

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Dekomposisi Bahan Organik

Pengomposan adalah peristiwa pelapukan dengan cara fermentasi. Fermentasi adalah penguraian zat-zat seperti karbon, nitrogen yang terikat dalam senyawa kompleks diuraikan menjadi zat-zat yang lebih sederhana (Suhardiman, 1992, *cit* Sugiyanto, 2005). Arti lain pengomposan adalah penguraian dan pematapan bahan-bahan organik secara biologis dalam temperatur *thermophilic* (suhu tinggi) dengan hasil akhir berupa bahan yang cukup bagus untuk di aplikasikan ke tanah (Anonim, 2006a). Kompos juga dapat berarti bahan – bahan organik (sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antar mikroorganisme yang bekerja di dalamnya (Murbandono, 2007). Secara ilmiah kompos dapat di artikan sebagai partikel tanah yang bermuatan negatif sehingga dapat dikoagulasikan oleh partikel tanah untuk membentuk garnula tanah (Djuarnani, dkk, 2004).

Teknologi pengomposan sampah sangat beragam, baik secara aerobik maupun anaerobik, dengan atau tanpa bantuan bahan tambahan. Bahan tambahan yang biasa di gunakan misalnya cacing atau kotoran sapi. Keunggulan dari proses pengomposan antara lain teknologinya yang sederhana, biaya penanganan yang relatif rendah, serta dapat menangani sampah dalam jumlah banyak (Anonim, 2005a). Selama proses pengomposan berlangsung terjadi perubahan-perubahan antara lain penguraian protein melalui amida-amida dan asam amino menjadi amoniak, CO₂ dan air sehingga kadar senyawa nitrogen (amonia) yang larut meningkat (Astuti, 2002 *cit* Sugiyanto, 2005).

Hasil akhir dari pengomposan merupakan bahan yang sangat di butuhkan untuk kepentingan tanah-tanah pertanian Indonesia, yaitu untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah sehingga produksi tanaman menjadi lebih tinggi. Kompos yang di hasilkan dari pengomposan sampah dapat di gunakan untuk menguatkan struktur lahan kritis, menggemburkan kembali lahan pertanian, sebagai bahan penutup sampah di TPA., reklamasi pantai pasca penambangan dan sebagai media tanaman serta mengurangi penggunaan pupuk kimia. Pengomposan merupakan proses yang dinamis yang dapat berlangsung secara cepat atau lambat tergantung dari proses yang digunakan dan keterampilan si pembuat. Bahan baku pengomposan merupakan semua material organik yang mengandung karbon dan nitrogen, misalnya kotoran hewan, sampah hijau, sampah kota, lumpur cair dan limbah industri pertanian.

Tabel 1: Bahan baku yang dapat di komposkan

Asal	Bahan
Limbah pertanian	
Limbah dan residu tanaman	Jerami dan sekam padi, gulma, batang dan tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman, batang pisang dan sabut kelapa
Limbah dan residu ternak	Kotoran padat, limbah ternak cair, limbah pakan ternak, cairan biogas
Tanaman air	Azolla, ganggang biru, enceng gondok, gulma air
Limbah industri	
Limbah padat	Sebuk gergaji kayu, blotong, kertas, ampas tebu, limbah kelapa sawit, limbah pengalengan makanan dan pemotongan hewan
Limbah cair	Alkohol, limbah pengolahan kertas, ajinomoto, limbah pengolahan minyak kelapa sawit
Limbah rumah tangga	
Sampah	Tinja, urin, sampah rumah tangga dan sampah kota

Dekomposisi adalah proses perombakan bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Selama proses dekomposisi bahan organik akan mengalami perubahan secara bertahap oleh aktivitas jamur, bakteri dan actinomycetes. Polisakarida, protein, lemak dan molekul-molekul besar akan diuraikan menjadi lebih sederhana, dan selama proses ini akan dihasilkan mineral-mineral hara yang selanjutnya sangat diperlukan bagi tanaman yang sedang dalam masa pertumbuhan (Triwahyuningsih, 2004).

Dekomposisi bahan-bahan organik juga akan menghasilkan asam-asam organik, terbentuknya asam-asam organik tersebut berasal dari hidrolisis polisakarida, protein, dan senyawa-senyawa organik lain yang terdapat di dalam bahan organik. Pembentukan asam-asam organik ini sangat penting untuk membantu khelasi yaitu pembentukan kompleks yang stabil dengan kation-kation polivalen (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , dll). Khelasi ini penting karena akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Pengomposan merupakan proses dekomposisi yang terkendali secara biologis. Kondisi terkendali tersebut mencakup rasio karbon dan nitrogen (C/N), kelembaban, pH, dan kebutuhan oksigen. Menurut Djuarnani, dkk (2004) prinsip pengomposan adalah menurunkan kadar rasio C/N bahan organik menjadi sama dengan kadar rasio tanah. Rasio C/N merupakan hasil perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen yang terkandung dalam suatu bahan. Bahan organik yang memiliki rasio C/N sama dengan tanah (10 -12) memungkinkan bahan tersebut akan dapat diserap oleh tanaman

Pada saat makhluk hidup mati bagian-bagian tubuhnya akan diuraikan oleh mikrobia dan invertebrata dalam tanah yang kemudian akan di hancurkan menjadi humus. Mikroorganisme tanah yang berperan dalam proses dekomposisi membutuhkan oksigen dan air untuk menghancurkan bahan organik. Hasil akhir dari proses dekomposisi adalah kompos, CO_2 , air dan panas (Triwahyuningsih,2004). Kecepatan dekomposisi tergantung pada beberapa faktor yaitu :

1. Rasio C/N

Karbon dan nitrogen adalah dua unsur dasar dalam pengomposan, dan rasio C/N akan mempengaruhi kecepatan dekomposisi. Bakteri dan fungi di dalam kompos akan mencerna atau mengoksidasi karbon sebagai sumber energi dan mengambil nitrogen untuk sintesis protein bagi tubuhnya. Karbon merupakan bahan penyusun terbesar makhluk hidup karena dia menyusun seluruh senyawa organik di dalam tubuh, sedangkan nitrogen merupakan penyusun protein dan asam nukleat. Banyak sedikitnya nitrogen di dalam bahan organik akan mempengaruhi kecepatan dekomposisi. Rasio C/N pada saat pengomposan umumnya 30 bagian nitrogen (30:1). Penambahan bahan yang mengandung nitrogen tinggi ke dalam bahan organik dapat membantu pengomposan lebih cepat dan lebih efektif.

2. Luas permukaan

Dekomposisi oleh mikrobia di dalam timbunan kompos akan dapat berlangsung jika permukaan partikel bersentuhan dengan udara. Permukaan yang lebih luas berarti mikroorganisme dapat lebih banyak memakan bahan organik, berkembangbiak lebih cepat dan menghasilkan temperatur tinggi. Untuk

memperluas permukaan yang terkena udara perlu dilakukan perajangan (pencacahan) atau pemotongan bahan organik. Pada saat proses dekomposisi berlangsung, pembalikan timbunan kompos juga mempercepat proses pematangan kompos.

3. Aerasi

Dekomposisi yang terjadi didalam timbunan kompos membutuhkan oksigen. Bagian dalam timbunan biasanya kekurangan oksigen, oleh karena itu butuh aerasi dengan cara penambahan oksigen. Dekomposisi akan berlangsung lebih efisien jika oksigen cukup tersedia. Keadaan ini dapat berlangsung secara alamiah dengan berhembusnya angin atau dengan membalik-balik timbunan kompos. Pembalikan kompos selain untuk membantu menambah oksigen, juga bermanfaat untuk memperlancar kontak antara bahan organik segar dengan mikrobial perombak. Jika kompos kekurangan oksigen biasanya akan menghasilkan bau tak sedap atau terjadi dekomposisi anaerobik.

3. Kelembaban

Mikroorganisme hanya dapat menggunakan molekul organik jika terlarut dalam air, sehingga timbunan kompos mestinya memiliki kelembaban 40-60%. Jika kelembaban turun hingga di bawah 40% aktivitas mikrobial akan lambat dan menjadi tidak aktif, sebaliknya jika melebihi 60% aerasi akan terganggu, nutrient

akan terurai dekomposisi lambat dan bau tidak sedap dari hasil

4. Temperatur

Mikroorganisme menghasilkan panas pada saat mendekomposisi bahan organik. Timbunan kompos dengan temperatur 32° - 60° C cukup baik dan perlu dipertahankan pada temperatur tersebut. Temperatur yang lebih tinggi dari 60° C dapat menghambat aktivitas mikroorganisme perombak, tetapi jika tidak panas berarti proses dekomposisi tidak berlangsung.

Bahan organik tanah membantu pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik tanah memiliki fungsi nutrisi bagi tanaman karena menyediakan unsur-unsur N,P,K dan S untuk pertumbuhan tanaman; memiliki fungsi biologis karena mempengaruhi aktivitas organisme mikroflora dan mikrofauna; dan memiliki fungsi fisik karena dapat memperbaiki struktur tanah, aerasi dan daya ikat air. Humus juga berperan secara tak langsung melalui pengaruhnya terhadap penyerapan unsur hara oleh akar tanaman, herbisida dan senyawa lain (Triwahyuningsih, 2004). Berikut ini adalah manfaat bahan organik tanah bagi kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah

Tabel 2: Sifat umum bahan organik tanah dan pengaruhnya bagi kesuburan tanah

Sifat-sifat	Tanda - tanda	Efek terhadap tanah
Warna	Bahan organik tanah (BOT) dalam tanah memberikan warna gelap	Membantu menjaga kehangatan dalam tanah
Daya ikat air (retensi air)	Bahan organik dapat menyimpan air hingga 20 kali lebih besar dari beratnya sendiri	Membantu mencegah kekeringan dan pengkerutan tanah. Pada tanah pasir membantu menjaga kelembaban
Khelasi	Membentuk kompleks yang stabil dengan Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} dan kation polivalen lain	Meningkatkan ketersediaan mikronutrien bagi tanaman
Kelarutan dalam air	Bahan organik tidak mudah larut karena terikat oleh lempung Garam dari kation di-valen dan tri-valen dalam BO juga tidak mudah larut Bahan organik sendiri juga kurang larut dalam air	Mengurangi bahan organik yang hilang karena tercuci (<i>leaching</i>)
Daya penyangga (<i>buffer action</i>)	Bahan organik memiliki daya penyangga dalam kisaran asam, netral dan alkali	Membantu menjaga reaksi-reaksi kimia dalam tanah
Pertukaran kation	Total keasaman dari fraksi humus yang diisolasi berkisar antara 300-1400 meq/100 g	Meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah. 20%-70% KPK dalam tanah disebabkan oleh bahan organik tanah
Mineralisasi	Dekomposisi bahan organik menghasilkan CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} dan SO_4^{2-}	Menjadi sumber unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman
Asosiasi dengan mineral lempung	Merupakan partikel pengikat pembentuk agregat tanah	Melancarkan pertukaran gas, menstabilkan struktur, meningkatkan permeabilitas tanah
Penyerapan pestisida dan molekul organik lain	Mempengaruhi bioaktivitas, persistensi dan biodegradasi pestisida	Mengurangi jumlah pestisida dan meningkatkan efektifitas pemberiannya

B. Serbuk Gergaji dan Komposisinya

Lignin adalah suatu zat kimia yang biasanya terdapat di kayu dan suatu bagian yang berhubungan dengan dinding sel tumbuhan, khususnya di dalam trakeid, pembuluh xylem dan sklereid. Lignin menyusun sepertiga massa kayu yang kering. Lignin mengisi ruang di antara dinding sel selulose, hemiselulose dan komponen pektin (Anonim, 2006c).

Secara umum tanaman terbentuk dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komposisi bahan penyusun ini berbeda – beda bergantung pada jenis tanaman. Lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik. Pada batang tanaman lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya sehingga pohon dapat berdiri tegak (Anonim, 2008a). Lignin tahan terhadap serangan mikroorganisme dan proses penguraian lignin secara anaerobik cenderung tidak memecahkan cincin aromatik, sedangkan proses penguraian lignin secara aerobik berjalan lambat dan membutuhkan waktu yang lama (Anonim, 2008b).

Lignin adalah biopolymer kedua yang paling banyak terdapat di kayu setelah selulosa. Biopolymer aromatik pada lignin membuat sel – sel tanaman tidak dapat ditembus air, memberikan kekerasan pada kayu dan membentuk suatu penghalang mekanik untuk melawan patogen. Lignin terdiri dari tiga jenis monolignol yaitu coniferyl alkohol, sinapyl alkohol dan paracoumaryl alkohol (Anonim, 2008c). Tumbuhan yang berbeda menggunakan monolignol yang berbeda, contoh hampir semua lignin cemara Norwegia mengandung coniferyl alkohol sedangkan paracoumaryl alkohol hampir terdapat diseluruh rumput-rumputan (Anonim, 2006c).

Biosintesis lignin dimulai dengan sintesis monolignol. Bahan dasarnya adalah asam amino phenylalanine. Monolignol disintesis di sitosol seperti proses glikolisis. Glukosa ditambahkan ke monolignol untuk membuatnya larut dalam air. Proses glikolisis di transportasikan melalui membran sel ke apoplast, kemudian glukosa diubah dan monolignol di polymerisasi menjadi lignin (Anonim, 2006c).

Pengetahuan tentang unsur - unsur ini sangat penting untuk mengetahui cara menguraikan unsur-unsur tersebut. Lignin merupakan suatu unit polymer phenylpropan yang kompleks, dimana satu dengan yang lain di hubungkan dengan suatu macam ikatan kimia yang berbeda. Beberapa organisme misalnya jamur mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan enzim yang dapat mendegradasi lignin. Menurut Crawford (1986, *cit* Anonim, 2006c) dan Basaglia (1992, *cit* Anonim, 2006c) actinomycetes dapat menguraikan lignin. Efek lignin pada bioavailabilas komponen dinding sel yang lain adalah sebagai pembatas, dimana komponen lignin akan mengurangi area permukaan yang tersedia untuk aktivitas enzimatik (Haug, 1993, *cit* Anonim, 2006c). Proses pendegradasi lignin dan terutama pada keadaan anaerobik membutuhkan waktu yang sangat lama (Anonim, 2006c).

C. Aktivator Dekomposer

Aktivator adalah semua bahan yang berfungsi meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi (Sutanto, 2002, *cit.* Sugiyanto, 2005). Aktivator terbagi menjadi dua yaitu aktivator alami dan aktivator buatan. Aktivator alami adalah aktivator yang sudah ada secara alami misalnya kotoran ternak, sedangkan aktivator buatan adalah aktivator yang kandungan mikrobianya sudah dibiakan secara sengaja misalnya Orgadec, EM4 dan sebagainya.

Aktivator buatan yang biasa di gunakan untuk mempercepat proses pengomposan adalah Orgadec dan EM4. Orgadec mengandung activator yang mampu menghancurkan bahan organik dalam waktu singkat dan bersifat antagonis terhadap beberapa penyakit akar, mikrobia yang terdapat pada Orgadec adalah *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp (Indriani, 2005). Kedua jenis mikrobia ini akan mengeluarkan enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan, dengan hancurnya lignin dan selulosa maka kadar karbonnya akan semakin turun dan kadar nitrogennya meningkat sehingga C/N menjadi kecil (Indriani, 2005). Pada EM4 mikrobia yang terkandung di dalamnya antara lain *Actinomycetes*, *Streptomyces* sp, ragi dan *Lactobacillus* sp serta bakteri fotosintetik (Anonim, 2008d). Mikrobia – mikrobia tersebut mempunyai kemampuan dalam memfermentasikan bahan organik yaitu sebagai berikut:

1. *Actinomycetes*

Actinomycetes merupakan organisme peralihan antara jamur dan bakteri yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri fotosintetis dan

merubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri berbahaya dengan cara menghancurkan khitin (zat esensial untuk pertumbuhan jamur dan bakteri). *Actinomycetes* juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme yang lain.

2. *Lactobacillus* sp

Lactobacillus sp adalah bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil dari penguraian gula dan karbohidrat serta bekerjasama dengan bakteri fotosintetis dan ragi. Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang kuat sehingga dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.

3. *Streptomyces* sp

Streptomyces sp mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.

4. Ragi (yeast)

Ragi memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini juga berperan dalam perkembangan mikroorganisme lain yang menguntungkan seperti *Actinomycetes* dan bakteri asam laktat.

5. Bakteri fotosintetik

Bakteri ini merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolisme yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan.

Kotoran hewan atau ternak selain sebagai bahan kompos juga dapat membantu proses pengomposan, hal ini dikarenakan pada kotoran ternak terdapat mikrobia – mikrobia pendekomposisi, salah satunya adalah bakteri *Rumensia* yang mampu mendekomposisi bahan-bahan organik menjadi nutrisi yang tersedia bagi tanaman. Kotoran hewan yang biasa digunakan untuk kompos atau untuk mempercepat pengomposan adalah kotoran ayam dan kotoran sapi, akan tetapi dari hasil penelitian pengomposan tandan kosong kelapa sawit diperoleh data bahwa dalam waktu 2 minggu kotoran gajah mampu menurunkan kadar C/N di bawah 20.

D. Hipotesis

Pemakaian isolat jamur+bakteri dengan dosis 15 ml/0,5 Kg dapat memberikan pengaruh yang paling baik pada proses dekomposisi serbuk gergaji