

PERANAN MIKROBA DALAM PENGOMPOSAN LIMBAH ORGANIK DENGAN CACING TANAH

Oleh

H. Yulipriyanto

Abstrak

Penanganan limbah organik dengan pengomposan merupakan cara-cara yang sudah umum dilakukan oleh masyarakat. Oleh sebab itu seolah-olah tidak ada masalah dalam menerapkan teknologi pengomposan untuk mengelola limbah organik. Namun demikian ada hal-hal yang masih jarang mendapat perhatian, yaitu mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam pengomposan limbah organik dan metode-metode pengomposan lainnya.

Pengomposan merupakan proses biokemik dan biologik, sehingga berbagai bahan organik akan menjadi stabil setelah mengalami perombakan oleh organisme hidup khususnya mikroba. Pengomposan yang menggunakan cacing tanah, tentu berbeda dengan apabila tidak menggunakan cacing tanah. Peranan mikroba barangkali menjadi lebih kecil atau lebih besar dengan adanya cacing tanah, atau mungkin saling bekerja sama sehingga antara mikroba dan cacing tanah saling berasosiasi dalam melakukan dekomposisi.

Mikroba disinyalir melakukan dekomposisi terhadap senyawa-senyawa organik resisten yang tidak dapat atau sulit dirombak oleh cacing tanah, yang sekaligus juga menyediakan bahan makan bagi cacing tanah. Demikian pula cacing tanah memberikan kondisi lingkungan yang disukai mikroba melalui kemampuannya menetralsisir keadaan lingkungan yang sama sehingga menjadi lebih alkalis.

Pendahuluan

Limbah organik belakangan ini menjadi isu yang sangat menonjol dalam masalah lingkungan sebagai akibat kian meningkatnya jumlah limbah yang diproduksi oleh makhluk hidup, sementara usaha untuk menangani atau mengatasi dampak limbah masih terbatas. Limbah yang menumpuk dan tidak dikelola dapat mengganggu lingkungan hidup karena menimbulkan bau, menjadi sarang berbagai serangga dan organisme patogen, serta tidak indah dipandang mata. Di pihak lain, limbah organik yang berupa sisa-sisa tanaman dan hewan sebenarnya merupakan unsur hara bagi tanaman dan sumber bahan organik (Harada, 1930). Penanganan limbah yang banyak dilakukan sekarang ini menurut Sicular (1991) sudah berhasil mengurangi masalah limbah yang terdapat di perkotaan. Cara-cara penanganan tersebut meliputi pembakaran, penim-

bunan, dan pengomposan. Penanganan limbah organik dengan pembakaran, dari aspek lingkungan tidak dikehendaki dan membutuhkan biaya tambahan untuk membeli bahan bakar. Cara penimbunan, selain akan membutuhkan lahan, limbah yang tertimbun dapat mencemari persediaan air dalam tanah. Pengomposan menjadi alternatif terbaik, hanya biaya yang dibutuhkan cukup besar dan kompos yang dihasilkan kualitasnya belum tentu baik. Namun teknologi pengomposan dapat diperbaiki dengan berbagai cara di antaranya menggunakan organisme selain mikroba yaitu cacing tanah (Gaur, 1982).

Penggunaan cacing tanah untuk merombak limbah organik sering pula dengan kenal dengan *vermicomposting*. Cara ini didasarkan pada sifat cacing tanah yang sumber makanannya berupa bahan-bahan organik (Minnich, 1977). Bahan-bahan organik yang didekomposisi oleh cacing tanah akan menjadi pupuk organik yang bernilai tinggi yang disebut kasting. Keuntungan lain dari dekomposisi oleh cacing tanah ini menurut Sabine (Lee, 1985) di antaranya (a) mengurangi bau yang dikeluarkan oleh limbah organik, dan mikroba yang berbahaya, (b) menghasilkan biomassa cacing tanah yang dapat digunakan sebagai sumber protein hewani bagi pakan ternak, dan hewan piaraan. Menurut Minnich (1977), beberapa cacing tanah yang dapat digunakan sebagai perombak limbah organik yaitu cacing tanah merah (red worms) dari jenis *Lumbricus rubellus*, brandling worms dari jenis *Eisenis foetida*, cacing tanah lapangan dari jenis *Allolobophora caliginosa* dan *Lumbricus terrestris*, serta jenis *Pheretima sp.*

Pengomposan limbah organik menggunakan cacing tanah sebetulnya melibatkan organisme lain yaitu mikroba, terutama mikroflora (Lavelle, 1988). Menurut Grappelli (Albanell *et al*, 1988), pengomposan limbah organik oleh cacing tanah terjadi akibat kegiatan kombinasi antara cacing tanah dan mikroflora, baik yang ada dalam ususnya maupun pada substrat organik. Bagaimana peranan mikroba tersebut dalam pengomposan limbah organik menggunakan cacing tanah?

Pengomposan Limbah Organik.

Pengertian pengomposan limbah organik dapat ditinjau dari berbagai aspek, namun dalam hal ini pengomposan merupakan proses dekomposisi yang dihubungkan dengan kelestarian lingkungan dan produktivitas tanah. Dekomposisi limbah organik dalam pengomposan ditujukan untuk menghasilkan suatu produk yang bernilai lebih tinggi. Hasil proses dekomposisi biasanya berupa kompos atau humus yang sudah stabil.

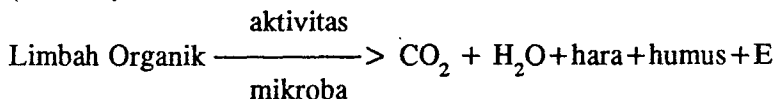
Haug (1980) mendefinisikan pengomposan sebagai proses dekomposisi dan stabilisasi secara biologik dalam kondisi yang memungkinkan terjadinya temperatur termofisik (temperatur diatas 60°C) dengan produk akhir yang cukup stabil dan apabila digunakan di lahan pertanian tidak menimbulkan pengaruh yang merugikan. Dalzell *et al.* (1987) dan Gaur (1982) mengatakan bahwa pengomposan diartikan sebagai proses perombakan bahan organik oleh sejumlah besar mikroba dalam lingkungan yang lembab, panas, dan aerasi baik dengan humus sebagai hasil akhir. Bolueke (Harada, 1990) mendefinisikan pengomposan sebagai proses penanganan limbah padat diuraikan secara biologik di bawah keadaan terkendali sehingga menjadi bentuk yang dapat ditangani, disimpan atau digunakan untuk lahan tanpa pengaruh yang merugikan. Berhubung dalam pengomposan belum tentu diperoleh bahan organik yang stabil (kompos matang) maka hasil yang diperoleh juga berbeda-beda tingkat kematangannya.

Hsieh dan Hsieh (1990) mengelompokkan hasil proses pengomposan ke dalam tiga katagori:

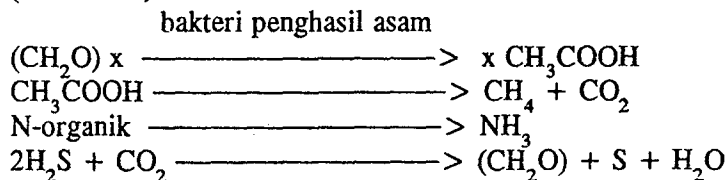
- a. Kompos belum matang ("immature compost"). Bahan hasil pengomposan warna dan bentuk bahan asli masih mudah diidentifikasi.
- b. Kompos matang sebagian ("partly matured compost"). Bahan hasil pengomposan warnanya kecoklatan, masih kelihatan bentuk aslinya serta tidak mudah dihancurkan apabila digesek-gesek dengan jari.
- c. Kompos matang ("matured compost"). Apabila dipegang terasa lembab, lunak, warna coklat pekat mendekati hitam.

Berbagai proses penting yang terjadi selama proses pengomposan dapat ditunjukkan melalui reaksi-reaksi sebagai berikut (Gaur, 1982) :

(aerobik)



(anaerobik)



Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan kelompok hewan avertebrata yang banyak dijumpai di tempat-tempat lembab di seluruh permukaan bumi, ukurannya bervariasi, sifat fisik dan biologik hampir sama (Gaddie dan Douglass, 1974).

Istilah cacing tanah (*earthworm*) sebetulnya hanya menjelaskan beberapa cacing tanah kelas oligochaeta yang hidup di darat, tetapi beberapa ahli tidak memasukkan kelas tersebut yang berukuran kecil. Cacing tanah yang dimaksud di sini mencakup berbagai ukuran besar dan kecil.

Satchel (1980) telah memperkenalkan klasifikasi cacing tanah berdasarkan habitatnya secara vertikal. Pembagian tersebut meliputi cacing tanah "r-worm" dan "k-worm". Cacing tanah "r-worm", yaitu cacing tanah yang hidup di permukaan tanah, sebagai contoh adalah *Eisenia foetida*. Cacing tanah "k-worm" cirinya membuat liang-liang di dalam tanah, sebagai contoh *Allolobophora caliginosa*. Terhadap cacing tanah jenis *Lumbricus terrestris* dikelompokkan dalam jenis anesik. Pengelompokan cacing tanah berdasarkan kebutuhan bioteknologi, dibagi dalam jenis-jenis epigeik, diageik dan indogeik (Hartenstein dan Bisesi, 1989). Cacing tanah jenis epigeik, tempat tinggalnya terutama pada seresah-seresah organik, jarang membuat liang-liang. Cacing tanah jenis ini dipakai sebagai *Haste disposer*. Cacing jenis diageik hidupnya pada lapisan tanah bagian atas, membuat liang tetapi tidak dalam, makanannya bahan-bahan organik. Sedang cacing tanah jenis indogeik, dicirikan oleh kebiasaannya membuat liang-liang yang dalam, di bawah permukaan tanah dan makanannya bahan organik tanah.

Pengomposan Limbah Organik Menggunakan Cacing tanah

Pengomposan limbah organik oleh cacing tanah (*vermicomposting*) adalah penggunaan cacing tanah untuk mendaur ulang limbah organik menjadi bahan yang stabil baik berupa kasting maupun vermikompos (Gaur, 1982). Cacing tanah dapat mendekomposisi limbah organik karena limbah tersebut menjadi sumber makanannya. Limbah-limbah organik dapat berupa kotoran hewan, seresah-seresah daun yang ada di permukaan tanah maupun sisa-sisa tanaman yang sudah membusuk. Dalam dekomposisi ini cacing tanah tidak bekerja sendiri, tetapi ada organisme lain yang membentuk yaitu mikroba yang meliputi bakteri, fungsi dan aktinomisetes (Haug, 1980; Gaur, 1982). Menurut Grappelli dalam Albanell *et al* (1988), mikroba tidak hanya terdapat dalam medium limbah organik, tetapi juga dalam usus cacing, sehingga kombi-

nasi antara cacing tanah dengan mikroflora, baik yang terdapat dalam usus cacing maupun medium limbah organik. Dengan adanya cacing tanah, penghancuran limbah organik menjadi lebih cepat, sebab cacing tanah mencampur limbah-limbah organik, memangsa limbah organik yang tidak terombak, dan membuat rongga-rongga yang menjadikan kondisi aerasi limbah organik sesuai bagi kehidupan mikroba (Galli *et al.*, 1983).

Proses Pengomposan bahan organik yang tidak melibatkan cacing tanah sebenarnya dapat saja terjadi, karena secara alami berbagai limbah organik yang berserakan di alam lambat laun akan terombak pula. Hal ini bisa kita lihat dari terjadinya kompos di alam, walaupun memerlukan waktu yang cukup lama. Pengomposan sebagai suatu proses, pengertiannya tidak bisa dilepaskan dari berbagai proses baik proses itu secara fisik, kimia maupun biologik, dan proses biologik adalah yang paling menonjol.

Mikroba dan Cacing Tanah

Cacing Tanah dalam melakukan dekomposisi limbah organik sangat tergantung dari aktivitas mikroba, terutama mikroflora. Pada saat pencernakan cacing tanah, terkandung berbagai enzim seperti selulase, kitinase, lipase dan protease. Tetapi belum diketahui jelas apakah enzim-enzim tersebut berasal dari saluran pencernakan cacing tanah, mikroflora pada tanah atau makanannya. Namun ada kemungkinan bahwa cacing tanah memiliki sistem pencernakan makanan yang disebut *external rumen*, yaitu suatu sistem pencernakan seperti pada ruminansia tetapi terjadi di luar tubuh (Lavelle, 1988). Dengan demikian pada medium cacing tanah dapat ditemukan pula populasi mikroba. Adanya sejumlah mikroba dalam medium organik cacing tanah dapat dilihat dari hasil penelitian Tomat *et al.* (1988 seperti pada Tabel 1).

Dari Tabel 1, kasting cacing tanah mengandung bakteri, aktinomi-setes dan fungsi di samping zat pengatur tumbuh yang berupa giberelin, sitokinin dan auksin. Karena proses dekomposisi merupakan proses enzimatik, maka ada dugaan bahwa mikroba-mikroba tersebut berperan dalam menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk merombak bahan-bahan organik.

Tabel. 1. Populasi Mikroba dan Zat Pengatur Tumbuh dalam Kasting Cacing Tanah

Populasi Mikroba	Sel/g	BK
Bakteri	1.8×10^8	
Aktinomisetes	2.8×10^6	
Fungsi	2.6×10^5	
Zat Pengatur Tumbuh		ug equiv/g BK
Giberelin	2.75	
Sitokinin	1.05	
Auksin	3.80	

BK : berat kering

Sumber Tomati *et al* (1988).

Mekanisme perombakan bahan organik dapat bersifat langsung, tidak langsung maupun sistem intermediet (Lavelle, 1988). Pada proses secara langsung, peranan mikroba sepertinya belum nampak, karena cacing tanah menggunakan komponen sistem pencernakannya yang berupa mulut, faring, kerongkongan, tembolok, lambung dan usus. Di samping itu, disebabkan pula oleh adanya enzim-enzim dalam sistem pencernaan cacing tanah (*allochthonous microflora*). Pada vermokompo yang terbentuk secara tidak langsung, dalam dekomposisi limbah organik cacing tanah dibantu oleh mikroflora simbiosis (bakteri dan fungsi), terutama dalam merombak senyawa-senyawa organik resisten yang tidak dapat dipecah oleh cacing tanah karena terbatasnya jenis-jenis enzim dalam tubuhnya. Pada sistem *intermediet*, cacing tanah menggunakan senyawa organik terasimilasi yang disebabkan oleh mikroflora. Di samping cacing tanah banyak dibantu oleh mikroba, cacing tanah juga berperan menyediakan medium yang disukai oleh mikroba.

Penelitian yang dilakukan oleh Hutchinson dan Kamel dalam Barley (1961) ditunjukkan bahwa penyebaran fungsi dipengaruhi oleh cacing tanah. Sedang Atlavynite dan Pociene (1973) menyoroti hubungan antara mikroba alga dengan cacing tanah. Apabila jumlah cacing tanah meningkat dalam suatu medium maka jumlah alga menurun. Ada kemungkinan bahwa alga tersebut dimakan oleh cacing tanah. Peranan cacing tanah yang lain dalam dekomposisi adalah merangsang hadirnya mikroba heterotrof yang akan merombak limbah organik bersama cacing tanah.

Galli *et al* (1983), menyatakan bahwa cacing tanah dalam dekomposisi limbah organik peranannya yang paling menonjol adalah mempercepat perombakan, dan oleh Minnich (1977) dikatakan bahwa penggunaan cacing tanah dalam pengomposan akan memperpendek waktu dan menghemat tenaga. Penghematan tenaga di sini adalah tidak dilakukan pengadukan untuk memperbaiki aerasi selama pengomposan berlangsung, karena cacing tanah sudah melakukan pengadukan melalui gerakan-gerakan tubuhnya yang membuat rongga-rongga dalam medium yang dikomposkan.

Keterlibatan mikroba dalam dekomposisi limbah organik ditunjukkan pula oleh Yulipriyanto (1993) yang menggunakan limbah organik sampah kota, limbah Taman Safari Indonesia (limbah TSI) dengan cacing tanah lokal dan nonlokal. Cacing tanah lokal dicirikan oleh klitelumnya yang tidak menebal sedang cacing nonlokal menebal seperti *sadel* (Minnich, 1977). Hasil yang diperoleh dari percobaan tersebut, vermikompos dari bahan limbah organik yang digunakan ditemukan mikroba yang dinyatakan dalam total mikroba dan jumlah fungsi. Total mikroba dan jumlah fungsi vermikompos yang diproses oleh cacing tanah nonlokal lebih banyak dibanding yang diproses oleh cacing tanah lokal. Demikian pula, total mikroba dari bahan limbah organik campuran antara sampah kota dan TSI jumlahnya cenderung lebih besar daripada vermikompos bahan limbah sampah kota. Hasil penelitian di atas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Mikroba dan Jumlah Fungsi Vermikompos

Jenis Cacing Tanah	Limbah Organik			
	Sampah Kota	Limbah TSI	Campuran	Rata-rata
Total Mikroba	x 10 ¹⁰ CFU/g			
Lokal	13.2	14.0	10.5	12.6
Nonlokal	11.0	14.2	23.1	16.1
Rata-rata	12.1	14.1	16.8	
Jumlah Fungsi.....	x 10 ⁷ CFU/g			
Lokal	0.6	1.8	0.8	1.0
Nonlokal	0.6	2.8	0.4	1.3
Rata-rata	0.6	2.3	0.6	

Sumber : Yulipriyanto, 1993

Keterangan : CFU, colony forming unit

Penutup

Dari uraian di atas dapat dikemukakan bahwa pengomposan limbah organik menggunakan cacing tanah melibatkan organisme lain yaitu mikroba, baik yang berupa fungi, bakteri, aktinomisetes maupun protozoa. Mikroba tersebut berperan dalam merombak senyawa-senyawa organik resisten yang tidak dapat dirombak oleh cacing tanah secara sendiri saja. Di samping itu, resisten, mikroba sekaligus juga menyediakan bahan-bahan makanan bagi cacing tanah. Yang lebih penting dalam hubungannya dengan unsur hara tanah, mikroba berperan pula dalam mineralisasi bahan-bahan organik yang tidak dapat dilakukan oleh cacing tanah, sehingga bila hasil perombakannya digunakan sebagai pupuk organik akan menambah nutrisi yang siap tersedia bagi tanaman.

Daftar Pustaka

- Albanell, E., J. Plaixats and T. Cabrero. 1988. *Chemical changes during vermicomposting (Eisenia foetida)*. Biol Fertil Soils 6: 266-269
- Atlavynite, O. and J. Pociene. 1973. *The effect of earthworm and their activity on the amount of algae in the soil*. Pedobiologia. Bd. 13. S. 445-455
- Barley, KP. 1961. *The abundance of earthworms in agriculture land and their possible significance in agriculture*. In: A.G. Norman (Ed.) *Advances in Agronomy*. Academic Press, London. pp. 249-268.
- Dalzell, H.W., A.J. Biddlestone, K.R. Gray and K. Thurairajan. 1987. *Soil Management, Compost Production and Use in Tropical and Subtropical Environments*. Soil Bulletin 56, FAO.
- Gaddie. E., Tomati U. and A. Grappelli. 1983. *Microbial processes related to organic matter breakdown by earthworm and their influence on plant growth*. Studies About Humus, Vol. 14 pp. 391-394 Prague, CSSR.

- Galli, E., Tomati U. and A. Grappelli. 1983. *Microbial processes related to organic matter breakdown by earthworm and their influence on plant growth*. Studies About Huus, Vol. 14, pp. 391-394 Pragues. CSSR.
- Gaur, A.C. 1982. *Improving Soil Fertility Through Organic Recycling*. A Manual of Rural Composting. Project Field Document Nop. 15 FAO/UNDP Regional RAS.
- Hartenstein, R. and M.S. Bisesi. 1989. *Use of earthworm biotechnology for the management of effluents from intensively housed livestock*. Outlook on Agriculture, Vol 18, No. 2. pp. 72-75.
- Harada, Yasuo. 1990. *Composting and application of animal waste*. ASPAC Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin No. 311: 20-31.
- Haug, R.T. 1980. *Compost Engineering, Principle and Practice*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Hsieh, S.C. and C.E. Hsieh. 1990. *The use of organic matter in crop production*. ASPAC Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin No. 315:1-18.
- Lavelle, P. 1988. *Earthworm activities and soil system*. Biol Fertil Soils 6: 237-251.
- Lee, K.E. 1985. *Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and land Use*. Academic Press, London.
- Minnich, Jerry. 1977. *The Earthworm Book*. Rodale Press Emmaus, P.A., USA.
- Satchell, J.E. 1980. *Worm and K. Worm: A Basic for Classifying Lumbricid Earthworm Strategies*. Proceeding of The VII International Qolloquium od Soil Zoology. Office of Pesticide and Toxic Substances, Washington D.C.

- Sircular, Daniel T. 1991. *Pengelolaan Limbah Padat di Indonesia*. Dalam: Thomas B. Outterbridge (penyunting). *Limbah Padat di Indonesia Masalah atau Sumberdaya?* Yayasan Obor, Jakarta.
- Tomati U., A. Grappelli and E. Galli. 1988. *The Horone-like effect of earthworm cast on plant growth*. *Biol Fertil Soil* No. 5, pp. 288-294.
- Yulipriyanto, H. 1993. *Penggunaan Berbagai Limbah Organik dalam Vermicomposting*. Tesis, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.