

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok termasuk dalam famili Pontederiaceae. Tanaman ini memiliki bunga yang indah berwarna ungu muda (lila). Daunnya berbentuk bulat telur dan berwarna hijau segar serta mengkilat bila diterpa sinar matahari. Daun-daun tersebut ditopang oleh tangkai berbentuk silinder memanjang yang kadang- kadang sampai mencapai 1 meter dengan diameter 1-2 cm. Tangkai daunnya berisi serat yang kuat dan lemas serta mengandung banyak air. Eceng gondok tumbuh mengapung di atas permukaan air, tumbuh dengan menghisap air dan menguapkannya kembali melalui tanaman yang tertimpa sinar matahari melalui proses evaporasi. Oleh karenanya, selama hidupnya senantiasa diperlukan sinar matahari (Aniek, 2003).

Eceng gondok hidup tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval, ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut (Lail, 2008).

Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan

tanaman inilah yang banyak di gunakan untuk mengolah air buangan, karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi (berlangsung agak lambat) dan mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik, kemampuan menyerap logam persatuan berat kering eceng gondok lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua (Widianto, 1997).



Gambar 2.1 Eceng gondok (*Eichornia crassipes Solms*) (Rudi, 2003)

2.1.1 Klasifikasi Eceng Gondok

Klasifikasi eceng gondok menurut VAN Steenis, (1978) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Famili	: Butomaceae
Genus	: Eichornia
Spesies	: <i>Eichornia crassipes solms</i>

2.1.2 Pertumbuhan Eceng gondok

Tumbuhan ini mempunyai daya regenerasi yang cepat karena potongan vegetatifnya yang terbawa arus akan terus berkembang menjadi eceng gondok dewasa. Eceng gondok sangat toleransi terhadap keadaan yang unsur haranya didalam air kurang mencukupi tetapi responnya terhadap kadar unsur hara yang tinggi juga besar. (Lail, 2008).

Eceng gondok memiliki dua macam cara untuk berkembang biak, yaitu dengan biji dan tunas yang berada di atas akar. Tunas merayap dan keluar dari ketiak daun yang dapat tumbuh lagi menjadi tumbuhan baru dengan tinggi 0,4-0,8 m. Suhu ideal untuk pertumbuhannya berkisar antara 28°C dengan derajat keasaman (pH) antara 4 – 12. Dalam air yang jernih serta sangat dalam apalagi dataran tinggi (melebihi 1.600 m di atas permukaan laut) eceng gondok sulit tumbuh dan berkembang (Aniek, 2003).

Menurut Lail, (2008) perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari. Hasil penelitian Badan Pengendalian Dampak Lingkungan melaporkan bahwa satu batang eceng gondok dalam waktu 52 hari mampu berkembang seluas 1 m², atau dalam waktu 1 tahun mampu menutup area seluas 7m². Forth (2008) menyatakan bahwa dalam waktu 6 bulan pertumbuhan eceng gondok pada areal 1 ha dapat mencapai berat 125 ton.

2.1.3 Komposisi Kimia Eceng gondok

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain (Forth, 2008).

Hasil analisa kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar diperoleh bahan organik 36,59%, C-organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016% (Wardini, 2008). Sedangkan menurut Rochyati (1998) kandungan kimia pada tangkai eceng gondok segar adalah air 92,6%, abu 0,44%, serat kasar, 2,09%, karbohidrat 0,17%, lemak 0,35%, protein 0,16%, fosfor 0,52%, kalium 0,42%, klorida 0,26%, alkanoid 2,22%. Dan pada keadaan kering eceng gondok mempunyai kandungan selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12% dan lignin 7,69%. Tingginya kandungan selulosa dan lignin pada eceng gondok menyebabkan bahan tersebut sulit terdekomposisi secara alami.

2.2 Jerami Padi

Jerami padi merupakan bagian vegetatif dari tanaman padi (batang, daun, tangkai malai). Pada waktu tanaman padi dipanen, jerami adalah bagian yang tidak dipungut atau diambil. Perbandingan antara bobot gabah yang dipanen dengan jerami pada saat panen padi umumnya 2 : 3. Hal ini

menunjukkan bahwa jumlah jerami yang dihasilkan lebih besar daripada gabah. Potensi jerami kurang lebih 1,4 kali dari hasil panen. Rata-rata produktivitas padi nasional adalah 48,95 ku/ha, sehingga jumlah jerami yang dihasilkan kurang lebih 68,53 ku/ha. Produksi padi nasional tahun 2008 sebesar 57,157 juta ton, dengan demikian produksi jerami nasional diperkirakan mencapai 80,02 juta ton. Potensi jerami yang sangat besar ini sebagian besar masih disia-siakan oleh petani. Sebagian besar jerami hanya dibakar menjadi abu, sebagian kecil dimanfaatkan untuk pakan ternak dan media jamur merang (Nuraini, 2009).

Pemanfaatan jerami dalam kaitannya untuk menyediakan hara dan bahan organik tanah adalah merombaknya menjadi kompos. Rendemen kompos yang dibuat dari jerami kurang lebih 60% dari bobot awal jerami, sehingga kompos jerami yang bisa dihasilkan dalam satu ha lahan sawah adalah sebesar 4,11 ton/ha. Pada saat panen padi menghasilkan jerami padi dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini merupakan limbah yang sangat besar dan diperlukan suatu usaha untuk mengelola limbah tersebut agar dapat berguna. Oleh karena itu, penggunaan jerami padi sebagai bahan baku kompos dapat mengurangi jumlah jerami yang tidak terpakai agar lebih bermanfaat bagi tanaman (Nuraida, 2006).

Sisa tanaman seperti daun, brangkasan, dan jerami adalah sumber bahan organik yang murah karena bahan tersebut merupakan hasil sampingan dari kegiatan usaha tani sehingga tidak membutuhkan biaya dan areal khusus untuk pengadaannya. Pengembalian sisa tanaman ke dalam

tanah juga dapat mengembalikan sebagian unsur hara yang terangkut panen. Pemberian jerami sisa panen yang masih segar ke tanah sawah yang harus segera ditanami padi akan menyebabkan tanaman padi menguning karena terjadi persaingan unsur hara antara organisme pengompos dan tanaman. Oleh karena itu, jerami sebaiknya dimatangkan atau dikomposkan terlebih dahulu. Namun, proses pengomposan memerlukan waktu sekitar 2 bulan, sementara tanah sawah harus segera diolah untuk persiapan tanam berikutnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, pengomposan harus dipercepat agar jerami dapat diberikan ke tanah bersamaan dengan pengolahan tanah, dan agar tanaman padi tidak menguning. Pengomposan secara cepat dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba perombak bahan organik atau dekomposer. Kompos adalah sumber bahan organik yang mengandung unsur hara yang siap diserap akar tanaman. Kompos juga mengandung unsur hara mineral esensial bagi tanaman (Setyorini, 2006).

Jerami padi dapat digunakan sebagai sumber hara K, karena sekitar 80% K yang diserap tanaman berada dalam jerami. Oleh karena itu, jerami berpotensi sebagai pengganti pupuk K anorganik. Jerami selain dapat menggantikan pupuk K pada tanaman tertentu, juga berperan penting dalam memperbaiki produktivitas tanah sawah yang dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan menjamin kemandirian produksi (Nuraida, 2006).



Gambar 2.2 Jerami padi (Nuraini, 2009).

2.2.1 Komposisi Kimia Jerami

Jerami padi biasanya mengandung sedikit air, tetapi banyak memiliki karbon. Umumnya jerami mudah dirombak dalam proses pengomposan. Nitrogen yang terdapat didalamnya lebih sedikit karena sudah dipakai untuk pertumbuhan dan produksi (Djaja, 2008).

Jerami segar memiliki nisbah C/N lebih besar dari 30, bila nisbah C/N lebih besar dari 30 akan terjadi proses immobilisasi N oleh jasad renik untuk memenuhi kebutuhan akan unsur N. Sumbangan hara dari jerami padi ke tanah bergantung pada bobot komposisi hara jerami, pengelolaan dan rejim air tanah. Rata-rata kadar hara jerami padi adalah 0,4% N, 0,02% P, 1,4% K dan 5,0% Si (Ponnamperuna, 1985).

Pemberian jerami dapat meningkatkan kadar C-organik sebesar 13,2%, (Widati, 2000). Menurut Adiningsih (1992), aplikasi jerami 5 ton tiap hektar dapat meningkatkan N,P,dan K tanah. Menurut Ponnamperuna (1985), pengembalian jerami ke tanah dapat meningkatkan hasil gabah. Pemberian 5 ton jerami ke tanah memasok 100 kg K, 7 kg P, 20 kg Ca, 5 kg Mg, dan 300 kg Si.

Hasil analisis Nuraida, (2006) memperlihatkan bahwa jerami padi mengandung: 36.65% selulosa, 6.55% lignin, dan 0.3152% polifenol. Tingginya kandungan selulosa dan lignin pada jerami padi menyebabkan bahan tersebut sulit terdekomposisi secara alami.

Susunan umum yang mewakili jaringan tumbuhan yang masak dan kering sebagai berikut : karbohidrat sederhana 1-5%, karbohidrat yang larut dalam air 10-28%, karbohidrat kasar 20-50%, lemak, lilin, tanin dll 1-8%, lignin 10-30%, protein (gula dan pati , hemiselulosa dan selulosa) 1-15%. Dari senyawa-senyawa tersebut bila digolongkan menurut mudahnya dekomposisi maka gula, pati dan protein sederhana merupakan senyawa yang paling mudah dan cepat terurai, kemudian secara berurutan yaitu protein kasar, hemiselulosa, selulosa dan yang paling sulit dan lama terurai adalah lemak dan lignin (Tobing, 2009).

2.3 Biodekomposer

Biodekomposer dapat digunakan untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas hasil pengomposan, dan telah diproduksi secara komersial, umumnya dalam bentuk konsorsium mikroorganisme (disebut dengan bioaktivator). Dekomposer adalah makhluk hidup yang berfungsi untuk menguraikan makhluk hidup yang telah mati, sehingga materi yang diuraikan dapat diserap oleh tumbuhan yang hidup disekitar daerah tersebut (Saraswati, 2010).

Menurut Isroi, (2008) terdapat beberapa dekomposer yang diantaranya berasal dari :

1. Bakteri , bakteri yang hidup dalam tanah memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, sehubungan dengan kemampuannya dengan mengikat N_2 dari udara dan mengubah amonium menjadi nitrat.
2. Aktinomisetes, tiga genus dari aktinomisetes yang baik berada dalam tanah, yaitu species nokardia, yang sangat berhubungan dengan bekeri, terutama pada mycobakteria, crynebakteri, species yang termasuk genus *Streptomyces* dan *Micromonospora* adalah lebih rapat hubungannya pada fungi.
3. Fungi, termasuk ke dalamnya golongan- golongan besar antara lain golongan fikomisetes, askomisetes, hipomisetes atau cendawan imperfekti dan basidiomisetes.
4. Algae (ganggang), merupakan tanaman mikroskopis, tanaman tingkat rendah yang mempunyai klorofil dengan jaringan tubuh yang tidak berderferensiasi, tidak membentuk akar, batang dan daun.
5. Protozoa, merupakan makhluk hidup uniseluler, dengan ukuran yang beragam antara 3 sampai 1000 mikron.
6. Cacing tanah, manfaat cacing tanah sebagai agensia pendekomposer dapat dijelaskan sebagai berikut :
 - a) Dapat mempercepat dekomposisi sisa sisa tanaman.

- b) Kotoran cacing dapat meningkatkan kesuburan tanah atau kadar NPK pada tanah yang di huninya.
- c) Lorong lorong yang dibuatnya dalam tanah (terutama pada lapisan top soil) memungkinkan masuknya udara sehat ke dalam tanah dan terdesaknya kelebihan zat CO₂ ke luar dalam tanah.

Mikroorganisme perombak bahan organik merupakan aktivator biologis yang tumbuh alami atau sengaja diinokulasikan untuk mempercepat pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Jumlah dan jenis mikroorganisme turut menentukan keberhasilan proses dekomposisi atau pengomposan. Di dalam ekosistem, mikroorganisme perombak bahan organik memegang peranan penting karena sisa organik yang telah mati diurai menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk hara mineral N, P, K, Ca, Mg, dan atau dalam bentuk gas yang dilepas ke atmosfer berupa CH₄ atau CO₂. Dengan demikian terjadi siklus hara yang berjalan secara alamiah, dan proses kehidupan di muka bumi dapat berlangsung secara berkelanjutan. Di samping itu, penggunaannya dapat meningkatkan biomas dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, larva insek, biji gulma, dan volume bahan buangan, sehingga dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah (Sarwoko. 2005).

Mikroba perombak bahan organik terdiri atas *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta crysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces*. Fungi perombak bahan organik umumnya mempunyai

kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa-sisa tanaman (hemiselulosa, selulosa dan lignin). Umumnya mikroba yang mampu mendegradasi selulosa juga mampu mendegradasi hemiselulosa. Kelompok fungi menunjukkan aktivitas biodekomposisi paling nyata, yang dapat segera menjadikan bahan organik tanah terurai menjadi senyawa organik sederhana, yang berfungsi sebagai penukar ion dasar yang menyimpan dan melepaskan hara di sekitar tanaman (Eriksson, 1989).

Bakteri-bakteri dalam biodekomposer mempunyai cara hidup yang berbeda-beda, berdasarkan cara hidupnya bakteri dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu bakteri heterotrof dan bakteri autotrof.

1) Bakteri Heterotrof

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang hidup dengan memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya. Bakteri jenis ini dapat merombak bahan organik menjadi bahan anorganik. Perombakan organik menjadi bahan anorganik terjadi melalui fermentasi atau respirasi. Proses perombakan ini biasanya menghasilkan gas - gas : CO_2 , H_2 , CH_4 (metana), N_2 , H_2S dan NH_3 (amoniak). Zat - zat organik diperoleh dari sisa organik lain, sampah atau zat - zat yang terdapat di dalam tubuh organisme lain. Bakteri yang mendapatkan zat organik dari sampah, kotoran, bangkai, dan juga makanan kita, disebut sebagai bakteri saprofit (*saprobe* = sampah). Bakteri ini menguraikan zat - zat organik yang terkandung di dalam makanan

menjadi zat - zat anorganik yaitu CO_2 , H_2O , energi, dan mineral - mineral (Djumhana, 2007).

2) Bakteri Autotrof

Bakteri yang dapat menyusun sendiri zat - zat organik dari zat - zat anorganik digolongkan ke dalam bakteri autotrof (*auto* = sendiri, *trophien* = makanan). Perubahan zat - zat anorganik menjadi zat - zat organik itu dilakukan melalui dua cara, yaitu sebagai berikut:

a. Menggunakan Energi Cahaya

Energi cahaya digunakan untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik, melalui proses fotosintesis. Karena itu bakteri ini dikenal sebagai bakteri yang hidup secara fotoautotrof (*foto* = cahaya, *auto* = sendiri, *trophein* = makanan). Contoh bakteri fotoautotrof adalah bakteri hijau dan bakteri ungu. Bakteri hijau mengandung pigmen hijau. Pigmen ini disebut bakterioklorofil. Bakteri ungu mengandung pigmen ungu, merah, atau kuning, pigmen ini disebut bakteriopurpurin.

b. Menggunakan Energi Kimia

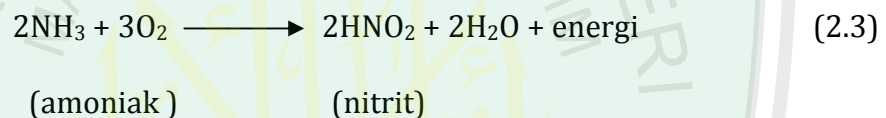
Energi kimia diperoleh ketika terjadi perombakan zat kimia dari molekul yang kompleks menjadi molekul yang sederhana, dengan melepaskan hydrogen. Bakteri yang menggunakan energi kimia untuk sintesis zat - zat organik dikenal sebagai bakteri kemoautotrof . misalnya bakteri *Nitrosomonas* yang memecah NH_3 menjadi HNO_2 , air dan energi.

Energi yang diperoleh digunakan untuk menyusun zat organik. Contoh lainnya adalah *Nitrosococcus* dan *Nitrobacter*.

Berdasarkan kebutuhan oksigen bakteri dibedakan menjadi dua yaitu

1. Bakteri Aerobik

Bakteri yang memerlukan oksigen bebas untuk reaksi - reaksi pernapasannya digolongkan ke dalam bakteri aerobik. Contoh bakteri aerobik adalah bakteri *Nitrosomonas*. Bakteri ini memerlukan oksigen untuk memecahkan amoniak (NH_3) menjadi nitrit (HNO_2). Prosesnya adalah sebagai berikut (Djuarnani, 2005):



Hasil pemecahan amoniak menjadi nitrit menghasilkan energi yang akan dimanfaatkan oleh bakteri tersebut. Bakteri lain yang hidup secara aerob dapat memecah gula menjadi air, CO_2 , dan energi. Prosesnya adalah sebagai berikut (Isroi, 2008):



2. Bakteri Anaerobik

Bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas untuk reaksi - reaksi pernapasannya digolongkan ke dalam bakteri anaerobik. Contohnya adalah bakteri asam susu, yakni bakteri yang dapat mengubah gula menjadi asam susu. Reaksi pernapasan anaerob adalah sebagai berikut (Isroi, 2008):



Biodekomposer yang digunakan dalam penelitian ini mengandung beberapa genus bakteri diantaranya *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Escherichia*, dan *Aerococcus*. Menurut Kusnaldi, dkk. (2003) bakteri anggota genus *Bacillus* berperan sebagai reducen (decomposer) berperan menguraikan bahan organik dan sisa-sisa jasad hidup yang mati menjadi unsur-unsur kimia (mineralisasi bahan organik), enzim yang dihasilkan oleh bakteri ini antara lain enzim lipase, amilase dan protease.

Bakteri genus *Bacillus* merupakan bakteri Gram positif, bersifat aerob atau fakultatif anaerob, metabolisme fermentasi atau respirasi, biasanya katalase dan oksidase positif, termasuk pada bakteri mesofilik dan termofilik (Holt, 1994).

Bakteri-bakteri anggota genus *Pseudomonas* memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, sehubungan dengan kemampuannya dengan mengikat N_2 dari udara dan mengubah amonium menjadi nitrat. Bakteri ini menghasilkan enzim selulolitik (Djumhana, 2007).

Bakteri genus *Pseudomonas* merupakan bakteri Gram negatif, bersifat anaerob fakultatif, uji katalase positif dan oksidase negatif, termasuk bakteri mesofilik dengan suhu optimum 30-37°C dan tumbuh baik pada NaCl 3-7%.

Bakteri *Micrococcus* selain dapat menambat N juga menghasilkan thiamin, riboflavin dan giberelin yang dapat mempercepat perkecambahan bila diaplikasikan pada benih dan merangsang regenerasi bulu-bulu akar

sehingga penyerapan unsur hara melalui akar menjadi optimal. Metabolit mikroba yang bersifat antagonis bagi mikroba lainnya seperti antibiotik dapat pula dimanfaatkan untuk menekan mikroba patogen tular tanah, disekitar perakaran tanaman. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya mikroba tanah melakukan immobilisasi berbagai unsur hara sehingga dapat mengurangi hilangnya unsur hara melalui pencucian. Unsur hara yang diimmobilisasi diubah sebagai massa sel mikroba dan akan kembali lagi tersedia untuk tanaman setelah terjadi mineralisasi yaitu apabila mikroba mati (Saraswati, 2010).

Menurut Holt, (1994) bakteri genus *Micrococcus*, merupakan Gram positif dan biasanya jarang motil, tidak berspora, aerobik, kemoorganotrof, dengan metabolisme pernapasan, Katalase positif dan kadang oksidase positif, meskipun sangat jarang, halotoleran, tumbuh pada 5% NaCl berisi sitokrom dan tahan terhadap lisostafin (Schleifer & Kloos 1975). Bakteri ini tumbuh optimum pada suhu 25-37°C.

Bakteri *Escherichia* merupakan salah satu mikroba pelarut fosfat. Mikroba pelarut fosfat bersifat menguntungkan karena mengeluarkan berbagai macam asam organik seperti asam formiat, asetat, propional, laktat, glikolat, fumarat, dan suksinat. Asam-asam organik ini dapat membentuk khelat organik (kompleks stabil) dengan kation Al, Fe atau Ca yang mengikat P sehingga ion $H_2PO_4^-$, menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap.

Bakteri genus *Escherichia* merupakan bakteri Gram negatif, Suhu optimum 37°C. Bersifat anaerob fakultatif, katalase positif, oksidase negatif, dan indol positif. Bakteri ini bisa tumbuh pada kisaran suhu 7-46°C.

Bakteri *Lactobacillus* merupakan bakteri yang penting dalam pembentukan asam laktat. *Lactobacillus* toleran terhadap asam, tidak bisa mensintesis perferin, dan melakukan fermentasi dengan asam laktat sebagai metabolit akhir yang utama. Bakteri ini membentuk gerombolan dan merupakan bagian dari spesies heterofermentatif fakultatif, dimana bakteri ini memproduksi asam laktat dari gula heksosa dengan jalur Emblen-Meyerlhof dan dari pentose dengan jalur 6-fosfoglukonat, fosfoketolase. (Kandler, 1986).

Bakteri genus *Lactobacillus* merupakan bakteri Gram positif, tidak berspora, bersifat fakultatif anaerob, kadang-kadang mikroaerofilik, sedikit tumbuh di udara tapi bagus pada keadaan di bawah tekanan oksigen rendah, katalase negatif dan oksidase positif, termasuk bakteri mesofilik dengan suhu optimum antara 30-40°C.

Aerococcus dapat digunakan sebagai agen pembusuk alami, yang akan mendekomposisi sampah-sampah organik menjadi materi anorganik sehingga dapat mengurangi kuantitas sampah, menyuburkan tanah dan dapat menjadi sumber nutrisi bagi tumbuhan.

Bakteri genus *Aerococcus* merupakan bakteri Gram positif, tidak berspora, bersifat fakultatif anaerob, tidak melakukan fosforilasi transpor elektron, dan hanya mendapatkan energi dari fosforilasi substrat. katalase

negatif dan oksidase positif, termasuk bakteri mesofilik dengan suhu optimum antara 30-40°C (Feliatra, 2004).

2.4 Pengomposan

2.4.1 Pengertian Pengomposan

Kompos adalah hasil penguraian parsial atau tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Pengomposan adalah suatu proses dekomposisi yang dilakukan oleh agen dekomposer (bakteria, actinomycetes, fungi, dan organisme tanah) terhadap buangan organik yang biodegradable (Indriani, 2003). penguraian materi organik, dan dapat meningkatkan kualitas produk akhir. Pengomposan juga dapat didefinisikan sebagai dekomposisi biologi dari bahan organik sampah di bawah kondisi-kondisi terkontrol. Gaur (1981) menyatakan bahwa pengomposan adalah suatu proses biokimia, di mana bahan-bahan organik didekomposisi menjadi zat-zat seperti humus (kompos) oleh kelompok-kelompok mikroorganisme campuran dan berbeda-beda pada kondisi yang dikontrol. Proses pengomposan alami oleh agen dekomposer memakan waktu lama (enam bulan hingga setahun).

Hasil pengomposan berbahan baku sampah organik dinyatakan aman untuk digunakan ketika sampah organik telah dikomposkan dengan sempurna. Salah satu indikasinya terlihat dari kematangan kompos yang

meliputi karakteristik fisik (bau, warna, dan tekstur yang telah menyerupai tanah, penyusutan berat mencapai 40%, pH netral, suhu stabil), perubahan kandungan hara (mencapai rasio C/N <20), dan tingkat fitotoksisitas rendah (Djuarnani, 2005).

Berdasarkan ada tidaknya asupan udara, pembuatan kompos dibedakan

menjadi pengomposan secara aerobik dan pengomposan anaerobik. Pada pengomposan aerobik, adanya udara dapat mempercepat proses pembusukan oleh mikroorganisme aerobik. Proses berlangsung cepat dan tidak menimbulkan bau. Sebaliknya oksigen tidak diperlukan dalam pengomposan anaerobik. Namun, proses ini tidak diinginkan selama proses pengomposan karena akan dihasilkan bau yang tidak sedap. Proses anaerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap, seperti: asam-asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, putrecine), amonia, dan H₂S (Lail, 2008).

Berdasarkan kebutuhan oksigen metode untuk pengomposan aerobik antara lain (Isroi, 2008) :

1. Pengomposan sistem *windrow*, merupakan metode yang paling sederhana dan sudah sejak lama dilakukan. Untuk mendapatkan aerasi dan pencampuran, biasanya tumpukan sampah organik tersebut dibalik (diaduk). Hal ini dapat menghambat bau yang mungkin timbul. Pembalikan dapat dilakukan secara manual atau

mekanis. Sistem *windrow* sudah berkembang di Indonesia untuk skala kecil.

2. Pengomposan *aerated static pile composting*, udara dimasukkan melalui pipa statis ke dalam tumpukan sampah organik. Untuk mencegah bau yang timbul, pipa dilengkapi dengan exhaust fan.
3. *In-veeel composting system*, pengomposan dilakukan di dalam kontainer atau tangki tertutup. Proses ini berlangsung secara mekanik, untuk mencegah bau disuntikkan udara.
4. *Vermicomposting*, merupakan langkah pengembangan pengomposan secara aerobik dengan memanfaatkan cacing tanah sebagai perombak utama. Cacing tanah dilakukan pada saat kondisi material organik sudah siap menjadi media tumbuh (kompos setengah matang). Dikenal 4 marga cacing tanah yang sudah dibudidayakan yaitu *Eisenia*, *Lumbricus*, *Perethima* dan *Peryonix*.

2.4.2 Faktor Pendukung Pengomposan

Menurut Isroi (2008) setiap organisme pendegradasi bahan organik membutuhkan kondisi lingkungan dan bahan yang berbeda-beda. Apabila kondisinya sesuai, maka dekomposer tersebut akan bekerja giat untuk mendekomposisi limbah padat organik. Apabila kondisinya kurang sesuai atau tidak sesuai, maka organisme tersebut akan dorman, pindah ke tempat lain, atau bahkan mati. Menciptakan kondisi yang optimum untuk proses

pengomposan sangat menentukan keberhasilan proses pengomposan itu sendiri.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan menurut Yuwono (2007) antara lain:

1. Rasio C/N

Rasio C/N adalah parameter nutrisi yang paling penting dalam proses pembuatan kompos yaitu unsur karbon dan nitrogen. Dalam proses pengurai terjadi reaksi antar karbon dan oksigen sehingga menimbulkan panas (CO_2). Nitrogen akan ditangkap oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan. Apabila mikroorganisme tersebut mati, maka nitrogen akan tetap tinggal dalam kompos sebagai sumber nutrisi bagi makanan. Rasio ini digunakan untuk mengetahui apakah kompos sudah cukup 'matang' atau belum. Rasio C/N ini diatur dalam Standar Mutu Internasional tentang kualitas kompos yaitu untuk rasio C/N kompos yang diijinkan < 20 . Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.

2. Ukuran Partikel

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk

meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.

3. Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

4. Porositas

Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.

5. Kelembaban

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplay oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan

organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

6. Temperatur

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30 - 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma.

Panas ditimbulkan sebagai suatu hasil sampingan proses yang dilakukan oleh mikroba untuk mengurai bahan organik. Temperatur ini dapat digunakan untuk mengukur seberapa baik sistem pengomposan ini bekerja, disamping itu juga dapat diketahui sejauh mana dekomposisi telah berjalan. Sebagai ilustrasi, jika kompos naik sampai temperatur 40°C - 50°C, maka dapat disimpulkan bahwa campuran bahan baku kompos cukup

mengandung bahan Nitrogen dan Karbon dan cukup mengandung air (kelembabannya cukup) untuk menunjang pertumbuhan mikroorganisme.

Proses biokimia dalam proses pengomposan menghasilkan panas yang sangat penting bagi mengoptimalkan laju penguraian dan dalam menghasilkan produk yang secara mikroorganisme aman digunakan. Pola perubahan temperatur dalam tumpukan sampah bervariasi sesuai dengan tipe dan jenis mikroorganisme. Pada awal pengomposan, temperatur mesofilik, yaitu antara 25 - 45°C akan terjadi dan segera diikuti oleh temperatur termofilik antara 50 - 65°C.

7. pH

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6.5 sampai 7.5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6.8 hingga 7.4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

Pada proses awal, sejumlah mikroorganisme akan mengubah sampah organik menjadi asam-asam organik, sehingga derajat keasaman akan selalu menurun. Pada proses selanjutnya derajat keasaman akan meningkat secara

bertahap yaitu pada masa pematangan, karena beberapa jenis mikroorganisme memakan asam-asam organik yang terbentuk tersebut.

8. Kandungan hara

Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam kompos-kompos dari peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

9. Kandungan bahan berbahaya

Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba. Logam-logam berat seperti Mg, Cu, Zn, Nickel, Cr adalah beberapa bahan yang termasuk kategori ini. Logam-logam berat akan mengalami imobilisasi selama proses pengomposan.

Tabel 2.1 Kondisi yang optimal untuk mempercepat proses pengomposan (Rynk, 1992)

Kondisi	Konsisi yang bisa diterima	Ideal
Rasio C/N	15:1 s/d 40:1	25-35: 1
Kelembaban	40 - 65 %	45 - 62 % berat
Konsentrasi oksigen tersedia	> 5%	> 10%
Ukuran partikel	1 inchi	bervariasi
pH	5.5 - 9.0	6.5 - 8.0
Suhu	43 - 66°C	54 - 60°C

2.4.3 Mekanisme Pengomposan

2.4.3.1 Pengeringan

Pengeringan berfungsi untuk mengurangi kadar air bahan.

Pengeringan bahan dapat dilakukan dengan menjemur di bawah sinar

matahari atau dengan menggunakan mesin pengering. Pengeringan di bawah sinar matahari lebih murah, namun memerlukan waktu yang lama dan sangat tergantung pada cuaca. Pengeringan dengan matahari cocok untuk kompos dengan jumlah yang sedikit atau untuk keperluan sendiri. Pengeringan dengan menggunakan mesin, seperti rotary dryer, memerlukan waktu yang lebih singkat. Pengeringan dengan mesin sesuai untuk pengeringan skala besar atau industri.

2.4.3.2 Penghalusan

Meskipun bahan telah dikeringkan, tetapi ukurannya biasanya masih cukup besar dan tidak seragam. Bahan yang telah kering dapat dihaluskan untuk memperkecil ukuran bahan. Penghalusan dapat dilakukan secara manual, yaitu dengan meremasnya atau menumbuknya. Penghalusan dapat pula dilakukan dengan bantuan mesin penghalus. Penghalusan bahan berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi bahan, semakin kecil ukuran bahan maka semakin mudah mikroba untuk merombaknya. (Lail, 2008).

2.4.3.3 Penambahan Bahan - bahan Kaya Hara

Kompos dapat diperkaya dengan menambahkan bahan-bahan lain yang kaya hara, baik mineral alami maupun bahan organik lain. Bahan-bahan mineral yang kaya hara antara lain: dolomit atau kiserit untuk meningkatkan kandungan Mg, fosfat alam untuk meningkatkan kandungan P, dan zeolit untuk meningkatkan KTK (Kapasitas Tukar Kation) kompos. Bahan-bahan organik yang dapat ditambahkan antara lain: azolla dan pupuk

kandang untuk meningkatkan kandungan N, asam humat dan fulfat untuk merangsang pertumbuhan tanaman, coco peat untuk meningkatkan kemampuan menahan air kompos, dan tepung tulang atau tanduk. Penambahan bahan-bahan tersebut di atas sesuai untuk pembuatan pupuk organik (Setyorini, 2003).

Kompos juga dapat diperkaya dengan menambahkan pupuk kimia anorganik dalam jumlah yang terbatas, terutama untuk meningkatkan kandungan hara kompos. Hara N dapat ditingkatkan dengan menambahkan urea atau ZA. Hara P dapat ditingkatkan dengan menambahkan TSP atau SP-36. Sedangkan hara K dengan menambahkan pupuk KCl.

Banyaknya bahan yang ditambahkan pada kompos, baik bahan mineral, bahan organik, maupun pupuk kimia, disesuaikan dengan komposisi hara yang diinginkan. Komposisi ini dapat bervariasi tergantung dengan ketersediaan bahan, atau kebutuhan untuk tanaman-tanaman tertentu.

2.4.3.4 Penambahan Mikroba yang Bermanfaat Bagi Tanaman

Kompos dapat diperkaya dengan menambahkan mikroba-mikroba yang bermanfaat bagi tanaman. Mikroba-mikroba tanah banyak yang berperan di dalam penyediaan maupun penyerapan unsur hara bagi tanaman. Tiga unsur hara penting tanaman, yaitu Nitrogen (N), Fosfat (P), dan Kalium (K) seluruhnya melibatkan aktivitas mikroba tanah. Hara N sebenarnya tersedia melimpah di udara. Kurang lebih 74% kandungan udara adalah N. Namun, N udara tidak dapat langsung diserap oleh tanaman. Tidak

ada satupun tanaman yang dapat menyerap N langsung dari udara. N harus difiksasi atau ditambat oleh mikroba tanah dan diubah bentuknya menjadi tersedia bagi tanaman. Mikroba penambat N ada yang bersimbiosis dengan tanaman dan ada pula yang hidup bebas di sekitar perakaran tanaman. Mikroba penambat N simbiotik antara lain : *Rhizobium sp.* *Rhizobium sp* hidup di dalam bintil akar tanaman kacang-kacangan (leguminose). Mikroba penambat N non-simbiotik misalnya: *Azospirillum sp* dan *Azotobacter sp.* Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman leguminose saja, sedangkan mikroba penambat N non simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman (Setyorini, 2003).

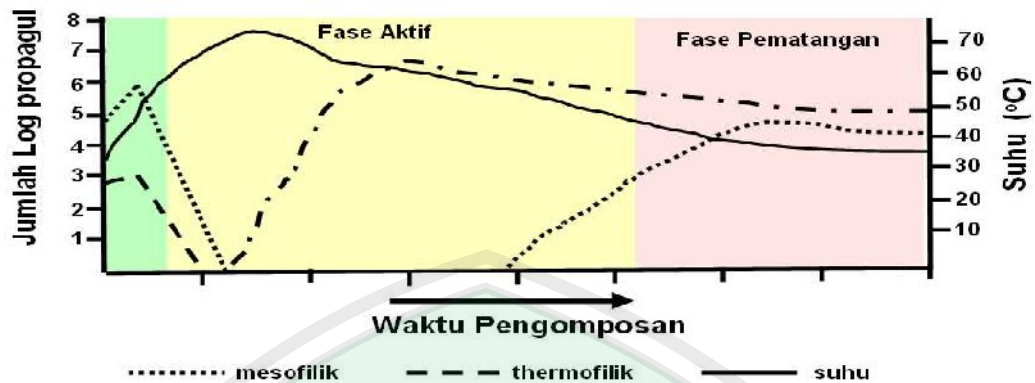
Kelompok mikroba lain yang juga berperan dalam penyerapan unsur P adalah Mikoriza. Setidaknya ada dua jenis mikoriza yang sering dipakai untuk biofertilizer, yaitu: ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza seringkali ditemukan pada tanaman-tanaman keras atau berkayu, sedangkan endomikoriza ditemukan pada banyak tanaman, baik tanaman berkayu atau bukan. Mikoriza hidup bersimbiosis pada akar tanaman. Mikoriza berperan dalam melarutkan P dan membantu penyerapan hara P oleh tanaman. Selain itu tanaman yang bermikoriza umumnya juga lebih tahan terhadap kekeringan dan serangan penyakit tular tanah. Contoh mikoriza yang sering ditemukan adalah *Glomus sp* dan *Gigaspora sp.*

Beberapa mikroba tanah juga mampu menghasilkan hormon tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Hormon yang dihasilkan oleh mikroba akan diserap oleh tanaman sehingga tanaman akan tumbuh

lebih cepat atau lebih besar. Kelompok mikroba yang mampu menghasilkan hormon tanaman, antara lain: *Pseudomonas sp*, *Azotobacter sp*, dan *Bacillus sp*.

2.4.4 Proses Dekomposisi Bahan Selama Pengomposan

Proses pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Proses pengomposan akan segera berlansung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Selama tahap-tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas 50- 70 °C. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba Termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Pada saat ini terjadi dekomposisi atau penguraian bahan organik yang sangat aktif (Lail, 2008).



Gambar 2.6 Perubahan suhu dan jumlah mikroba selama proses pengomposan (Isroi, 2008).

Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO_2 , uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Pengurangan ini dapat mencapai 30–40% dari volume atau bobot awal bahan (Isroi, 2008).

Selama fase awal pengomposan, bakteri meningkat dengan cepat. Berikutnya, bakteri berfilamen (*actinomycetes*), jamur, dan protozoa mulai bekerja. Setelah sejumlah besar karbon (C) dalam kompos dimanfaatkan (*utilized*) dan temperatur mulai turun, centipedes, milipedes, kutu, cacing tanah, dan organisme lainnya melanjutkan proses pengomposan (Nuryani, 2002).

Organisme yang bertugas dalam menghancurkan material organik membutuhkan nitrogen (N) dalam jumlah besar. Oleh karena itu, dalam proses pengomposan perlu ditambahkan material yang mengandung

nitrogen agar berlangsung proses pengomposan secara sempurna. Material tersebut salah satunya adalah kotoran ternak.

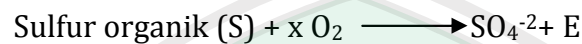
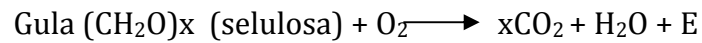
Setelah selesai proses pembusukan, nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam kompos. Pada proses berikutnya jamur (fungi) akan mencerna kembali substansi organik untuk cacing tanah dan actinomycetes agar mulai bekerja. Cacing tanah akan bertugas dalam mencampurkan substansi organik yang telah dicerna kembali oleh jamur dengan sejumlah kecil tanah lempung dan kalsium yang terkandung dalam tubuh cacing tanah. Dalam tahap ini, kompos sudah bisa digunakan sebagai pupuk pada tumbuhan.

Pada fase terakhir, organisme mengoksidasi substansi nitrogen menjadi nitrat yang dibutuhkan akan tanaman dan tumbuhan bertunas seperti rebung, tauge. Kompos akan berubah menjadi gelap, wangi, remah, dan mudah hancur. Fase ini disebut juga sebagai fase kematangan karena kompos sudah dapat digunakan.

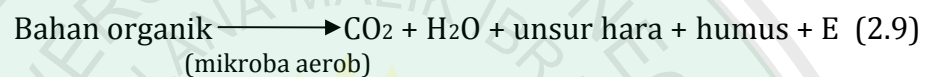


Gambar 2.7 Proses Umum Pengomposan Limbah Padat Organik (dimodifikasi dari Rynk, 1992)

Reaksi yang terjadi pada proses pengomposan sistem aerobik (Diyan, 2010) :



Secara keseluruhan reaksi dari pengomposan sebagai berikut :



Dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti 1) karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lilin menjadi CO_2 dan air 2) zat putih telur menjadi amoniak, CO_2 dan air 3) peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman. Dengan perubahan tersebut kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (amonia) meningkat. Dengan demikian C/N semakin rendah dan relative stabil mendekati C/N tanah (Indriani, 2007).

Senyawa organik yang mudah larut seperti gula sederhana, asam amino, protein, peptida dan tanin dirombak terlebih dahulu menghasilkan senyawa-senyawa fenolik larut dan molekul-molekul sederhana seperti CO_2 , CH_4 , NO_3 , NH_4 . Bahan-bahan yang kurang larut seperti selulosa, hemiselulosa dirombak secara enzimetis dengan enzim selulosa sebagai katalisator menghasilkan molekul-molekul sederhana. Bahan-bahan dengan kandungan lignin yang tinggi bersifat sangat sulit dirombak (Rao, 1994).

Mikroba tidak dapat langsung memetabolisme partikel bahan organik tidak larut, tetapi mikroba memproduksi dua sistem enzim ekstraseluler yaitu sistem hidrolitik yang memproduksi hidrolase dan berfungsi untuk mendegradasi selulosa dan hemiselulosa, selanjutnya yaitu sistem oksidatif yang bersifat ligninolitik dan berfungsi mendegradasi lignin. Mikroba menghasilkan enzim ekstraseluler untuk mendegradasi bahan organik berukuran besar menjadi lebih kecil (substrat bagi mikroba) kemudian mentransfer substrat tersebut ke dalam sel melalui membran sitoplasma untuk menyelesaikan dekomposisi bahan organik (Diyan, 2010).

Mikroorganisme selulolitik merombak selulosa dengan bantuan enzim selulosa. Menurut Shuller (dalam Rexon, 1996) mikroorganisme selulolitik memproduksi dua unit enzim selulose yaitu enzim *endo β 1-4 glukonase* yang berperan dalam menghidrolisis serat selulosa menjadi rantai pendek, kemudian dilanjutkan dengan enzim *ekso β 1-4 glukonase* yang memecah senyawa oligosakarida rantai pendek menjadi senyawa terlarut. Selanjutnya enzim *endo β 1-4 glukonase* dan *enzim ekso β 1-4 glukonase* bereaksi bersama-sama secara sinergis dalam perombakan selulosa, pelarutan selulosa menjadi produk terlarut diketahui sebagai gula reduksi.

2.4.5 Masalah yang Muncul Selama Proses Pengomposan

Permasalahan yang sering muncul pada saat pengomposan antara lain adalah: tidak terjadi peningkatan suhu, muncul bau menyengat dan tidak terjadi penurunan volume kompos. Penyebab yang umum terjadi

antara lain karena kekurangan air atau kelebihan air dan kurang aerasi. Apabila tumpukan kompos tampak kering, maka tambahkan air secukupnya. Air ditambahkan secara merata sehingga seluruh bagian mendapatkan air yang cukup. Jika jerami sangat kering, jerami dapat dicelup Atau direndam dengan air terlebih dahulu. Apabila muncul bau yang menyengat dan tumpukan kompos cukup kering, kemungkinan proses pengomposan berjalan anaerob. Segera buka plastik penutup dan lakukan pembalikan agar udara bisa masuk ke dalam tumpukan kompos. Setelah itu platik ditutupkan kembali. Apabila muncul bau menyengat dan tumpukan kompos terlalu basah, maka tambahkan aerasi. Penambahan aerasi dapat dilakukan dengan cara menancapkan batang-batang bambu yang telah dilubangi. Apabila perlu dapat dilakukan pembalikan tumpukan kompos (Lail, 2008).

2.4.6 Menentukan Kemantangan Kompos

Tingkat kematangan kompos dapat diketahui dengan uji di laboratorium ataupun pengamatan sederhana di lapang. Berikut ini disampaikan beberapa cara sederhana untuk mengetahui tingkat kematangan kompos (Isroi. 2008) :

1. Dicum atau dibaui

Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum, meskipun kompos dari sampah kota. Apabila kompos tercium bau yang tidak sedap, berarti terjadi fermentasi anaerobik dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila

kompos masih berbau seperti bahan mentahnya berarti kompos masih belum matang.

2. Kekerasan Bahan

Kompos yang telah matang akan terasa lunak ketika dihancurkan. Bentuk kompos mungkin masih menyerupai bahan asalnya, tetapi ketika diremas-remas akan mudah hancur.

3. Warna kompos

Warna kompos yang sudah matang adalah coklat kehitam-hitaman. Apabila kompos masih berwarna hijau atau warnanya mirip dengan bahan mentahnya berarti kompos tersebut belum matang. Selama proses pengomposan pada permukaan kompos seringkali juga terlihat miselium jamur yang berwarna putih.

4. Penyusutan

Terjadi penyusutan volume atau bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos. Penyusutan berkisar antara 20 - 40 %. Apabila penyusutannya masih kecil atau sedikit, kemungkinan proses pengomposan belum selesai dan kompos belum matang.

5. Suhu

Suhu kompos yang sudah matang mendekati dengan suhu awal pengomposan. Suhu kompos yang masih tinggi, atau di atas 50°C, berarti

proses pengomposan masih berlangsung aktif dan kompos belum cukup matang.

6. Tes perkecambahan

Contoh kompos letakkan di dalam bak kecil atau beberapa pot kecil. Letakkan beberapa benih (3 - 4 benih). Jumlah benih harus sama. Pada saat yang bersamaan kecambahkan juga beberapa benih di atas kapas basah yang diletakkan di dalam baki dan ditutup dengan kaca/plastik bening. Benih akan berkecambah dalam beberapa hari. Pada hari ke-2 atau ke-3 hitung benih yang berkecambah. Bandingkan jumlah kecambah yang tumbuh di dalam kompos dan di atas kapas basah. Kompos yang matang dan stabil ditunjukkan oleh banyaknya benih yang berkecambah.

7. Uji Biologi

Kematangan kompos diuji dengan menggunakan tanaman. Pilih tanaman yang responsif dengan kualitas kompos dan mudah diperoleh, seperti: bayam, tomat, atau tanaman kacang-kacangan. Tanah yang digunakan untuk pengujian adalah tanah marjinal atau tanah miskin. Campurkan kompos dan tanah dengan perbandingan 30% kompos : 70% tanah. Masukkan campuran tanah-kompos ke dalam beberapa polybag. Tanam bibit tanaman ke dalam polybag. Sebagai pembanding gunakan tanah saja (blangko) dan tanah subur. Bioassay dilakukan tanpa pemupukan. Kompos yang bagus ditandai dengan pertumbuhan tanaman uji yang lebih baik daripada perlakuan tanah saja (blangko).

8. Uji Laboratorium Kompos

Salah satu kriteria kematangan kompos adalah rasio C/N. Analisa ini hanya bisa dilakukan di laboratorium. Kompos yang telah cukup matang memiliki rasio C/N < 20. Apabila rasio C/N lebih tinggi, maka kompos belum cukup matang dan perlu waktu dekomposisi yang lebih lama lagi.

2.5 Standar Kualitas Kompos

Di dalam Standar Mutu Internasional termuat batas-batas maksimum atau minimum sifat-sifat fisik atau kimiawi kompos. Termasuk di dalamnya adalah batas maksimum kandungan logam berat. Untuk mengetahui seluruh kriteria kualitas kompos ini memerlukan analisa laboratorium (Simamora, 2006).

Standar ini penting terutama untuk kompos-kompos yang akan dijual ke pasaran. Standard ini menjadi salah satu jaminan bahwa kompos yang dijual benar-benar merupakan kompos yang telah siap diaplikasikan dan tidak berbahaya bagi tanaman, manusia, maupun lingkungan.

Tabel 2.2 Standar Kualitas Kompos (Standar Mutu Internasional)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5

Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.1	-
13	C/N-rasio		-	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
Unsur mikro				
15	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
16	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
17	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
18	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
19	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur lain				
20	Kalsium	%	*	25.5
21	Magnesium (Mg)	%	*	0.6
22	Besi (Fe)	%	*	2
23	Aluminium (Al)	%	*	2.2
24	Mangan (Mn)	%	*	0.1

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

2.6 Manfaat Kompos

Kompos ibarat multi-vitamin untuk tanah pertanian. Kompos akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat. Kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah dan menghasilkan senyawa yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Aktivitas mikroba tanah juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit. Tanaman yang dipupuk

dengan kompos juga cenderung lebih baik kualitasnya daripada tanaman yang dipupuk dengan pupuk kimia, misal: hasil panen lebih tahan disimpan, lebih berat, lebih segar, dan lebih enak (Isroi, 2008).

Menurut Isroi, (2008) kompos memiliki banyak manfaat yang ditinjau dari beberapa aspek:

a. Aspek Ekonomi :

1. Menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah
2. Mengurangi volume atau ukuran limbah
3. Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya

b. Aspek Lingkungan :

1. Mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah
2. Mengurangi kebutuhan lahan untuk penimbunan
3. Manfaat estetika. Adanya pengomposan, berarti adanya pengurangan terhadap sampah jenis organik yang dapat merusak keindahan kota atau suatu tempat dan menimbulkan bau. Dengan demikian keindahan dan kenyamanan tetap terjaga.

c. Aspek bagi tanah atau tanaman:

1. Meningkatkan kesuburan tanah
2. Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah
3. Meningkatkan kapasitas jerap air tanah
4. Meningkatkan aktivitas mikroba tanah
5. Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen)

6. Menyediakan hormon dan vitamin bagi tanaman
 7. Menekan pertumbuhan atau serangan penyakit tanaman
 8. Meningkatkan retensi atau ketersediaan hara di dalam tanah
- d. Aspek kesehatan
1. Dengan pengomposan, panas yang dihasilkan mencapai 60°C, sehingga dapat membunuh organisme patogen penyebab penyakit yang terdapat dalam sampah.

2.7 Pelestarian Lingkungan dalam Al Qur'an

Allah menciptakan alam seisinya sebagai rahmat untuk kemaslahatan umat manusia. Manusia berhak untuk memanfaatkan kekayaan alam semaksimal mungkin dalam rangka untuk meningkatkan kesejahteraan mereka serta sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT. Seperti yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 29 :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ ۗ
 وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

“Dia-lah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. dan Dia Maha mengetahui segala sesuatu” (QS.Al-Baqarah:29).

Dalam tafsir Ibnu Katsir, ayat ini menegaskan Allah telah menganugerahkan karunia yang besar kepada manusia, menciptakan langit

dan bumi untuk manusia, untuk diambil manfaatnya, sehingga manusia dapat menjaga kelangsungan hidupnya dan agar manusia berbakti kepada Allah Penciptanya kepada keluarga dan masyarakat. Pada akhir ayat Allah menyebutkan "Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu", maksudnya ialah bahwa alam semesta ini diatur dengan hukum-hukum Allah, baik benda itu kecil, maupun besar, nampak atau tidak nampak, semuanya itu diatur, dikuasai dan diketahui oleh Allah.

Ayat ini mengisyaratkan keadaan manusia agar menuntut ilmu untuk memikirkan segala macam ciptaan Allah, sehingga dapat menambah iman dan memurnikan ketaatan hanya kepada Allah saja. Dari ayat tersebut seharusnya kita semua sebagai manusia yang lemah harus sadar. Allah-lah yang menjadikan segala yang ada di muka bumi ini untuk kita kelola sebagai sebuah amanah. Hanya Allah yang berhak menjadikan segala sesuatu sebagai sumber kenikmatan bagi manusia. Allah telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluk-Nya, tetapi Keserakahan dan perlakuan buruk sebagian manusia terhadap alam dapat menyengsarakan manusia itu sendiri. Kekeringan, pencemaran tanah, udara serta air adalah buah kelakuan manusia yang justru merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya. Seperti yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat Surat Ar Rum ayat 41-42 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
 يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ ۚ كَانَ أَكْثَرُهُمْ
 مُشْرِكِينَ ﴿٤٢﴾

“Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan perbuatan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: Adakanlah perjalanan dimuka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang dulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS Ar Rum : 41-42)

Pada ayat 41 surat Ar-Rum, terdapat penegasan Allah bahwa berbagai kerusakan yang terjadi di daratan dan di lautan adalah akibat perbuatan manusia. Hal tersebut hendaknya disadari oleh umat manusia dan karenanya manusia harus segera menghentikan perbuatan-perbuatan yang menyebabkan timbulnya kerusakan di daratan dan di lautan dan menggantinya dengan perbuatan baik dan bermanfaat untuk kelestarian alam. (syamsuri, 2004: 116)

Kata *zhahara* pada mulanya berarti *terjadinya sesuatu dipermukaan bumi*. Sehingga, karena dia dipermukaan, maka menjadi nampak dan terang serta diketahui dengan jelas. Sedangkan kata *al-fasad* menurut al-ashfahani adalah *keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak*. Kata ini digunakan menunjuk apa saja, baik jasmani, jiwa, maupun hal-hal lain. (Shihab, 2005: 76)

Ayat di atas menyebut darat dan laut sebagai tempat terjadinya *fasad* itu. Ini dapat berarti daratan dan lautan menjadi arena

kerusakan, yang hasilnya keseimbangan lingkungan menjadi kacau. Inilah yang mengantar sementara ulama kontemporer memahami ayat ini sebagai isyarat tentang kerusakan lingkungan. (Shihab, 2005: 77)

Allah SWT melarang umat manusia berbuat kerusakan lingkungan Seperti yang disebutkan dalam ayat lain pada surat Al A'raf Ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadanya rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”(Al A'raf :56).

Dalam ayat ini Allah swt. melarang jangan membuat kerusakan di permukaan bumi. Larangan membuat kerusakan ini mencakup semua bidang, merusak pergaulan, merusak jasmani dan rohani orang lain, merusak penghidupan dan sumber-sumber penghidupan, (seperti bertani, berdagang, membuka perusahaan dan lain-lainnya). Padahal bumi tempat hidup ini sudah dijadikan Allah cukup baik. Mempunyai gunung-gunung, lembah-lembah, sungai-sungai, lautan, daratan dan lain-lain yang semuanya itu dijadikan Allah untuk manusia agar dapat diolah dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya, jangan sampai dirusak dan dibinasakan.

Dalam kaitannya kerusakan lingkungan yang bersangkutan dengan sumber penghidupan yaitu bertani, yang terjadi pada saat sekarang ini

yaitu berkurangnya kesuburan tanah yang disebabkan karena pengolahan secara berlebihan seperti pemberian pupuk kimia terus menerus sehingga merusak keseimbangan unsur-unsur yang ada didalam tanah tersebut. Kita sebagai manusia telah diberikan tanah yang subur sudah sepatutnya kita menjaganya, salah satunya yaitu dengan memberikan pupuk organik yang aman bagi makhluk hidup lainnya sehingga keseimbangan yang telah rusak dapat kembali seperti semula.

Dalam Hadist riwayat Bukhori yang berbunyi :

Barang siapa mempunyai tanah (pertanian) hendaklah mengolahnya.(Hr Bukhori)

Dari hadist tersebut kita dituntut untuk mengolah tanah milik kita agar tanah tersebut tetap subur, pengolahan tanahpun juga harus dilakukan dengan sebaik-sebaiknya contohnya dengan memberikan pupuk organik seperti kompos karena kompos dapat menjaga kegemburan tanah dan menyediakan bahan organik yang sangat bermanfaat bagi tanaman dan mikroorganisme yang hidup didalamnya.