

**PERANAN *EFFECTIVE MICROORGANISM 4* (EM-4) DALAM
PENGELOLAAN SAMPAH TINJAUAN DARI PERSPEKTIF
PENGELOLAAN LINGKUNGAN SECARA BERKELANJUTAN**

**ARTIKEL
MIKROBIOLOGI LINGKUNGAN**

**OLEH
Ir. I Ketut Irianto M.Si**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS WARMADDEWA
2013**

\

ABSTRAK

Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang membahayakan kesehatan manusia oleh karena itu sampah perlu dikelola dengan cara yang efektif, murah dan berwawasan lingkungan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Effective Microorganisms 4* (EM-4) dapat digunakan sebagai dekomposer sampah organik menjadi kompos. EM-4 merupakan kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM-4 antara lain : *Lactobacillus sp.*, *Yeast-Saccharomyces*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*. Penggunaan EM-4 sebagai dekomposer sampah selain bermanfaat dan mempunyai keunggulan sebagaimana disebutkan diatas, juga mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk membuat kompos dibandingkan dengan cara konvensional. Waktu yang singkat berarti juga merupakan penghematan sumberdaya yang dibutuhkan untuk pengelola sampah menjadi kompos. Namun demikian penggunaan teknologi EM-4 untuk pengelolaan sampah dipertanian yang berwawasan lingkungan belum memasyarakat.

Kata kunci: EM-4, Sampah, Kompos.

1. Dasar Pemikiran

Perkembangan penduduk terus memacu tingginya aktifitas manusia di muka bumi yang berdampak pada meningkatnya sampah dari hasil kegiatan produksi yang dilakukan manusia mulai dari tingkat rumah tangga sampai dengan industri. Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan masalah lingkungan baik itu secara langsung maupun tak langsung. Pengelolaan sampah yang tidak tepat akan berpengaruh pada pencemaran air tanah, udara dan lingkungan secara umum. Lebih jauh dijelaskan oleh (Anomim, 2008) bahwa pencemaran dari sampah dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti penyakit kulit, diare karena air yang tercemar, penyakit pernafasan karena polusi udara dan penyakit penting lainnya yang merupakan dampak tidak langsung dari akibat sampah yang tidak tertangani dengan baik.

Sampah bisa bersumber dari berbagai macam aktifitas manusia antara lain kegiatan rumah tangga, pasar, waning, kantor dan industri. Faktor lain selain aktifitas manusia yang mempengaruhi peningkatan produksi sampah adalah kepadatan penduduk, sistem pengelolaan sampah, keadaan geografi, musim dan

waktu, kebiasaan penduduk (gaya hidup). teknologi serta tingkat sosial ekonomi (Anomim, 1987). Produksi sampah yang terus berlimpah menimbulkan masalah yang serius dan memerlukan penanganan yang tepat, serius dan berkelanjutan.

Masalah utama sampah selain jumlah yang terus meningkat adalah pencemaran terhadap lingkungan seperti bau busuk yang sangat menyengat, polusi terhadap sumber air tanah dan udara. Teknologi pengomposan sampah dengan menggunakan mikroba merupakan salah satu alternatif yang bisa mengatasi masalah sampah secara berkelanjutan, murah dan ramah lingkungan (Kastaman dan Moetangad, 2006).

Mikroba (fungi dan bakteri) dalam proses pengomposan sampah berfungsi sebagai dekomposer (pengurai), yaitu suatu proses penguraian sampah organik menjadi kompos. EM-4 (*Effective Microorganism*) merupakan salah satu dekomposer sampah menjadi kompos organik akan dibahas dalam paper ini dengan maksud mengetahui peran dan efektifitas EM-4 dalam memproduksi kompos dari bahan sampah serta dampaknya pada pelestarian lingkungan.

2. Batasan dan Pokok Masalah

Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang membahayakan kesehatan manusia oleh karena itu sampah perlu dikelola dengan cara yang efektif, murah dan berwawasan lingkungan. Pengomposan dengan mikroba seperti EM-4 merupakan salah satu metode pengelolaan sampah ramah lingkungan, karena sampah diuraikan menjadi kompos yang berguna sebagai pupuk yang tidak mempunyai dampak negatif pada pertumbuhan tanaman dan kerusakan lingkungan.

Bagaimana cara kerja EM-4 yang terdiri dari *lactobacillus sp*, *khamir*, *actinomyces* dan *streptomyces* perlu dipelajari dengan cermat agar pemanfaatan dari mikroorganisme ini lebih bernilai guna untuk mengatasi sampah yang terus menjadi masalah masyarakat khususnya masyarakat yang tinggal dipertanian. Oleh karena itu pokok bahasan dalam paper ini membatasi pada masalah sampah di perkotaan.

3. Tujuan

Paper ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mikroorganisme EM-4 (bakteri/jamur) dalam menguraikan sampah menjadi kompos. Selain itu pada paper ini akan diuraikan beberapa kegunaan kompos sampah yang mendukung pada upaya pelestarian lingkungan.

Hasil diskusi dalam paper ini diharapkan bisa menjadi sarana sharing informasi tentang pengelolaan sampah dengan cara biologi menggunakan mikroba.

4. Tinjauan Pustaka

4.1. Sampah dan Permasalahannya

Sampah yang dimaksud dalam paper ini adalah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia termasuk industri (Azwar, 1990). Sampah (*refuse*) pada umumnya berbentuk padat yang berasal dari berbagai sumber misalnya rumah tangga, kantor, rumah sakit, industri, pasar, warung/restoran, jalan dan lain-lain.

Berdasarkan komposisi kimianya, maka sampah dibagi menjadi sampah organik dan anorganik. Penelitian mengenai sampah padat di Indonesia menunjukkan bahwa 80 % merupakan sampah organik, dan diperkirakan 78% dari sampah tersebut dapat digunakan kembali (Outerbridge, ed., 1991). Menurut Murtadho dan Said (1987), sampah organik di bedakan menjadi sampah organik yang mudah membusuk (misal: sisa makanan, sampah sayuran dan kulit buah) dan sampah organik yang tidak mudah membusuk (misal : kulit hewan dan kertas).

Kegiatan atau aktivitas pembuangan sampah merupakan kegiatan yang tanpa akhir. Oleh karena itu diperlukan sistem pengelolaan sampah yang baik. Sementara itu, penanganan sampah perkotaan mengalami kesulitan dalam hal pengumpulan sampah dan upaya mendapatkan tempat atau lahan yang benar-benar aman (Soeryani et al, 1997). Maka pengelolaan sampah dapat dilakukan secara preventive, yaitu memanfaatkan sampah salah satunya seperti usaha pengomposan (Damanhuri, 1988).

Berdasarkan data-data BPS tahun 2000, dari 384 kota yang menimbulkan sampah sebesar 80.235,87 ton setiap hari, penanganan sampah yang diangkut ke dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah sebesar 4,2 %, yang dibakar sebesar 37,6 % , yang dibuang ke sungai 4,9 % dan tidak tertangani sebesar 53,3%.¹ Hal tersebut disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya penambahan penduduk dan arus urbanisasi yang pesat telah menyebabkan timbunan sampah pada perkotaan semakin tinggi, kendaraan pengangkut yang jumlah maupun kondisinya kurang memadai, sistem pengelolaan TPA yang kurang tepat dan tidak ramah lingkungan, dan belum diterapkannya pendekatan *reduce, reuse* dan *recycle* (3R).

Menurut Wibowo, A dan Djajawinata, D.T (2005) terdapat 3 aspek yang perlu diperhatikan dalam pengolahan sampah yaitu aspek teknis, kelembagaan dan keuangan/manajemen. *Aspek teknis* yang dimaksud adalah terkait dengan karakter sampah. Berbagai karakter sampah perlu dikenali, dimengerti dan difahami agar dalam menyusun sistem pengelolaan yang dimulai dari perencanaan strategi dan kebijakan serta hingga pelaksanaan penanganan sampah dapat dilakukan secara benar. Karakter sampah dapat dikenali sebagai berikut: (1) tingkat produksi sampah, (2) komposisi dan kandungan sampah, (3) kecenderungan perubahannya dari waktu ke waktu. Karakter sampah tersebut sangat dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan kemakmuran serta gaya hidup dari masyarakat perkotaan. Oleh karena itu sistem pengelolaan yang direncanakan haruslah mampu mengakomodasi perubahan-perubahan dari karakter sampah yang ditimbulkan. Perbandingan rata-rata sampah yang ditimbulkan oleh setiap penduduk di Jakarta adalah sebanyak 0,8 kg/hari, di Bangkok sebanyak 0,9 kg/hari, di Singapura 1,0 kg/hari dan di Seoul sebanyak 2,8 kg/hari . Lebih lanjut terkait dengan karakter sampah bahwa masalah pengumpulan atau lokasi menimbunan juga menjadi faktor penentu keberhasilan pengelolaan sampah. Berbagai permasalahan pada kegiatan pengumpulan sampah antara lain banyaknya timbunan sampah yang terkumpul tapi tidak tertangani

¹ Infrastruktur Indonesia Sebelum, Selama dan Pasca Krisis, Deputi Bidang Sarana dan Prasarana Bappenas, Oktober 2002

(diangkut/ditanam) sehingga pada saat sampah tersebut menjadi terdekomposisi dan menimbulkan bau yang akan mengganggu pemafasan dan mengundang lalat yang merupakan pembawa dari berbagai jenis penyakit. Tempat sampah yang memadai menjadi hal yang sangat langka pada kawasan yang padat penduduknya. Sungai dianggap merupakan salah satu tempat pembuangan sampah yang paling mudah bagi masyarakat perkotaan. Hal tersebut dilakukan tanpa memikirkan apa yang akan terjadi kemudian, memang untuk sementara sampah yang dihasilkan tidak tertimbun pada lokasi penimbunan sampah tetapi untuk jangka panjang akan menyebabkan berbagai masalah yang tidak kalah besarnya.

Selain tempat pengumpulan aspek teknis lain yang berpengaruh pada keberhasilan pengelolaan sampah kota adalah tempat pembuangan sementara (TPS) dan ke tempat pembuangan akhir (TPA). Pengangkutan sampah umumnya dilakukan dengan menggunakan gerobak atau truk sampah yang dikelola oleh kelompok masyarakat maupun dinas kebersihan kota. Beberapa hal yang terjadi pada pengangkutan sampah tersebut adalah ceceran sampah maupun cairannya sepanjang rute pengangkutan. Pengangkutan dari TPS ke TPA banyak yang dilakukan dengan menggunakan truk bak terbuka dan sudah bocor, sehingga sering terjadi sampah dan cairan sampah yang diangkut tersebar disekitar rute perjalanan. Hal ini menjadikan keindahan kota terganggu karena sampah tercecer dan bau yang ditimbulkan akan mengganggu pernafasan (Anonim, 2007).

Aspek Kelembagaan, pada faktanya pengelolaan sampah dilakukan oleh berbagai pihak yaitu swasta, pemerintah dan masyarakat umum. Namun pada umumnya pengelolaan persampahan dilakukan oleh dinas kebersihan kota. Keterlibatan masyarakat maupun pihak swasta dalam menangani persampahan pada beberapa kota sudah dilakukan untuk beberapa jenis kegiatan. Masyarakat banyak yang terlibat pada sektor pengumpulan sampah di sumber timbunan sampah, sedangkan pihak swasta umumnya mengelola persampahan pada kawasan elit dimana kemampuan membayar dari konsumen sudah cukup tinggi. Umumnya dinas kebersihan selain berfungsi sebagai pengelola persampahan kota, juga berfungsi sebagai pengatur, pengawas, dan pembina pengelola persampahan. Sebagai pengatur, Dinas Kebersihan bertugas membuat peraturan-peraturan yang

harus dilaksanakan oleh operator pengelola persampahan. Sebagai pengawas, fungsi Dinas kebersihan adalah mengawasi pelaksanaan peraturan-peraturan yang telah dibuat dan memberikan sanksi kepada operator bila dalam pelaksanaan tugasnya tidak mencapai kinerja yang telah ditetapkan, fungsi Dinas kebersihan sebagai pembina pengelolaan persampahan, adalah melakukan peningkatan kemampuan dari operator. Pembinaan tersebut dapat dilakukan melalui pelatihan-pelatihan maupun menyelenggarakan kegiatan-kegiatan yang melibatkan masyarakat untuk mendapatkan umpan balik atas pelayanan pengelolaan persampahan. Tumpang tindihnya fungsi-fungsi tersebut menjadikan pengelolaan persampahan menjadi tidak efektif, karena sebagai pihak pengatur yang seharusnya mengukur kinerja keberhasilan pengelolaan sampah dan akan menerapkan sanksi bila pihak operator tidak dapat dilakukan karena pihak operator tersebut tidak lain adalah dirinya sendiri (Prihandarini, R, 2004).

Aspek Keuangan dan Manajemen, pada umumnya ketersediaan dana pemerintah untuk menangani persampahan sangat kecil, demikian juga retribusi yang diperoleh dari konsumen juga sedikit. Rata-rata retribusi yang diperoleh dinas kebersihan pada kota-kota besar adalah Rp.1500 - 3600 /bulan/konsumen² . Jumlah perolehan retribusi tersebut masih jauh dari biaya pemulihan yang diperlukan untuk mengelola pelayanan sampah. Untuk menarik retribusi tersebut sering digunakan jasa petugas petugas dari penyedia jasa lainnya, seperti PLN, PDAM. Hal tersebut disebabkan karena jumlah perolehan dari retribusi kecil dan tidak menguntungkan bila menggunakan staf dinas kebersihan untuk menarik retribusi tersebut. Hasil retribusi yang diperoleh dari pelayanan pengelolaan sampah akan semakin kecil karena banyak retribusi yang tidak tertagih, hal ini menjadi semakin sulit karena *enforcement* terhadap penunggak retribusi tersebut tidak dilakukan, bila *enforcement* tersebut tidak juga dilakukan maka jumlah penunggak akan terus meningkat.

4.2. Mikroorganisme dalam EM-4

² Water Supply and Sanitation Sector Review, Strategy and Action Plan Preparation, RWSG-EAP, BAPPENAS, 1995.

Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM 4 antara lain : *Lactobacillus sp.*, *Yeast-Saccharomyces*, *Actinomycetes*, *Streptomyces* (Sulistyorini, 2005; Anomim, 2000). Sedangkan menurut Higa (1995), EM adalah suatu campuran dari sekelompok mikroorganisme yang mempunyai kemampuan untuk membangkitkan reaksi pada manusia, hewan dan di lingkungan sekitar. Sedangkan spesies utama pada EM adalah Lactic acid bacteria-*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*; Photosynthetic bacteria-*Rhodospseudomonas*, *Rhodobacter spaeriodes*; *Yeast-Saccharomyces*, *Candida utilis*; *Actinomycetes-Streptomyces albus*, *S.griseus*; Fermenting fungi-*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* (Diver 2001).

EM-4 selain memfermentasi bahan organik dalam tanah atau sampah, juga merangsang perkembangan mikroorganisme lainnya yang menguntungkan bagi kesuburan tanah dan bermanfaat bagi tanaman, misalnya bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan mikro organisme yang bersifat antagonis terhadap penyakit tanaman. EM4 dapat digunakan untuk pengomposan, karena mampu mempercepat proses dekomposisi sampah organik (Sugihmoro, 1994). Setiap bahan organik akan terfermentasi oleh EM 4 pada suhu 40 -50 C. Pada proses fermentasi akan dilepaskan hasil berupa gula, alkohol, vitamin, asam laktat, asam amino, dan senyawa organik lainnya serta melarutkan unsur hara yang bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi sehingga mudah diserap oleh tanaman. Proses fermentasi sampah organik melepaskan panas dan gas yang berbau busuk, sehingga secara naluriah serangga dan hama tidak tertarik untuk berkembang biak di sana. Hasil proses fermentasi tersebut disebut bokashi. Fritag (2000), mengungkapkan hal yang senada yaitu salah satu fungsi utama dari EM adalah mereduksi volume bahan organik yaitu melalui proses dekomposisi yang menghasilkan CO₂, gas methane (CH₄). Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada proses anaerob EM dapat mengurangi endapan lumpur atau bahan lainnya,

misalnya pada septic tanks. Karakteristik dari mikroorganisme utama dalam EM-4 adalah sebagai berikut:

4.2.1. Lactic acid bacteria-*Lactobacillus sp*

Lactobacillus merupakan salah satu bakteri anerobik yang dikenal dengan nama asam laktat, dimanakan demikian karena pada umumnya dari spesies ini mampu mengubah laktosa dan berbagai macam gula menjadi asam laktat (*lactic acid*). Banyak dari spesies *lactobacillus* berperan sebagai pengurai pada bahan organik atau sisa-sisa tanaman. Sampai saat ini tercatat terdapat lebih dari 125 spesies bakteri asam laktat.

Klasifikasi ilmiah dari *Lactobacillus* adalah sebagai berikut (Dicks LM, et al, 2000):

Kingdom : Bacteria
Division : Firmicutes
Class : Bacilli
Order : Lactobacillales
Family : Lactobacillaceae
Genus : *Lactobacillus*

Gambar 1: Lactobacillus sp

4.2.2. Yeast-Saccharomyces

Saccharomyces dikenal sebagai jamur ragi. Jamur ini dapat diisolasi dari manusia, hewan, anggur, bir, buah-buahan dan dari tanah. Kelompok jamur *Saccharomyces*, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* banyak dikembangkan antibiotik. Menurut Meyen ex Hansen (1883) taksonomi dari *Saccharomyces spp* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Hemiascomycetes
Order : Saccharomycetales
Family : Saccharomycetaceae

Genus : *Saccharomyces*

Gambar 2 dan 3 *Saccharomyces*

Jamur *Saccharomyces* berperan dalam proses fermentasi produk untuk pengembangan berbagai bidang ilmu pengetahuan dan industri. Karena fungsinya yang spesifik dalam proses fermentasi maka *Saccharomyces* dikenal juga dengan nama *Yeast*. Proses fermentasi oleh jamur ini dapat berlangsung pada suhu rendah maupun tinggi. Misalnya pada proses fermentasi bir tertentu memerlukan proses fermentasi pada suhu tinggi, Jamur ini disebut *ales*.

4.2.3. Actinomycetes

Actinobacteria atau *actinomycetes* adalah sekelompok bakteri dari Gram positif bakteri (*Gram positif of bacteria*). Bakteri-bakteri dari kelompok *actinomycetes* biasanya hidup di dalam tanah dan mempunyai peran penting pada proses dekomposisi bahan organik seperti selulosa dan chitin. Bakteri ini hidup di dalam humus oleh karena itu sangat penting berperan dalam memberikan suplai nutrisi pada tanaman. *Actinomycetes* termasuk kingdom: Bacteria, phylum: Actinobacteria dan class: Actinobacteria.

4.2.4. Streptomyces

Streptomyces adalah genus terbesar dari *Actinomycetes*. Saat ini terdapat lebih dari 500 spesies *Streptomyces*. Bakteri ini umumnya ditemui di dalam tanah dan berperan dalam proses penghancuran sisa-sisa tanaman (bahan organik). *Streptomyces* dapat memproduksi antibiotik yang menguntungkan untuk kesehatan manusia, misalnya neomycin. Namun demikian dapat juga sebagai pathogen yang merugikan misalnya menyebabkan infeksi yang disebabkan oleh *Streptomyces somaliensis*, *scabies* pada tanaman yang disebabkan oleh *Streptomyces caviscabies* dan *Streptomyces scabies*.

4.3. Kompos, Proses Pengomposan dan Kegunaannya

4.3.1. Pengertian Kompos

Kompos adalah bahan organik yang telah mencapai tingkat dekomposisi matang, dimana proses perombakan bahan tersebut relative telah berakhir. Proses pengomposan merupakan proses biokimia atau dekomposisi biologis dalam lingkungan tertentu, dengan akhir berupa produk yang stabil untuk disimpan dan tidak menimbulkan efek yang merugikan bila diaplikasikan dalam tanah (Haug, R.T, 1980). Anonim (1979), mendefinisikan kompos sebagai proses reduksi biologi sampah organik menjadi humus. Sedangkan Wied (2004), mendefinisikan kompos sebagai pupuk alami (organik) yang terbuat dari bahan-bahan hijauan dan bahan organik lain yang sengaja ditambahkan untuk mempercepat proses pembusukan.

4.3.2. Proses Pengomposan

Pengomposan merupakan proses dekomposisi terkendali secara biologis terhadap limbah padat organik (misalnya sampah) dalam keadaan aerob (terdapat oksigen) atau anaerob (tanpa oksigen). Bahan organik akan diubah sehingga menyerupai tanah. Kondisi terkendali tersebut mencakup rasio karbon dan nitrogen (C/N), kelembaban, pH dan kebutuhan oksigen. Dengan demikian prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan organik menjadi sama dengan C/N ratio tanah yaitu 10-12 (Sitepu, 2006). Rasio C/N adalah hasil perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen yang terkandung di dalam suatu bahan. Bahan organik yang mempunyai C/N rasio sama dengan tanah maka memungkinkan untuk dapat diserap oleh tanaman.

Proses pengomposan dapat dilakukan secara aerob (dengan oksigen) dan anaerob (tanpa oksigen). Namun pada prakteknya banyak proses pengomposan dilakukan dengan aerob karena lebih mudah dilakukan dan banyak bakteri yang dapat melakukan dekomposisi yang justru memerlukan oksigen. Hasil dekomposisi secara aerob adalah carbondioksida (CO₂), air (H₂O), humus dan energi (Anonim, 1979).

Menurut Djuarnani dan Setiawan (2005), hasil dari proses pengomposan secara aerob berupa bahan kering dengan kelembaban 30-40%, berwarna coklat gelap dan remah. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada proses pengomposan juga

dihasilkan bahan beracun, tetapi jumlahnya sedikit dan jarang menimbulkan zat berbahaya saat kompos digunakan di lahan.

4.3.3. Kegunaan Kompos

Sebagai pupuk organik, kompos banyak digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah untuk berbagai tanaman baik itu tanaman pertanian, perkebunan maupun tanaman hias. Karena jenisnya sebagai pupuk organik maka penggunaan untuk kegiatan produksi pertanian/perkebunan memberikan dampak yang positif terhadap pertumbuhan tanaman dan tingkat kesuburan tanah serta hasil produksi yang sehat. Karena pupuk organik tidak meninggalkan residu kimia yang membahayakan pada manusia dan makhluk hidup lainnya serta pada lingkungan sekitar. Penggunaan kompos dalam pertanian merupakan salah satu wujud penerapan sistem pertanian berkelanjutan (sustainable agriculture) atau pertanian ramah lingkungan dengan input luar rendah (Reinjtjes Coen, et all, 1999).

Kompos berguna untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kompos mampu memperbaiki struktur sampai pada agregasi tanah. Kandungan air tanah akan meningkat pada lahan-lahan yang menggunakan pupuk kompos. Selain itu interaksi antara bahan organik dengan mineral-mineral tanah mempengaruhi sifat kimia tanah antara lain dalam pertukaran kation (KTK), pH tanah dan daya hantar listrik-DHL (Anonim, 2008).

Mengingat penting kompos untuk dalam dunia pertanian dan pelestarian lingkungan, di negara-negara maju seperti Eropa melakukan kontrol yang ketat terhadap industri dan perdagangan kompos karena dikhawatirkan adanya kompos yang mengandung bahan kimia berbahaya, bahwa Uni Eropa melakukan sertifikasi terhadap kompos berkualitas (Earth dan Kroeger, 1998).

5. Pembahasan

EM-4 adalah kumpulan mikroba yang mempunyai komposisi dari empat mikrobia utama. Ke-empat mikrobia ini yaitu *lactobacillus sp*, Jamur ragi (*yeast*), *actinomyceles* dan *streptomyces* merupakan aktivator ideal untuk proses pengomposan bahan organik seperti sampah karena mikrobia-mikrobia yang tergabung dalam komposisi EM-4 merupakan mikrobia (bakteri dan jamur) yang

penting dalam proses dekomposisi atau proses pelapukan bahan organik sampah menjadi bentuk padat berupa kompos. Proses pengomposan oleh EM-4 dapat terjadi dengan dan tanpa oksigen (*aeroba / anaerob*). Menurut Sulistyorini (2005), EM-4 dapat digunakan untuk pengomposan, karena mampu mempercepat proses dekomposisi sampah organik. Setiap bahan organik akan terfermentasi oleh EM-4 pada suhu 40-50⁰ C. Pada proses fermentasi akan dilepaskan hasil berupa gula, alkohol, vitamin, asam laktat, asam amino, dan senyawa organik lainnya serta melarutkan unsur hara yang bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi sehingga mudah diserap oleh tanaman. Proses fermentasi sampah organik tidak melepaskan panas dan gas yang berbau busuk, sehingga secara naluriah serangga dan hama tidak tertarik untuk berkembang biak di sana. Hasil proses fermentasi tersebut disebut bokashi.

Dari hasil yang dilepaskan dalam proses pengomposan (fermentasi) secara umum bisa dicermati peranan dari masing-masing mikrobia misalnya asam laktat yang dihasilkan terjadi karena adanya *lactobacillus*, alkohol karena hasil peragian oleh *yeast*. Proses dekomposisi oleh actinomycetes dan streptomyces menghasilkan gula, vitamin, asam amino dan zat-zat lainnya. Seperti yang dijelaskan oleh Kampfer, P (2006) Bakteri Asam Laktat (BAL) atau *lactobacillus* umumnya ditemui didalam tanah dan berperan dalam proses penghancuran sisa-sisa tanaman (bahan organik). Sedangkan proses fermentasi bir (minuman beralkohol) tertentu memerlukan proses fermentasi pada suhu tinggi, agar peran jamur ales efektif.

Peranan Actinomycetes dan streptomyces dijelaskan oleh Dicks LM, et al (2000) bahwa Bakteri-bakteri dari kelompok *actinomycetes* biasanya hidup didalam tanah dan mempunyai peran penting pada proses dekomposisi bahan organik seperti selulosa dan chitin. Bakteri ini hidup didalam humus oleh karena itu sangat penting berperan dalam memberikan suplai nutrisi pada tanaman.

Analisis diatas diperkuat oleh hasil penelitian Sitepu (2006) yang menguji berbagai jenis starter untuk pengomposan sampah, menyimpulkan bahwa BAL menghasilkan komposisi kompos yang mempunyai kandungan mikroorganisme yang lebih banyak dibandingkan dengan starter-starter lainnya. Hal ini

menunjukkan bahwa BAL atau *Lactobacillus* yang terdapat dalam EM-4 efektif dalam proses pengomposan sampah. Selain itu kompos yang dihasilkan merupakan kompos hidup yang mengandung banyak mikrobia (Bokashi) yang sangat diperlukan oleh tanaman. Dengan demikian berarti penggunaan EM-4 mempunyai manfaat ganda yaitu mengubah sampah menjadi bahan yang bermanfaat untuk pupuk tanaman dan pelestarian lingkungan karena pupuk yang dihasilkan adalah pupuk organik.

Penggunaan EM-4 sebagai dekomposer sampah selain bermanfaat dan mempunyai keunggulan sebagaimana disebutkan diatas, juga mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk membuat kompos dibandingkan dengan cara konvensional. Waktu yang singkat berarti juga merupakan penghematan sumberdaya yang dibutuhkan untuk pengelola sampah menjadi kompos. Wood MT, et al (?), menjelaskan penggunaan EM pada pengomposan limbah industri pisang di Costa Rica menghasilkan kompos dalam waktu dua minggu, dimana secara konvensional (dibiarkan secara alami) bisa memakan waktu berbulan-bulan. Selain itu kompos yang dihasilkan tidak berbau, sehingga dari aspek pencemaran lingkungan bisa teratasi (Kastaman dan Moetangad, 2006). Oleh Higa (1996), dijelaskan bahwa kompos hasil dekomposisi oleh EM dapat berfungsi sebagai upaya untuk regenerasi tanah (tanah yang hidup) dan menjaga kesuburannya.

Hasil diatas tentunya sangat membantu sebagai teknologi yang efektif untuk menangani masalah sampah perkotaan. Namun demikian teknologi ini belum diterapkan secara masive untuk pengelolaan sampah di perkotaan di Indonesia. Hal ini disebabkan belum diterapkannya pola penanganan sampah yang komperhensif. Pelaksanaan kebijakan pengelolaan sampah cenderung diserahkan pada mekanisme publik, artinya pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan sampah melakukan tindakan penanganan sampah sesuai dengan pemahaman dan inisiatimya masing-masing. Misalnya sampah tidak dipisahkan antara sampah organik dan non organik, pengangkutan yang tidak sempurna sehingga banyak sampah yang tercecer di jalan, tanggung gugat akan pengelolaan sampah dari masyarakat rendah (enggan membayar retribusi) dan peran serta fungsi koordinasi dari pihak pemerintah pada para pemangku kepentingan

(stakeholders) sampah belum berjalan efektif. Menurut Unus (2002), Wibowo, A dan Djajawinata, DT (2005), menjelaskan banyak faktor yang mempengaruhi proses penanganan sampah dan penerapan teknologi pengolahan sampah yaitu meliputi (1) aspek teknis, (2) aspek kelembagaan, dan (3) aspek manajemen serta keuangan. Dengan melakukan peninjauan beberapa aspek diatas, dapat disimpulkan perlunya suatu rencana tindak (*action plan*) yang meliputi, (1) melakukan pengenalan karekteristik sampah dan metoda pembuangannya, (2) merencanakan dan menerapkan pengelolaan persampahan secara terpadu (pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan akhir), (3) memisahkan peran pengaturan dan pengawasan dari lembaga yang ada dengan fungsi operator pemberi layanan, agar lebih tegas dalam melaksanakan *reward & punishment* dalam pelayanan, (4) menggalakkan program *Reduce, Reuse dan Recycle* (3 R) agar dapat tercapai program *zero waste* pada masa mendatang, (5) melakukan pembaharuan struktur tarif dengan menerapkan prinsip pemulihan biaya (*full cost recovery*) melalui kemungkinan penerapan tarif progresif, dan mengkaji kemungkinan penerapan struktur tarif yang berbeda bagi setiap tipe pelanggan (6) mengembangkan teknologi pengelolaan sampah yang lebih bersahabat dengan lingkungan dan memberikan nilai tambah ekonomi bagi bahan buangan, misalnya penerapan teknologi EM.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Dari uraian dan diskusi tentang EM-4 dalam proses pengomposan sampah di atas dapat disimpulkan beberapa hal penting yaitu:

- a. Sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang bisa digunakan dibidang pertanian/perkebunan. Penggunaan pupuk organik dapat menyumbang pada upaya pelestarian lingkungan karena pupuk organik tidak meninggalkan residu bahan kimia yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (udara, air dan tanah).
- b. EM-4 adalah sebuah teknologi biologi yang dapat digunakan untuk pengolahan sampah organik secara efektif dan berwawasan lingkungan.

Penerapan EM-4 bisa menghasilkan pupuk kompos yang sangat berguna untuk pupuk dan proses pengomposan bisa menghilangkan bau busuk dari sampah.

- c. Penggunaan EM-4 pada pengomposan sampah bisa menghemat waktu pengomposan, dengan demikian akan terjadi penghematan penggunaan sumberdaya dalam pengelolaan sampah seperti tenaga kerja dan biaya. Namun demikian penggunaan teknologi ini belum diterapkan secara masive (besar-besaran atau umum) untuk pengelolaan sampah organik. Pengelolaan sampah cenderung diserahkan pada inisiatif publik. Peran pemerintah lebih banyak menyediakan infrastruktur seperti TPS dan TPA.
- d. Selain hambatan teknologi, pengelolaan sampah diperkotaan di Indonesia masih menghadapi tantangan-tantangan teknis (rantai penanganan sampah), kebijakan pemerintah dan koordinasi antar stakeholders belum berjalan dengan baik, masalah kekurangan dana/keuangan dan tanggungugat masyarakat (rumah tangga, industri, perkantoran) dalam penanganan sampah masih rendah.

6.2. Saran-saran

Perintah atau lembaga yang berwenang dalam pengelolaan sampah mamfasilitasi pemasyarakatan pengguna EM-4 untuk pengelolaan sampah organik menjadi kompas yaitu melalui kampanye dan penyediaan subsidi pengadaan EM-4.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2008. Pertanian Organik, Penyelamat Ibu Pertiwi. Bali Organic Association (BOA). Denpasar Bali. Pp 26-30.
- Anonim, 2007. Pengelolaan Limbah Padat/Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat (Community Base Household Waste Management). Dinas Lingkungan Hidup Kota Denpasar.
- Azwar, Asrul. 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Anomin, 1987. Pedoman Bidang Studi Pembuangan Sampah. Akademi Kesehatan Teknologi Sanitasi (APKTS), Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Anonim, 1979. The Rodale Book of Composting. Rodale Press, USA. p 1, 130-165.
- Bentley SD, *et al.* 2002. "Complete genome sequence of the model actinomycete *Streptomyces coelicolor*"A3(2)". *Nature* 417:141-147. doi:10.1038/417L41a. PMID 12000953. <http://en.wikipedia.org/wiki/Actinobacteria>: http://images.google.com/images?hl=en&rlz=1B2GGFB_enID249&q=actinomycetes&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wi: Visited 5 October 2008.
- Barth, J and Kroeger B. 1998. Marketing Compost in Europe. *BioCycle Journal*, Vol 10, 39. ABI/Infrom Research. Biocycle International. Pp 77-78.
- Dicks LM, Silvester M, Lawson PA, Collins MD. 2000. *Lactobacillus fornicalis* sp. nov., isolated from the posterior foraix of the human vagina. Abstract. PDF file. Wikipedia encyclopaedia. http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Lactobacillus_sp_01.png <http://images.google.co.id/images?hl=id&q=lactobacillus%2Qsp&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wi>; <http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus>. Visited 5 October 2008.

- Djuarnani, N. Kristian dan Setawan, BS. 2005. Cara Tepat Membuat Kompos. PT. Agromedia, Jakarta.
- Diver, S. 2001 (updated 11 Oct 2001, accessed 27 Aug 2002), 'Nature Farming and Effective Microorganisms', *Rhizosphere II: Publications, Resource Lists and Web Links from Steve Diver*, <http://ncatark.uark.edu/~steved/Nature-Farm-EM.html> . Visited 24 September 2008.
- Higa, T. 1996. An Earth Saving Revolution (English Translation). Sunmark Publisher, Inc. Tokyo, Japan.
- Higa, T. 1995, 'What is EM Technology, College of Agriculture, University of Ryukyus, Okinawa, Japan.
- Haug, R.T.1980. Compost Engineering; Principles and Practice. Ann Arbor Science. Publ.inc. Michigan, p 655.