebagai Media Urban Farming. Teknologi Tepat Guna. UWKS Press. Surabaya.

Haryanta, D., Thohiron, M., & Gunawan, B. (2019). Study of onion growth (*Allium ascalonicum L.*) using sediment soil media and urban waste composts. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230(1), 12086. IOP Publishing.

Mutaqin, Totok Heru TM. 2010. Pengelolaan Sampah Limbah Rumah Tangga Dengan Komposter Elektrik Berbasis Komunitas. Jurnal Litbang Sekda DIY Biro Adm. Pembang. Vol. II, No.2 Th 2010, ISSN 2085-9678. Yogjakarta.

Nazaruddin. 1994. Sayuran Dataran Rendah. Penebar Swadaya. Jakarta.
142 hal.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor : 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Pratiwi, Y. I., Huda, N., & Gunawan, B. (2017). Improvement Of Rating Of Stream Bud Chips Plant With Waste Liquid Of Cattle Farm. *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, 2(01).

Purwanti, S., Gunawan, B., & Yulianto, A. (2018). Media Influence of Planting And Concentration of Organic Liquid Fertilizer on The Growth And Results Lettuce (*Lactucasativum*). *AGRICULTURAL SCIENCE*, 1(2), 17–25.

Santoso, EB dan Widya, RR. 2014. Gerakan Pertanian Perkotaan dalam Mendukung Kemandirian Masyarakat di Kota Surabaya. Seminar Nasional CITIES 2014. ITS Surabaya.

Sugeng, 2015. Klasifikasi Tanaman Pakcoy dalam <http://www.klasifikasi-tanaman.com/2015/03/klasifikasi-tanaman-pakcoy.html>

Yitnosumarto. S. 1986. Percobaan : Perancangan, Analisis dan Interpretasinya. Dep. P dan K Program MIPA Universitas Brawijaya. Malang.