

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes Solm*) dan Proses Pengomposan

Eceng Gondok secara botanis mempunyai sistematika yaitu Divisio: Embryophytasi Phonogama, Sub Divisio : Spermathopyta, Klas : Monocotyledoneae, Ordo : Ferinosae, Famili : Pontederiaceae, Genus : Eichhornia, Spesies : Eichhornia Crassipes (Mart).

Eceng Gondok merupakan herba yang mengapung, menghasilkan tunas yang merayap yang keluar dari ketiak daun yang dapat tumbuh lagi menjadi tumbuhan baru dengan tinggi 0,4-0,8 cm, tumbuhan ini memiliki bentuk fisik berupa daun-daun yang tersusun dalam bentuk radikal (roset) tidak mempunyai batang. Daun tunggal yang berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung dan memiliki serat yang kuat sehingga biasanya dimanfaatkan sebagai bahan pembuat tas (Wikipedia, 2013). Setiap tangkai pada helaian daun yang dewasa memiliki ukuran pendek dan berkerut. Helaian daun (lamina) berbentuk bulat telur lebar dengan tulang daun yang melengkung rapat, panjangnya 7-25 cm, warna daun hijau licin mengkilat (Hernowo, 1999).

Daun Eceng Gondok diduga memiliki asam amino sebagai situs aktif dalam proses adsorpsi, hal ini didukung dengan hasil analisa kimia dari Eceng Gondok dalam 100 % berat keringnya, memiliki kandungan hemiselulosa mencapai 30-55% (Nigam, 2002) dan selulosa 64,51 % (Kriswiyanti dan Endah, 2009). Menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Utara, 2008 menambahkan bahwa hasil analisa kimia dari Eceng Gondok dalam keadaan segar

terdiri dari bahan organik sebesar 36,59 %, C organik 21,23 %, N total 0,28 %, P

total 0,0011 %, K total 0,016

% dan Eceng Gondok memiliki C/N rasio sekitar 75,6 %. Eceng Gondok selama ini lebih dikenal sebagai tanaman gulma. Padahal, Eceng Gondok sebenarnya mempunyai kemampuan menyerap logam berat. Kemampuan ini telah diteliti di laboratorium Biokimia, Institut Pertanian Bogor, dengan hasil yang sangat luar biasa. Penelitian daya serap Eceng Gondok dilakukan terhadap besi (Fe) tahun 1999 dan timbal (Pb) pada tahun 2000 (Hernowo, 1999). Dari ketebelan serat yang dimiliki Eceng Gondok menurut (Sastroutomo, 2004) menyatakan bahwa serat tanaman Eceng Gondok dalam pengomposannya mengalami pembusukan yang memakan waktu cukup lama sampai mencapai 3 bulan. Menurut Hatem *et al.* (2008) proses penguraian dengan nisbah C/N sekitar 70 % tercatat hanya mampu menurunkan nilai nisbah C/N hingga menjadi 53 dan memerlukan waktu 3-12 bulan kompos jadi dan siap digunakan, sehingga dalam pengomposan membutuhkan aktivator seperti kotoran ternak, Em4 dan stardek untuk membantu pengomposan.

Pengertian pengomposan menurut (Murbandono, 2000) adalah menumpukkan bahan-bahan organik dan membiarkan terurai menjadi bahan-bahan yang mempunyai perbandingan C/N yang rendah atau mendekati C/N tanah sebelum digunakan sebagai pupuk. Jadi dari pengertian itu dapat dikatakan bahwa prosesnya berlangsung pada keadaan yang diatur sehingga akan menghasilkan suatu produk yang berguna bagi pertanian. Pada pengomposan proses peruraian oleh kegiatan mikroorganisme ditingkatkan dengan cara mengusahakan lingkungan yang cocok untuk memperbanyak mikroorganismenya serta kegiatannya (Reza, 2006).

Pada pengomposan, proses penguraian bahan oleh kegiatan mikroorganisme ditingkatkan dengan cara mengusahakan lingkungan yang cocok untuk memperbanyak mikroorganisme dan kegiatannya. Dengan meningkatnya mikroba dalam pengomposan akan mempercepat diperolehnya produk akhir dari pengomposan yang dilakukan. Untuk itulah faktor-faktor yang mempengaruhi selama proses pengomposan harus diperhatikan. Adapun faktor-faktor tersebut adalah :

1. Faktor dalam

- a. C/N rasio

Menurut Happy (2014) Nisbah C/N merupakan perbandingan unsur karbon dan nitrogen yang terdapat dalam suatu bahan organik. Kedua unsur tersebut digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan bahan sintesis sel-sel baru. Menurut Mirwan (2012) C adalah unsur karbon yang dikonversi menjadi CO sebagai energi yang digunakan untuk mengaktifkan mikroorganisme, sedangkan N adalah protein yang digunakan yang digunakan untuk makanan bagi bakteri. Rasio C/N yang efektif untuk proses dekomposisi berkisar antara 30:1 hingga 40:1 pada rasio C/N tersebut mikroba mendapatkan C untuk energi dan N sintesis protein yang tercukupi (Isroi, 2008). Dengan syarat ini proses penguraian akan berjalan dengan baik, semakin tinggi C/N rasio dari kondisi ideal maka berpengaruh pada proses pengomposan yang membutuhkan waktu lama (Yuniwati dkk, 2012).

Jika C/N rasio tinggi maka karbon yang tersedia cukup namun jumlah nitrogen kurang. Dalam keadaan C/N rasio tinggi maka mengakibatkan

aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang dan merupakan faktor pembatas pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, dalam keadaan kelebihan karbon membuat proses pemotongan rantai karbon membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pembentukan protein. Sehingga waktu pengomposan akan lebih lama dan kompos yang dihasilkan akan memiliki mutu rendah. Oleh karena itu jika bahan memiliki ratio C dan N tinggi maka perlu penambahan N, dan jika ratio C/N bahan organik rendah maka N yang terlalu banyak akan hilang (Ruskandi,2006).

Apabila C/N rendah atau kurang dari 30 maka ketersediaan karbon terbatas dan N berlebih. Sehingga dengan kurangnya karbon maka tidak cukup sebagai sumber energy yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk mengikat seluruh nitrogen bebas. Dalam hal ini mengakibatkan kelebihan nitrogen yang tidak dipakai dan bebas dilepaskan dalam bentuk gas NH_3 oleh mikroorganisme. Sehingga kompos yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah. Nitrogen tersebut tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatiasi sebagai amonia atau terdenitrifikasi (Djuarnani, 2005).

Menurut Yudi, 2009 kombinasi antara C/N sebaiknya dalam keseimbangan antara 30:1 atau 40:1, dengan persyaratan ini proses penguraian akan berjalan dengan baik. Semakin jauh C/N rasio dari kondisi ideal akan berpengaruh pada proses penguraian (pengomposan) yang semakin lama.

2. Faktor luar

a. Temperatur

Temperatur optimum untuk pengomposan adalah 40 – 60 °C dengan maksimum 75 °C.

b. Tingkat Keasaman (pH)

Pengaturan pH perlu dilakukan karena merupakan indikator pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan. Pada awal pengomposan cenderung agak asam sekitar 5-5,8. Namun akan mulai naik sejalan dengan waktu pengomposan dan akan stabil pada pH sekitar netral 7-7,5 (Cooperband, 2000).

c. Kelembaban

Kelembaban optimum untuk pengomposan adalah antara 50 % - 60 % agar aktivitas mikroorganisme bekerja optimum (Damanhuri dan Padmi, 2010).

d. Cukup mengandung air dan udara

Bila tumpukan kompos kurang mengandung air, tumpukan ini akan bercecah. Hal ini akan sangat merugikan karena peruraian akan berlangsung lambat dan tidak sempurna. Sebaliknya bila terlalu banyak mengandung air, keadaannya berubah menjadi anaerob yang tidak menguntungkan bagi kehidupan jasad renik. Kandungan air yang baik pada bahan kisaran 50%-60%

e. Ukuran Bahan Baku

Semakin kecil, ukuran bahan (5-10 cm), proses pengomposan (dekomposisi) berlangsung semakin cepat. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan luas permukaan bahan untuk diserang mikroorganisme.

f. Tumpukan bahan

Ketinggian tumpukan harus diatur sampai ketinggian 1-1,5 m, dengan tujuan agar suhu panas yang dihasilkan itu menjadi optimal (Mulyani H, 2014).

Proses pengomposan akan berlangsung ketika bahan – bahan mentah telah dicampur. Proses pengomposan dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Dalam tahap aktif, terjadi fase mesofilik dimana pada kisaran waktu 2-3 hari diawal proses pengomposan, senyawa – senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroorganisme mesofil. Pada fase ini Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat, hal ini disebabkan terbentuknya gas CO_2 hasil aktivitas mikroorganisme. Bakteri yang bekerja optimum pada kisaran temperatur 35-45 $^{\circ}\text{C}$ tersebut akan bekerja menguraikan gula sederhana menjadi asam organik volatil seperti asam asetat dan asam laktat (Hoorweg et al., 1999).

Ketika temperatur mencapai 45 $^{\circ}\text{C}$, mikroorganisme mesofilik mati. Proses dekomposisi dilanjutkan oleh mikroorganisme termofilik yang bekerja pada kisaran temperature 45-70 $^{\circ}\text{C}$ untuk mengurangi asam organik yang dihasilkan pada tahap mesofilik, senyawa karbohidrat kompleks dan protein (Hoorweg et al., 1999). Peningkatan pH kompos terjadi pada fase ini dikarenakan terurainya asam organik dan NH_3 hasil penguraian protein. Penyusutan ukuran juga terjadi

pada fase ini. Proses penguraian bahan organik yang sangat aktif dapat terjadi dalam fase ini sehingga reaksi penguraian berjalan cepat (Sriharti dan Salim, 2010). Panas yang dihasilkan mikroorganisme pada fase ini juga lebih besar dibandingkan yang dihasilkan tahap sebelumnya. Pada kondisi optimum, temperatur dapat mencapai kisaran 60-70 °C. Diantara suhu tersebut seharusnya mampu dipertahankan selama 24 jam agar bibit gulma dan bakteri patogen menjadi mati (Mirwan, 2012).

Setelah sebagian besar bahan organik telah terurai atau kadar O₂ pada tumpukan kompos menjadi rendah temperatur tumpukan kompos berangsur-angsur mengalami penurunan akibat terjadinya penurunan aktivitas mikroorganisme (Sriharti dan Salim, 2010). Temperatur akan turun kembali dalam tahap ini hingga mencapai kisaran 37 °C.

Pada tahap kedua yaitu fase pematangan, dimana pada fase ini temperatur tumpukan kompos makin menurun hingga mencapai temperatur udara. Pada fase ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomasa bahan. Penguraian ini dapat mencapai 30-40 % dari volume/berat awal bahan (Isroi, 2007). Dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti (1) Karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan lignin menjadi CO dan HO ; (2) Zat putih telur menjadi amonia, CO dan HO ; (3) Peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tanaman. Perubahan tersebut kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (Amonia) akan meningkat. Sehingga C/N rasio semakin rendah dan relative stabil mendekati C/N

rasio tanah. Pengomposan berdasarkan kebutuhan oksigen di klasifikasikan menjadi pengomposan aerob dan pengomposan anaerob. Pengomposan aerobik adalah proses dekomposisi oleh mikroba yang memanfaatkan oksigen untuk menghasilkan humus, karbondioksida, air dan energi. Beberapa energinya digunakan untuk pertumbuhan mikroba dan sisanya dikeluarkan dalam bentuk panas (Suhut dan Salundik, 2006).

Pada tahap akhir pengomposan akan dihasilkan bahan yang sudah stabil yang disebut sebagai kompos. Kompos yang matang akan ditandai dengan warna gelap, tidak berbau, struktur remah, berkonsentrasi gembur, serta tidak larut dalam air.

B. Bahan Campuran Kompos

1. Bahan Hijauan

Bahan hijauan merupakan jenis tanaman pada famili Leguminoceae yang berpotensi sebagai sumber hara tanaman dalam bentuk pupuk organik yang dapat dirombak menjadi hara yang tersedia bagi tanaman (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Menurut Rachman dkk., 2006 menyatakan bahwa tanaman dari jenis kacang-kacangan mempunyai kandungan hara terutama N yang relative tinggi dibandingkan jenis tanaman lain dan sisa tanaman dari jenis kacang-kacangan juga relative lebih mudah terdekomposisi sehingga penyediaan haranya menjadi lebih cepat. Proses pengomposan dapat dipercepat dengan beberapa strategi diantaranya memanipulasi kondisi pengomposan dengan penambahan hijauan, sedangkan untuk mempercepat pengomposan pada Eceng Gondok yang mengandung rasio C/N tinggi dapat dicampur dengan bahan yang mengandung

rasio C/N rendah yang berasal dari hijauan. Bahan hijauan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

a. Azolla, Menurut Arifin (1996),

Azolla merupakan tanaman air yang termasuk dalam jenis tumbuhan paku air dan mudah berkembang biak dengan cepat, biasanya hidup bersimbiosis dengan (*Anabaena azollae*) yang dapat memfiksasi N dari udara. Kandungan unsur hara dalam azolla antara lain adalah 3,6 % N, 1,59 % P, 5,97 % K, 1,1 % Ca, 0,44 % Mg dan C/N rasio 16,5 % (Rachman dkk., 2006). Azolla dapat digunakan sebagai pupuk organik dan membantu dalam memperbaiki keadaan fisik, kimia, dan biologi tanah. Keadaan fisik tanah yang diperbaiki azolla antara lain stabilitas agregat, struktur, dan porositas tanah karena kerapatan massa tanah menjadi berkurang. Ditinjau dari segi kimia, azolla dapat memperkaya unsur hara makro dan mikro dalam tanah. Sedangkan dari segi biologi tanah, Azolla dapat meningkatkan aktivitas mikrobial tanah (Arifin, 1996). Berdasarkan penelitian Rachman dkk., 2006 penggunaan azolla sebagai pupuk dengan cara ditanamkan ke dalam tanah menunjukkan bahwa azolla segar 20 ton/hektar sama dengan pemberian 60 kg N dari urea, sehingga penggunaan azolla yang mengandung N tinggi dapat menurunkan C/N rasio Eceng Gondok yang tinggi.

b. Daun Gamal (*Gliricidia sepium*)

Gamal (*Gliricidia sepium*) adalah nama sejenis perdu dari kerabat polong-polongan (suku Fabaceae alias Luuminosae). Menurut Ibrahim (2002) memperlihatkan bahwa ternyata dari daun gamal dapat diperoleh

sebesar 3,15 % N, 0,22 % P, 2,65 % K, 1,35 % Ca, 0,41% Mg dan C/N <15 yang menyebabkan biomasa tanaman ini mudah mengalami dekomposisi. Menurut Sri Hartati (2000) kandungan C/N rasio <15 membuat daun gamal akan mudah terdekomposisi dikarenakan kandungan N pada daun gamal dapat dijadikan sumber energi bagi mikroba untuk mendekomposisikan bahan organik, sehingga penggunaan daun gamal merupakan salah satu cukup berpotensi untuk membantu pengomposan pada bahan yang mengandung C/N rasio tinggi.

2. Kotoran sapi

Kotoran sapi (Bahasa Jawa Cletong) merupakan pupuk kandang limbah dari peternakan sapi yang mempunyai kandungan serat tinggi, karena terdapat serat atau selulosa dalam kadar tinggi pada kotoran ternak ini baik dalam bentuk padat dan air kecing sapi. Kotoran sapi memiliki senyawa rantai karbon yang dapat mengalami proses pelapukan lebih kompleks. Proses pelapukan secara ilmiah oleh mikroba tersebut membutuhkan unsur nitrogen (N) yang terkandung pada kotoran sapi tersebut dalam jumlah besar. Karena alasan ini pupuk kandang dalam kondisi segar atau masih baru tidak disarankan untuk memupuk tanaman apapun. Komposisi zat hara pada kotoran sapi yang masih mentah diantaranya N 0,59%, K 3,59%, P 0,70%, Mg 0,10%, C 24,65%, Ca 1,20%. Sedangkan untuk kandungan bahan jadinya adalah N 1,12%, P₂₀₅ 1,13%, K 7,49%, Mgo 0,12%, C₁₈ 81%, Ca 1,54%, sulfur 0,86% (Lingga dan Marson, 2013).

Penambahan kotoran sapi diharapkan dapat sebagai sumber nutrisi untuk membangun sel-sel baru mikroorganisme, sehingga proses dekomposisi dapat berjalan dengan baik. Selain itu kotoran sapi untuk bahan pencampuran diamati memiliki efek yang signifikan dalam proses pengomposan dengan rasio. Kotoran hewan merupakan sumber patogen seperti *Cryptosporidium parvum* yang dapat mempertahankan hidup mikroba bervariasi (Adegunloye dan Adetuyi, 2009). Dari hal tersebut dengan penambahan kotoran sapi dapat memberikan pengaruh positif terhadap optimisasi pematangan kompos.

Penambahan azolla, gamal dan kotoran sapi dengan berbagai jenis kandungan (Tabel 1) diharapkan dapat mempercepat pengomposan dan sebagai sumber nutrisi untuk membangun sel-sel baru mikroorganisme, selain itu kandungan N yang ada pada azolla dan gamal dapat menurunkan C/N rasio Eceng Gondok sehingga proses dekomposisi dapat berjalan dengan baik. Menurut Poincelot (1972) dekomposisi bahan yang memiliki C/N rasio yang tinggi perlu ditambah hijauan untuk menurunkan kadar C/N rasio, sehingga proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Sehingga dari hal-hal tersebut didapatkan bahwa penambahan azolla, daun gamal dan kotoran sapi dapat memberikan pengaruh positif terhadap percepatan proses pengomposan pada Eceng Gondok.

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Unsur Bahan Campuran Kompos

No	Bahan	Kandungan Unsur Hara (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
1	Azolla	3,6	1,59	5,97	1,1	0,44
2	Gamal	3,15	0,22	2,65	1,35	0,41
3	Kotoran Sapi	0,59	0,70	3,59	1,20	1,10

C. Tanaman Selada (*Lactuca sativa var Crispa L.*)

Selada (*Lactuca sativa var Crispa L.*) pada dasarnya termasuk ke dalam Kingdom: Plantae, Divisi: Spermathophyta, Sub divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Ordo: Asterales, Famili: Asteraceae, Genus: Lactuca, Spesies: *Lactuca sativa var. Crispa L.* Tanaman selada jenis ini dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi (pegunungan) namun tidak memungkiri selada dapat tumbuh baik di dataran rendah. Di daerah pegunungan, daunnya dapat membentuk krop yang besar. Sebaliknya di dataran rendah, tanaman ini hanya membentuk krop yang kecil tetapi cepat berbunga. Adapun persyaratan penting agar tanaman selada dapat tumbuh dengan baik ialah tanah yang remah, banyak mengandung bahan organik, suhu udara yang dikehendaki 15 – 20 °C, dan derajat keasaman tanah (pH) 5 – 6,5. Waktu penanaman selada yang paling baik adalah pada akhir musim hujan (Maret/April) pada penelitian ini penanaman selada dilakukan pada bulan maret. Tanaman selada kriting memiliki akar tunggang dan serabut, akar tunggang tersebut tumbuh kedalam tanah lurus dan akar serabutnya menyebar kesekitar tanaman hingga 20-50 cm. Batang pada selada merupakan batang sejati, yang membentuk krop, untuk bentuk daun selada kriting adalah bulat panjang dengan warna hijau muda dan terang. Bunga pada tanaman selada berwarna kuning yang tumbuh dalam satu rangkaian secara lengkap. Selada kriting varietas ini memiliki potensi hasil 10 ton/ha.

D. Hipotesis

Penambahan Azolla dapat mempercepat proses pengomposan Eceng Gondok dan baik dalam pertumbuhannya tanaman Selada.

