

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

2.1.1 Pengertian Sampah

Sampah (*refuse*) merupakan sesuatu yang sudah tidak digunakan, yang akan dibuang atau sesuatu yang tidak disenangi lagi, yang pada umumnya bersifat padat serta kebanyakan berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia, tetapi bukan biologis (karena *human waste* tidak termasuk didalamnya) (Azwar, 1990).

Sampah dibagi menjadi sampah organik dan anorganik berdasarkan komposisinya. Di Indonesia berdasarkan penelitian terdapat sekitar 80% sampah organik dan 78% sampah yang dapat digunakan kembali. (Outerbridge, 1991).

Sampah organik terbagi menjadi sampah organik yang mudah membusuk (misal: sisa makanan) dan sampah organik yang tidak mudah membusuk (misal: plastik). Sistem pengelolaan sampah yang baik sangat diperlukan, hal ini disebabkan karena aktivitas pembuangan sampah yang terus meningkat dan tanpa akhir (Murtadho dan Said, 1987). Masalah penanganan sampah masih banyak terjadi, salah satunya penanganan sampah di kota-kota besar yang mengalami kesulitan dalam pengumpulan sampah serta tempat atau lahan yang benar-benar aman (Soeryani, 1997). Jadi, pengelolaan sampah bisa dilakukan dengan cara *preventive*, yaitu pemanfaatan sampah salah satunya seperti usaha pengomposan atau komposting (Damanhuri, 1988).

2.1.2 Penggolongan Jenis Sampah

Pada umumnya sampah bermacam ragam seperti sisa makanan (sampah dapur), sampah taman (daun, ranting), sampah dari kegiatan industri dan lainnya yang bisa bersumber dari kegiatan apapun. (SNI 19-2454-2002).

Terdapat tiga jenis sampah, di antaranya:

- (1) Sampah organik: sampah yang terdiri dari bahan-bahan yang bisa terurai secara alamiah/biologis, seperti sisa makanan dan guguran daun. Sampah jenis ini juga biasa disebut sampah basah.
- (2) Sampah anorganik: sampah yang terdiri dari bahan-bahan yang sulit terurai secara biologis. Proses penghancurannya membutuhkan penanganan lebih lanjut di tempat khusus, misalnya plastik, kaleng dan styrofoam. Sampah jenis ini juga biasa disebut sampah kering.
- (3) Sampah bahan berbahaya dan beracun (B3): limbah dari bahan-bahan berbahaya dan beracun seperti limbah rumah sakit, limbah pabrik dan lain-lain.

2.1.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah yang dihasilkan dalam jumlah besar dapat berasal dari kegiatan yang terdapat pada fasilitas umum dalam bidang transportasi seperti halnya bandara. Segala jenis kegiatan atau aktifitas di bandara dapat berpotensi menimbulkan peningkatan jumlah timbulan sampah, salah satunya aktifitas pengelolaan infrastruktur bandara. Apabila tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang tepat, dapat menghambat aktifitas di bandara dan menjadi permasalahan yang sulit diselesaikan.

Berikut jumlah timbulan sampah yang berasal dari aktifitas maupun infrastruktur beberapa bandara bertaraf internasional di Indonesia :

- a. Bandara Sultan Hasanuddin dengan pendataan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan untuk komposisi sampah didapatkan rata-rata pada tahun 2014 adalah 9,75 m³/hari dengan rincian yaitu sampah yang dapat didaur ulang sebanyak 6,52 m³ dan sebanyak 3,23 m³ komposisi sampah organik yang dapat dijadikan kompos, serta diperoleh jumlah total sebanyak 3.559 m³/tahun (Dedy, 2014).
- b. Bandara Internasional Minangkabau (BIM) dengan pendataan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan Untuk komposisi sampah didapatkan rata-rata komposisi sampah BIM yaitu sampah organik sebesar 94,46%

- yang terdiri atas sampah sisa makanan (45,35%), kertas (28,44%), plastik (13,51%), sampah halaman (6,93%), tekstil (0,23%), dan sampah anorganik hanya 5,54% (Rizki, 2011).
- c. Bandara Internasional Juanda sebesar 2225,315 kg/hari jumlah total yang dihasilkan (Nabella, 2015).
 - d. Bandara Soekarno Hatta dengan jumlah timbulan sampah 0,121 kg/org/hari. Timbulan sampah terdiri dari 35% kertas, 26% plastik, 19% sisa makanan, dan sisanya adalah sampa kaleng dan alumunium foil, sampah taman dan material lain (Ririn, 2013).
 - e. Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang dengan jumlah penimbunan sampah rata-rata per hari yaitu 524,29 liter, dengan perincian sampah organik 368,63 liter dan sampah anorganik 155,64 liter (Kholish, 2014).

2.2 Kompos dan Pengomposan

2.2.1 Pengertian Kompos

Kompos didefinisikan sebagai "proses dekomposisi biologis dan stabilisasi substrat organik di bawah kondisi, yang memungkinkan pengembangan suhu termofilik sebagai akibat dari panas yang dihasilkan biologis, dengan produk akhir cukup stabil untuk penyimpanan dan aplikasi pada tanah tanpa efek lingkungan yang merugikan". Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan protozoa yang terlibat dalam proses dekomposisi biologis. Dekomposisi terdiri dari dua tahap transformasi biokimia, yaitu mineralisasi dan humifikasi. Selama mineralisasi, mudah difermentasi zat organik seperti karbohidrat (gula) dan asam amino yang terdegradasi oleh aktivitas metabolisme mikroorganisme, menghasilkan panas, karbon dioksida dan air. Mineralisasi hasil di sisa organik sebagian stabil (Vigneswaran, 2015).

Pengolahan sampah pada proses pembuatan kompos dapat dilakukan oleh siapapun dan dimanapun hal ini dikarenakan baik bahan baku, wadah untuk pembuatan kompos atau cara pembuatan kompos itu sendiri dapat dipahami dengan mudah oleh setiap orang. Kompos dapat dimanfaatkan untuk tanaman apa saja, bahkan hanya dengan ditaburkan diatas permukaan tanah, maka sifat-sifat

tanah tersebut dapat dipertahankan atau dapat ditingkatkan. Dari segi kondisi tanah yang baru dibuka biasanya tingkat kesuburan tanah akan menurun. Dari itu, untuk meningkatkan kesuburan tanah maka bisa dilakukan dengan menambah kan kompos pada tanah tersebut (Sulistryorini, 2005).

Kompos memberikan beberapa keuntungan seperti kesuburan tanah meningkat sehingga meningkatkan produktivitas pertanian, meningkatkan keanekaragaman hayati tanah, risiko ekologis berkurang, lingkungan yang lebih baik, menghancurkan patogen dan mengurangi volume sampah. Selanjutnya, kompos mengubah amonia tidak stabil ke bentuk organik yang stabil nitrogen. Bila diterapkan kompos tanah memberikan nutrisi ke tanah. Kandungan humus pada komponen kompos dapat berpengaruh terhadap sifat kimia tanah. Humus yang menjadi asam humat atau jenis asam lainnya dapat melarutkan zat besi (Fe) dan aluminium (Al). Kedua unsur ini sering mengikat senyawa fosfat (PO_4^{2-}) yang merupakan sumber fosfor (P) bagi tanaman. Akibatnya yang dapat timbul ketika fosfat terikat oleh besi atau alumunim yaitu fosfat tidak dapat diserap oleh tanaman. Tetapi, fosfat akan lepas dan menjadi senyawa yang sederhana dan dapat diserap oleh tanaman apabila terdapat asam humat yang bisa melarutkan besi dan aluminium. Dengan demikian, kompos dapat meningkatkan kesuburan tanah (Simamora dan Salundik, 2006).

Kegiatan produksi pupuk organik melalui dekomposisi biologis limbah organik telah dilakukan selama berabad-abad sebagai seni yang dikenal sebagai kompos (Golueke et al., 1954). Ada literatur yang luas tersedia di metodologi kompos. Perbedaan luas sebagai 'tradisional' dan 'cepat' dapat dibuat atas dasar metode yang digunakan sebagai pengenalan konvensional atau baru untuk mempercepat proses dengan melibatkan individu atau gabungan penerapan seperti penggunaan mineral, senyawa nitrogen, mikroorganisme efektif dan selulolitik, penggunaan cacing dll. Suhu memiliki peran yang sangat penting dalam pengomposan. Fase suhu tinggi mendukung pertumbuhan yang tinggi pada aktivitas mikroba. Dalam fase biodegradasi ini dimaksimalkan dan mikroba patogen dibunuh (Sarkar, 2016).

2.2.2 Persyaratan Kompos

a. Kematangan Kompos

Karakteristik kompos yang telah selesai melalui proses dekomposisi dapat dilihat dari penurunan temperatur diakhir proses, penurunan kandungan organik kompos, kandungan air, dan rasio C/N, kompos akan berwarna coklat tua sampai kehitam-hitaman, pertumbuhan larva dan serangga akan berkurang pada akhir proses, temperatur kompos akan sama dengan temperatur udara sekitar, bau dari kompos yang telah matang akan menyerupai bau tanah (Djuarnani, 2004 dan SNI 19-7030-2004).

b. Tidak mengandung bahan asing

Semua bahan pengotor organik dan anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet dan pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik seperti pestisida.

c. Unsur Mikro

Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Zn).

d. Pencemar Organik

Kompos yang dibuat tidak boleh mengandung bahan-bahan aktif pestisida sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No 39/Permentan/SR.330/7/2015 tentang Pendaftaran Pestisida yang terdapat pada lampiran II mengenai Bahan Aktif dan Bahan Tambahan Pestisida yang ditetapkan sebagai Pestisida yang Dilarang.

e. Faktor Penentuan Kualitas Hasil Pengomposan

Beberapa faktor dalam penentuan kualitas kompos setelah dilakukan pengomposan ada beberapa sebagai berikut :

✓ Struktur bahan baku

Laju dekomposisi bahan organik juga tergantung dari sifat bahan yang dikomposkan. Adapun yang termasuk ke dalam sifat bahan dari tanaman seperti jenis, umur serta komposisi kimia pada tanaman. Pada dasarnya proses dekomposisi pada tanaman akan terjadi lebih cepat apabila umur pada tanaman semakin muda. Penyebab dari lebih cepatnya dekomposisi pada tanaman yang

berumur muda dikarenakan kadar air pada tanaman masih tinggi, imbangannya C/N yang sempit, tingginya kadar nitrogen, dan rendahnya kandungan lignin. Proses cepatnya bahan baku terurai dipengaruhi oleh banyaknya kandungan senyawa N. Hal ini disebabkan jasad-jasad renik pengurai bahan ini memerlukan senyawa N untuk perkembangannya (Setyorini, 2006).

✓ **Ukuran bahan baku**

Proses Pengomposan dapat dipercepat dengan mengecilkan ukuran bahan sehingga luas permukaan kontak lebih tinggi dan menjadi lebih peka terhadap aktivitas mikroorganisme. Simamora (2006), menyatakan Ukuran bahan baku kompos akan mempengaruhi kecepatan proses pengomposan. Semakin kecil ukuran bahan (5-10 cm), maka proses pengomposan akan berlangsung lebih cepat.

✓ **Suhu**

Peningkatan suhu akan terjadi pada awal dimulainya pengomposan hal ini disebabkan oleh sebagian energi yang dihasilkan. Peningkatan suhu adalah salah satu indikator adanya proses dekomposisi yang terjadi yang mana diakibatkan oleh hubungan antara kadar air dan kerja pada mikroorganisme. Munculnya energi panas dan peningkatan suhu dikarenakan perombakan bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme akan memperbanyak diri dengan cepat dan meningkatkan suhu ketika dilakukannya tahap awal pengomposan (Dalzell et al., 1987). Pada pengomposan aerobik, diawal suhu meningkat pesat mulai dari 15°C hingga hingga mencapai 65°C dimana aktifitas mikroorganisme adalah *mesofilik* dan berikutnya *thermophilic*, setelah suhu mulai menurun maka mikroorganisme *mesofilik* kembali aktif. Dan setelah suhu stabil proses pematangan kompos mulai terjadi. Metabolisme mikroorganisme pada tumpukan akan menghasilkan energi berupa panas yang dipengaruhi oleh temperature serta tingginya tumpukan pengomposan. Panas yang ditimbulkan sebagian akan tersimpan di dalam tumpukan dan sebagian lagi terlepas pada proses penguapan atau aerasi. Panas yang terperangkap di dalam tumpukan akan meningkatkan temperatur tumpukan (Murni, 2012).

✓ **Nilai C/N bahan kompos**

Rasio C/N sangat penting untuk memasok hara yang diperlukan mikroorganisme selama proses pengomposan berlangsung. Karbon diperlukan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan nitrogen untuk membentuk protein. Bahan yang mengandung karbon 30 kali lebih besar daripada nitrogen, mempunyai rasio C/N 30:1. Bahan dasar kompos yang mempunyai rasio C/N 20:1 sampai 35:1 menguntungkan proses pengomposan. Organisme yang didekomposisi oleh materi organik (karbon dan nitrogen) berfungsi sebagai sumber energi dan sebagai pembentukan struktur sel. Organisme lebih banyak membutuhkan karbon dibandingkan dengan nitrogen dikarenakan dekomposisi akan melambat ketika nitrogen telah habis terpakai dan beberapa organisme akan mati (Helga, 2011).

Nitrogen yang tersimpan digunakan oleh organisme lain untuk membentuk material sel baru. Karbon akan banyak terbakar pada proses tersebut, yang mengakibatkan berkurangnya jumlah karbon sementara terjadi daur ulang terhadap nitrogen. Ketika proses dekomposisi menjadi lebih lama, maka C:N akan memiliki rasio yang lebih besar dari 30. Kecepatan dekomposisi bahan organik ditentukan oleh perubahan nilai C/N. Nilai C/N pada bahan-bahan yang banyak terkandung nitrogen akan terjadi pengurangan berdasarkan waktu pada proses mineralisasi. Nilai C/N yang lebih rendah (10-20) disebabkan oleh cepatnya terjadi kehilangan senyawa karbon yang lebih besar dibandingkan senyawa nitrogen. Berakhirnya proses dekomposisi atau matangnya kompos jikaimbangan pada C/N telah mencapai angka tersebut.

Food and Agriculture Organization (FAO) tahun 1987 menyatakan berbagai sumber bahan kompos dari limbah pertanian dengan nilai C/N rasio disajikan pada Gambar 2.1 dibawah ini :

Sumber bahan kompos, kandungan nitrogen, dan rasio C/N		
Jenis bahan	Nitrogen per berat kering	C/N rasio
	%	
Limbah cair dari hewan	15 - 18	0,8
Darah kering	10 - 14	3
Kuku dan tanduk	12	-
Limbah ikan	4 - 10	4 - 5
Limbah minyak biji-bijian	3 - 9	3 - 15
<i>Night soil</i>	5,5 - 6,5	6 - 10
Lumpur limbah	5 - 6	6
Kotoran temak unggas	4	-
Tulang	2 - 4	8
Rumput	2 - 4	12
Sisa tanaman hijauan	3 - 5	10 - 15
Limbah pabrik bir	3 - 5	15
Limbah rumah tangga	2 - 3	10 - 16
Kulit biji kopi	1,0 - 2,3	8
Eceng gondok	2,2 - 2,5	20
Kotoran babi	1,9	-
Kotoran temak	1,0 - 1,8	-
Limbah lumpur padat	1,2 - 1,8	-
Millet	0,7	70
Jerami gandum	0,6	80
Daun-daunan	0,4 - 1,0	40 - 80
Limbah tebu	0,3	150
Serbuk gergaji	0,1	500
Kertas	0,0	*

Sumber: FAO, 1987

Keterangan: - tidak ditentukan, * tidak tertentu

Gambar 2.1 Sumber bahan kompos, kandungan nitrogen dan rasio C/N

✓ Keasaman (pH)

Bahan organik yang dapat dikomposkan prinsipnya bernilai pH antara 3 hingga 11, sedangkan pH optimum bernilai sekitar 5,5 hingga 8. Bakteri akan lebih senang terhadap pH yang netral, sedangkan ketika kondisi pH sedikit masam maka fungi dapat berkembang cukup baik. Kondisi alkalin kuat menyebabkan kehilangan nitrogen, hal ini kemungkinan terjadi apabila ditambahkan kapur pada saat pengomposan berlangsung. Kondisi sangat asam pada awal proses dekomposisi menunjukkan proses dekomposisi berlangsung tanpa terjadi peningkatan suhu. Pada awal proses pengomposan, biasanya nilai pH agak turun dikarenakan aktivitas pada bakteri yang menghasilkan sifat masam. Namun, pH akan kembali naik mikroorganisme lain muncul dari bahan yang didekomposisi, kemudian pH akan menjadi netral setelah beberapa hari (Setyorini, 2006).

2.2.3 Manfaat kompos bagi tanaman

- Kompos memberikan nutrisi bagi tanaman

Unsur-unsur bahan kimia tertentu yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan disebut dengan nutrisi tanaman. Nutrisi tanaman memegang peranan penting selain cahaya matahari dan air untuk meningkatkan laju pertumbuhan dan hasil produksi tanaman melalui proses fotosintesis.

Nutrisi tanaman digolongkan kedalam dua kelompok, yaitu : makronutrien dan mikronutrien. Pemanfaatan nutrisi utama oleh tanaman dikategorikan sebagai makronutrien yang meliputi Nitrogen (N), phosphor (P), kalium (K), belerang (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg).

Nutrisi ini sebagian besar didapat dari tanah oleh akar tanaman dalam bentuk ion. Mikronutrien meliputi barium, tembaga (Cu), besi (Fe), klorid, mangan (Mn), dan seng (Zn) (Amalia, 2007).

Nutrisi utama pada tanaman memiliki peranan yang berbeda-beda dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Masing-masing nutrisi, zat lemas (N), phosphor (P), dan kalium (K) harus memiliki keseimbangan yang baik agar diperoleh hasil yang unggul.

Berikut ini nutrisi penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yaitu :

a) Nitrogen (N)

Nitrogen yang tersedia dalam bentuk nitrat merupakan nutrisi yang paling utama untuk pertumbuhan tanaman dan perkembangan daun, serta membantu peningkatan hasil panen. Maka dari itu tanaman memerlukan nutrisi ini dalam jumlah yang relatif besar.

Zat N merupakan unsur hara yang mudah larut, terutama di daerah yang banyak mengandung pasir dan kurang humus. Zat ini sangat diperlukan untuk pembentukan daun, menghasilkan buah yang banyak dan berkualitas baik (Rismunandar, 1995).

Tanaman yang mempunyai cukup zat lemas akan membantu peningkatan ukuran daun, meningkatkan kecepatan pertumbuhan serta memberikan hasil panen yang baik. Namun jika tanaman memiliki kelebihan zat lemas, pertumbuhan daun

pada tanaman akan rimbun tetapi pembentukan bunga atau buah akan mengalami kemunduran. Selain itu, kelebihan zat lemas juga dapat mengurangi pengambilan nutrisi penting lainnya seperti kalium (K) yang berperan dalam pembentukan buah dan sebagai pertahanan terhadap penyakit tanaman.

b) Phospor (P)

Phosphor adalah unsur penting karena memberikan awal yang baik bagi pertumbuhan akar yang kuat dan tunas. Zat ini dibutuhkan pada waktu mulai ada pertumbuhan vegetatif (batang, cabang, ranting, dan daun) serta generatif (bunga dan buah) (Rismunandar, 1995).

Phosphor sangat diperlukan untuk pembentukan protein dan enzim-enzim dalam buah dan sebagainya. Maka dari itu, bila menghendaki tanaman buah berproduksi tinggi dan berkualitas baik, perlu adanya kandungan phosphor yang cukup banyak. Namun jika berlebihan, phosphor akan sedikit menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman.

Adapun kekurangan phosphor dapat mengakibatkan pertumbuhan akar menjadi lemah, sehingga memperlambat pertumbuhan tanaman secara umum. Selain itu juga akan mengakibatkan bentuk buah tidak normal atau kecil-kecil.

c) Kalium (K)

Kadar zat kalium dalam buah rata-rata sangat tinggi. Kalium memiliki fungsi yaitu meningkatkan efisiensi asimilasi (pembentukan zat karbohidrat) serta meningkatkan turgor dari buah dan seluruh bagian tanaman hingga dapat berdiri tegak, memberi daya tahan lebih besar pada tanaman terhadap serangan penyakit dan meningkatkan kualitas buah. Selain itu kalium juga dapat meningkatkan gula dalam buah dan menghindarkan buah retak akibat pengairan yang tidak teratur maupun sengatan matahari.

- Kompos memperbaiki struktur tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Oksida besi atau bahan organik merupakan salah satu perekat yang dapat mengikat butir debu, pasir serta liat menjadi suatu struktur gumpalan. Tidak melekatnya antara butir-butir tanah atau butir-butir tanah tersebut melekat sangat erat maka tanah

tersebut dapat tergolong jelek. Tanah yang baik adalah tanah yang remah atau granuler. Tanah seperti ini mempunyai tata udara yang baik sehingga aliran pada air dapat masuk dengan baik.

Kompos merupakan perekat pada butir-butir mampu menjadi penyeimbang tingkat kerekatan tanah. Mikroorganisme akan tertarik untuk melakukan aktivitas pada tanah dengan adanya kompos di tanah tersebut. Aktivitas mikroorganisme tersebut dapat mengakibatkan tanah yang awalnya keras dan susah ditembus air ataupun udara menjadi gembur. Struktur tanah yang gembur ini sangat baik bagi tanaman.

- Kompos meningkatkan kapasitas tukar kation

Suatu sifat kimia yang berhubungan erat dengan kesuburan tanah disebut KTK (Kapasitas Tukar Kation). KTK yang tinggi pada tanah akan lebih dapat menyediakan unsur hara dibandingkan KTK rendah. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi ternyata mempunyai KTK lebih tinggi dibandingkan dengan sedikit bahan organik.

- Kompos menambah kemampuan tanah untuk menahan air

Tanah mempunyai pori-pori yaitu suatu bagian yang tidak terisi bahan padat. Bagian yang tidak terisi ini akan diisi air dan udara. Pori-pori dibedakan menjadi 2 yaitu pori-pori halus dan pori-pori kasar. Pada pori-pori kasar sulit untuk menahan air, dikarenakan gaya gravitasi yang dominan sehingga air hanya melewati dan merembes begitu saja.

Ketika tanah bercampur dengan bahan organik (kompos) maka pori-pori tanah tersebut akan merekat kuat sehingga keberadaan air pada tanah bisa tertahan dan terikat sangat kuat. Erosi secara langsung pada air dapat ditahan dengan adanya kompos pada tanah. Tanah akan mengikis apabila hujan turun deras mengenai permukaan tanah yang mengakibatkan unsur hara pada tanah terangkut hingga habis oleh air hujan tersebut. Kompos dapat melapisi tanah secara fisik dan tidak mudah terkikis, serta kompos dapat melindungi akan pada tanaman. Daya ikat terhadap unsur hara yang ada didalam tanah akan meningkat dan sulit tercuci oleh air juga fungsi dari adanya kompos pada tanah.

- Kompos meningkatkan aktivitas biologi tanah

Pada kompos terdapat mikroorganisme yang menguntungkan bagi tanaman. Jika berada didalam tanah, kompos akan membantu kehidupan mikroorganisme didalam tanah. Keberadaan kompos selain berisi bakteri dan jamur dekomposer, dapat membuat tanah menjadi normal (tidak terlalu lembab atau tidak terlalu kering). Mikroorganisme akan sangat menyenangi kondisi seperti ini.

- Kompos mampu meningkatkan pH pada tanah asam

Air hujan yang turun terus menerus dan berskala panjang akan mengakibatkan tercuci habis ion-ion basa misalnya Ca, Mg, K dan Phosphor pada tanah sehingga tidak menjadi suau keanehan apabila tanah di Indonesia bersifat asam. Sebaliknya, ion hydrogen semakin menigkat. Ion hidrogen inilah penyebab utama keasaman tanah. Selain itu, tanah asam mempunyai jumlah oksigen yang sedikit. Kondisi ini akan membuat sengsara kehidupan bakteri aerob yang bertugas menguraikan bahan organik dalam tanah.

Penguraian bahan organik menjadi terhambat dan tanah menjadi tidak subur. Dengan demikian, semakin rendah pH maka ketersediaan unsur hara akan menjadi rendah juga. Jadi, persoalannya bukan saja banyak unsur hara yang terikat oleh Fe dan liat. Walaupun tanah dipupuk banyak, tetap saja unsur tersebut diikat sehingga tidak dapat dimanfaatkan tanaman. Kondisi tanah asam ini dapat dinetralkan kembali dengan pengampuran. Pemberian kompos ternyata membantu meningkatkan pH tanah.

- Kompos meningkatkan ketersediaan unsur mikro

Tidak hanya unsur makro saja yang disediakan oleh kompos untuk tanaman, tetapi unsur mikro juga terdapat pada kompos. Unsur-unsur tersebut antara lain Zn, Mn, dan Cu.

- Kompos tidak menimbulkan masalah lingkungan

Kandungan yang terdapat pada kompos sangat bermanfaat bagi tanah maupun tanaman dan tidak ada masalah untuk lingkungan. Dibandingkan dengan digunakannya bubuk kimia yang dapat meracuni tanah, air, serta produk yang

dihasilkan. Dalam artian penggunaan bubuk atau bahan kimia akan berpengaruh buruk untuk lingkungan.

2.2.4 Kompos sebagai pupuk organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir dan hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dari sisa tanaman dan hewan. Pupuk organik berasal dari bahan organik yang mengandung berbagai macam unsur, meskipun ditandai dengan adanya nitrogen dalam bentuk persenyawaan organik, sehingga mudah diserap oleh tanaman (Murni, 2012).

2.2.5 Pengaruh kompos terhadap tanaman

Kompos merupakan hasil pelapukan bahan-bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan pertumbuhan dan resistensi tanaman dan merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dan alami. Pupuk organik pada umumnya mengandung unsur hara makro N, P, K rendah namun mengandung cukup banyak unsur hara mikro seperti Fe, B, S, Ca, Mg dan lainnya yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Adapun pengaruh masing-masing unsur hara tersebut terhadap pertumbuhan adalah sebagai berikut :

a. Pengaruh nitrogen (N) bagi tanaman

Pengaruh nitrogen terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

- Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman
- Untuk menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan khlorosis (pada daun muda berwarna kuning)
- Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun.

b. Pengaruh phosphor (P) terhadap tanaman

Pengaruh phosphor pada tanaman adalah sebagai berikut :

- Dapat mempercepat akar semai
- Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa

- Dapat mempercepat penguapan dan pemasakan buah, biji atau gabah.
- c. Pengaruh kalium (K) terhadap tanaman
- Pengaruh kalium terhadap tanaman, sebagai berikut :
- Pembentukan protein dan karbohidrat
 - Mengeringkan jerami dan bagian kayu dari tanaman
 - Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
 - Meningkatkan kualitas biji (buah).

2.2.6 Aplikasi kompos di lapangan

1. Pemberian kompos pada sayur-sayuran

Sebelum menanam sayuran, kompos dapat diberikan diatas permukaan tanah setebal 3-4 cm sebagai lapisan atau dapat diberikan segenggam kompos pada tiap lubang yang ditanami. Pemberian ini dapat dilakukan 1-3 bulan sebelum masa tanam untuk kompos yang matang atau 3 bulan untuk kompos yang setengah matang. Agar pertumbuhan tanaman lebih cepat lagi, dapat diberikan juga perbandingan pemberian kompos dengan tanah sebanyak 1:1.
2. Pemberian kompos pada bunga

Campuran tanah dengan kompos dengan perbandingan tanah 2 bagian dan kompos 1 bagian. Dapat pula diberikan 3 cm lapisan kompos pada tanah permukaan sebagai sumber nutrisi dan pengontrol tanah dari kelembaban.
3. Pemberian saat menanam pohon

Kompos dapat digunakan sebagai media transisi pada pohon yang ditanam pada tanah. Pohon yang dicabut dari tanah asalnya dan dipindahkan ketanah yang lain biasanya akan mengalami masa penyesuaian. Pohon yang ditanam dalam tanah berpasir akan lebih sulit hidup bila dipindahkan ketanah berlumpur atau sebaliknya. Kompos dapat mengatasi kesulitan ini dengan menaburkannya kedalam tanah yang hendak ditanami sebagai lapisan/media transisi kira-kira setebal 3 cm karena akar tanaman akan menjadi manja, tidak akan tumbuh mencari makan. Kompos tidak

digunakan pada batang pohon karena akan menyebabkan kematian pada pohon.

4. Pemberian saat perawatan pohon

Untuk pohon yang sudah ditanam dan tumbuh baik, kompos merupakan lapisan pelindung pada tanah sebagai mulsa seperti halnya pepohonan didalam hutan dengan humus sebagai pelapis tanahnya. Cara memberikan kompos pada pohon yang sudah ditanam yaitu bersihkan tanah sekitar pohon dari rumput-rumputan. Kemudian berikan kompos setebal 4 cm diatas permukaan tanah disekitar pohon tersebut.

Pada saat mencabut rumput atau tanaman liar jangan sampai terkena akar pohon, karena disinilah diketahui bahwa fungsi kompos bukan hanya sebagai penyedia unsur hara makro dan mikro saja, tetapi juga sebagai pelindung tanah dari penguapan yang berlebihan, menjaga kondisi tanah tetap dingin menjadi sumber nutrisi dan dapat sebagai penahan gerusan air hujan serta panas matahari.

Memberikan kompos sebagai mulsa pada tanaman pohon, jangan sampai berlebihan hingga menutupi batang pohon karena batang pohon akan menjadi lembab dan akan menimbulkan penyakit pada pohon.

5. Pemberian kompos pada tanaman pot

Kompos diberikan dengan 1 bagian tanah lempug, 1 bagian pasir dan $\frac{1}{4}$ bagian kompos yang lembut (sudah disaring). Setahun sekali berikan kompos setebal 2-3 cm pada pot, serta ambilah tanah yang lama dalam pot sebagai pengganti kompos yang dimasukkan.

6. Pemberian kompos pada saat menanam rumput

Pada saat menanam rumput baru, sebarlah kompos pada areal taman dengan ketebalan 3-8 cm. Jika memungkinkan, pemberian hinngga mencapai ketebalan 20 cm. Setelah itu, tebarlah benih rumput diatas hamparan kompos. Jika pada permukaan tanah sudah ada rumput, tutupilah rumput tersebut dengan kompos. Kompos tersebut akan bekerja pada tanah. Tanah yang keras akan menjadi gembur lagi dan penyakit-penyakit pada tanah akan berkurang.

2.3 Metode Pengomposan

Metode pengomposan yang telah berkembang dan sudah dipraktekkan di Indonesia sangat beragam, dari metode yang sederhana hingga metode yang modern berskala industri. Dalam penelitian ini dilakukan pengomposan dengan menggunakan metode *Open Bin* (kotak), metode ini menghasilkan kompos dengan proses aerasi alami dan melalui proses pembalikan berkala. Metode Open Bin (kotak) merupakan metode dengan teknologi rendah, tenaga yang dibutuhkan sedang dan menghasilkan kompos dengan kualitas sedang.

Sampah organik yang akan dikomposkan dimasukkan pada bak hingga padat penuh dan kemudian dapat disiram dengan EM₄ atau sejenis cairan yang bisa mempercepat proses pengomposan. Metode pengomposan ini sangat sederhana dan juga lokasi pengomposan bisa diatur lebih bersih dikarenakan proses pengomposan dilakukan didalam Bin (kotak/bak). Pembalikan dapat dilakukan juga didalam Bin dengan alat pembalik atau dengan cara manual. Sistem pengudaraan pada metode Open Bin sedikit terbuka terbatas dikarenakan adanya dinding bak meskipun telah diberikan ventilasi. Pengomposan ini bisa berlangsung selama kurang lebih 2 bulan (Prasetyo, 2016).

2.4 Komposisi Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pengomposan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.4.1 Daun

Salah satu jenis limbah tanaman dari pertanian atau perkebunan adalah daun-daunan kering yang pada umumnya tidak dimanfaatkan lagi. Daun-daun kering ini dapat digunakan sebagai bahan dasar atau sebagai bahan tambahan dalam proses pengomposan dikarenakan daun mengandung sumber nutrisi yang umumnya merupakan sumber dari senyawa karbon. Selain itu, daun kering juga banyak mengandung nutrisi terutama zat kalium, sehingga dapat mempertinggi mutu kualitas akhir hasil pengomposan yang berguna meningkatkan kesuburan tanah dan kadar bahan organik tanah juga mengandung mikro hara serta faktor-

faktor pertumbuhan lainnya yang biasa tidak terdapat pada pupuk kimia (Fitrianingsih, 2006).

Adapun komposisi karbon (C), nitrogen (N), rasio C/N dan kadar air pada beberapa bahan organik khususnya daun-daunan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Komposisi karbon (C), nitrogen (N), rasio C/N dan kadar air pada beberapa bahan organik

Jenis Bahan	Rasio C/N (g/g)	Kadar Air (%)	Jumlah C (%)	Jumlah N (%)
Potongan Kertas	20	85	6	0,3
Gulma	19	85	6	0,3
Daun	60	40	24	0,4
Kertas	170	10	36	0,2
Limbah Buah-buahan	35	80	8	0,2
Limbah Makanan	15	80	8	0,5
Serbuk Gergaji	450	15	34	0,08
Kotoran Ayam	7	20	30	4,3
Sekam Alas	10	30	25	2,5
Kandang Ayam	-	-	-	-
Jerami Padi	100	10	36	0,4
Kotoran Sapi	12	50	20	1,7
Urin Manusia	-	-	-	(0,9/100 ml)

(Sumber : Djuarnani, 2004)

2.4.2 EM₄ (*Effective Microorganism 4*)

EM₄ (*Effective Microorganism 4*) merupakan hasil rekayasa dari seleksi genetika bakteri didalam tanah yang berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan berbau sedap dan dengan tingkat keasamannya (pH) kurang dari 3,5. EM₄ ini ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Penerapannya di Indonesia banyak dibantu oleh Ir. Gede Ngurah Wididana, M.Sc.

EM₄ merupakan kultur campuran dari beberapa mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, *Actinomyces* dan fungi peragian) yang berguna sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki pertumbuhan serta jumlah hasil tanaman. EM₄ juga dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, kuantitas dan kualitas produksi tanam. EM₄ dapat mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan, membersihkan air limbah serta meningkatkan kualitas air pada tambak udang dan ikan serta menekan aktivitas serangga hama dan organisme panthogen (Wididana, 1994).

Didalam EM₄ terdapat banyak mikroorganisme fermentasi, kurang lebih 80 genus mikroorganisme fermentasi yang ada pada EM₄. Mikroorganisme pada EM₄ dipilih yang bisa bekerja secara efektif pada proses fermentasi bahan organik (Helmayanti, 2007). Dari sekian banyak mikroorganisme, terdapat lima golongan pokok yaitu :

- **Bakteri Fotosintetik**
Bakteri fotosintetik merupakan bakteri bebas yang dapat melakukan sintesis terhadap senyawa nitrogen, gula dan substansi bioaktif lainnya. Tanaman dapat menyerap langsung metabolit hasil produksi dan terdapat substrat yang berguna untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan.
- *Lactobacillus sp.* (Bakteri asam laktat)
Bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis dan ragi. Asam laktat merupakan bahan sterilisasi yang kuat yang dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.
- *Streptomyces sp.*
Streptomyces sp mengeluarkan enzim streptomycin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.

- *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 perkembangbiakan atau pembelahan mikroorganisme menguntungkan lain seperti *Actinomyces* dan bakteri asam laktat.

- *Actinomyces*

Actinomyces merupakan organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri *fotosintesis* dan mengubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur bakteri berbahaya dengan cara menghancurkan khitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomyces* juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme lain (Hety. Y, 2006).

a. Cara kerja *Effective Mikroorganism (EM₄)*

Kandungan mikroorganisme dalam EM₄ asli dalam keadaan belum aktif (tidur/dorman) sehingga untuk membangunkan (mengaktifkan) mikroorganisme tersebut harus diberikan air dan makanan. Cara kerja EM₄ telah dibuktikan secara ilmiah dan menyatakan EM₄ dapat berperan sebagai berikut :

- Pertumbuhan patogen tanah dapat ditahan
- Fermentasi limbah dan sampah organik dapat dipercepat
- Meningkatkan ketersediaan unsur hara dan senyawa organik pada tanaman
- Meningkatkan aktivitas mikroorganism indogenus yang menguntungkan seperti *Mycorrhiza* sp., *rhizobiun* sp., dan bakteri pelarut fosfat
- Meningkatkan nitrogen
- Mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida kimia.

Hasil fermentasi dari bahan organik tersebut melepaskan gula, alkohol, asam amino dan asam laktat yang dapat diserap langsung oleh perakaran tanaman.

Menyebarkan bau spesifik yang menolak serangga. Akibatnya, serangga hama tidak tertarik untuk menetas di tanah maupun tanaman yang telah diberi EM₄. EM₄ juga dapat melarutkan senyawa fosfat menjadi tersedia dan dapat diserap oleh perakaran tanaman (Wididana, 1994).

b. Keuntungan EM₄

Keuntungan menggunakan EM₄ sebagai berikut :

- Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah
- Meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman, serta menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen
- Meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan tanaman dan produksi
- Mempercepat proses fermentasi pada proses pembuatan kompos
- Memperbaiki komposisi dan jumlah mikroorganisme pada perut ternak sehingga pertumbuhan dan produksi ternak meningkat.