

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. *Sludge Drying Bed* (SDB)

Lumpur yang akan digunakan untuk sebagai bahan campuran pembuatan pupuk kompos berasal dari bak pengeringan lumpur (*Sludge Drying bed*) dimana pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari, lumpur tersebut berasal dari kolam fakultatif pada Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Sewon Bantul. Limbah cair yang mengandung lumpur pada kolam fakultatif tersebut mengendap di dasar kolam, endapan lumpur tadi kemudian di alirkan masuk ke dalam SDB. Lumpur limbah cair sebelum masuk ke dalam SDB telah mengalami pengolahan mekanik yang berfungsi untuk meremoval partikel-partikel kasar kemudian didegradasi secara aerobik dan anaerobik pada kolam fakultatif setelah pengolahan tersebut limbah cair masuk sistem SDB. Kondisi lumpur dalam bak SDB ini masih berupa lumpur yang padat dan keras, sehingga untuk digunakan untuk bahan campuran pembuatan pupuk kompos maka perlu dilakukannya penghancuran/penggilingan agar lebih cepat terdekomposisi dalam proses pengomposan.

Kapasitas instalasi kolam fakultatif mampu menampung 179,4 Lt/dtk dan untuk bak SDB mampu menampung lumpur 4.000 m³. Pada SDB sudah tidak mengalami pengolahan lanjut dibiarkan hingga mengering dibawah terik matahari sehingga bentuk lumpur basah berubah menjadi lumpur padat. Lumpur yang dihasilkan ini belum dimanfaatkan semaksimal mungkin oleh penduduk sekitar. (Data IPAL sewon Bantul).

Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1. bentuk *Sludge Drying Bed* pada IPAL Sewon Bantul sebagai berikut :



Gambar. 2.1. *Sludge Drying Bed* Pada Instalasi Pengolahan Air Buangan Limbah (IPAL) Domestik Sewon, Bantul

Kondisi lumpur dalam bak SDB ini masih berupa lumpur yang padat dan keras, sehingga untuk digunakan untuk bahan campuran pembuatan pupuk kompos maka perlu dilakukannya penghancuran/penggilingan agar lebih cepat terdekomposisi dalam proses pengomposan.

2. 2. Kompos dan Pengomposan

Beberapa pengertian kompos dan pengomposan dapat diuraikan dibawah ini

2.2.1 Pengertian Kompos dan Pengomposan

Ada beberapa pengertian kompos dan pengomposan yang dijadikan dasar teori dalam penelitian ini

Kompos adalah bentuk akhir dari bahan bahan organik setelah mengalami pembusukan, dekomposisi melalui proses biologis yang dapat berlangsung secara aerobik dan anaerobik (Anonim,2001).

Kompos adalah sejenis pupuk kandang dimana kandungan unsur N, P, dan K tidak terlalu besar sehingga berbeda dengan pupuk buatan. Namun kandungan unsur hara mikro seperti Fe, B, S, Ca, Mg dan lainnya dalam kompos relatif besar (Anonim,2001).

Pengomposan adalah suatu cara untuk menghancurkan sampah secara biologis menjadi pupuk alami sehingga dapat mengembalikan sampah ke tanah dimana telah didegradasi oleh mikroorganisme pengurai dan hasilnya tidak berbahaya bagi lingkungan (polprasert, 1989).

Pengomposan adalah dekomposisi dan *stabilisasi* substrat organik dalam kondisi yang di ikuti kenaikan suhu *termofilik* sebagai akibat dari panas yang dihasilkan, dengan hasil akhir yang cukup stabil untuk penyimpanan dan pemakaian pada tanah tanpa memberi efek merugikan pada lingkungan (polprasert, 1989).

2.2.2. Fungsi Kompos

Kompos mempunyai beberapa fungsi penting terutama dalam mencegah pencemaran lingkungan yaitu :

- Mengurangi Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan erat hubungannya dengan sampah karena sampah merupakan sumber pencemaran. Permasalahan sampah timbul karena tidak seimbangnya produksi sampah dengan pengolahannya dan semakin menurun daya dukung alam sebagai tempat pembuangan sampah. Salah satu alternatif pengolahan sampah adalah memilih sampah organik dan memprosesnya menjadi kompos atau pupuk hijau. Namun proses pengomposan ini juga

terkadang masih bermasalah. Selama proses pengomposan, bau busuk akan keluar dari kompos yang belum jadi. Meskipun demikian pembuatan kompos akan lebih baik dan berguna bagi tanaman (Djuarnani, 2004).

Selain itu kompos juga memiliki fungsi penting dalam bidang pertanian, yaitu :

- Meningkatkan kondisi kehidupan dalam tanah

Organisme dalam tanah memanfaatkan bahan organik sebagai nutriennya sedangkan berbagai organisme tersebut mempunyai fungsi penting bagi tanah .

- Mengandung nitrogen bagi tumbuhan

Nutrien dalam tanah hanya sebagian yang dapat diserap oleh tumbuhan, bagian yang penting kadang kala bahwa tersedia sesudah bahan organik terurai.

- Meningkatkan Kesuburan Tanah

Suatu kondisi yang sangat penting bagi pertumbuhan dan kesehatan tanaman adalah persediaan unsur hara yang memadai dan seimbang secara tepat waktu yang bisa diserap oleh akar tanaman. Produksi tanaman dapat terhalang jika unsur hara yang terkandung di dalam tanah kurang atau tidak seimbang, terutama di daerah yang kadar unsur haranya buruk atau tanahnya terlalu asam atau basa.

Upaya yang dapat dilakukan untuk membatasi hilangnya unsur hara dan mengembalikan kesuburan tanah adalah dengan mendaur ulang limbah organik, seperti limbah dari kandang peternakan, kotoran manusia, sisa tanaman, atau sisa pengolahan tanaman menjadi kompos. Dengan memanfaatkan pupuk organik, unsur hara dalam tanah bisa diperbaiki atau

ditingkatkan. Sehingga, kehilangan unsur hara akibat terbawa air hujan atau menguap ke udara dapat ditekan.

(Djuarnani, 2004)

- Meningkatkan daya serap tanah terhadap air
bahan organik mempunyai daya *absorpsi* yang besar terhadap tanah, karena itu kompos memberikan pengaruh positif pada musim kering.
- Memperbaiki struktur tanah
Pada waktu terjadi penguraian bahan organik dalam tanah, terbentuk produk yang mempunyai sifat sebagai perekat, dan kemudian mengikat butiran pasir menjadi butiran yang lebih besar.

2.2.3. Prinsip Pengomposan

Nilai C/N tanah sekitar 10-12 apabila bahan organik mempunyai kandungan C/N mendekati tanah maka bahan tersebut dapat digunakan atau diserap oleh tanaman, (Djuarnani, 2004). Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik dengan demikian semakin tinggi C/N bahan maka proses pengomposan akan semakin lama. Faktor faktor yang menyebabkannya adalah :

1. Rasio C/N

C (*karbon*) merupakan sumber energi bagi mikroorganisme, sedangkan N (*nitrogen*) digunakan untuk membangun sel-sel tubuh bagi mikroorganisme. Jika rasio C/N terlalu tinggi dekomposisi berjalan lambat. Jika rasio C/N rendah meskipun pada awalnya terjadi dekomposisi yang sangat cepat, tetapi berikutnya

kecepatannya akan menurun karena kekurangan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen akan hilang melalui penguapan ammonia.

Dalam melakukan dekomposisi bahan organik mikroorganisme memerlukan sejumlah nitrogen dan karbon untuk pertumbuhannya, jumlah optimal nitrogen yang dibutuhkan mikroorganisme bervariasi sesuai dengan jenis *substrat* dan mikroorganisme itu sendiri. Besarnya perbandingan C/N optimum untuk pengomposan adalah 22-35. Sedangkan rasio C/N yang disarankan pada awal pengomposan adalah 20-40. (Djuarnani, 2004).

2. Ukuran Bahan

Ukuran bahan yang baik adalah 2,5-5 cm. Sedangkan untuk bahan yang keras sebaiknya dicacah dengan ukuran 2,5-7,5 cm.. Ukuran bahan sangat menentukan ukuran dan volume pori-pori dalam bahan jika ukuran partikel bertambah kecil, maka pori-pori semakin kecil. Pori-pori yang kecil dapat menghambat pergerakan udara yang biasanya merupakan masalah dalam proses pengomposan. Ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan bahan makin luas sehingga makin luas pula permukaan yang terbuka terhadap aktivitas mikroorganisme.

3. Tinggi Tumpukan

Dalam tumpukan mikroorganisme melakukan aktivitas yang menimbulkan energi dalam bentuk panas. Sebagian panas akan tersimpan dalam tumpukan dan sebagian lainnya digunakan untuk proses penguapan atau terlepas ke lingkungan sekitar. Semakin besar tumpukan, semakin tinggi daya isolasinya sehingga panas

yang dihasilkan dalam tumpukan semakin sulit terlepas dan suhu tumpukan menjadi lebih panas. tumpukan bahan yang terlalu rendah akan membuat bahan lebih cepat kehilangan panas sehingga temperatur yang tinggi tidak bisa dicapai. Selain itu, mikroorganisme pathogen tidak akan mati dan proses dekomposisi oleh mikroorganisme *termofilik* tidak akan tercapai. Ketinggian tumpukan yang baik dari berbagai jenis bahan adalah 1 – 1,2 m, dan tinggi maksimum 1,5 – 1,8 m.

4. Komposisi Bahan

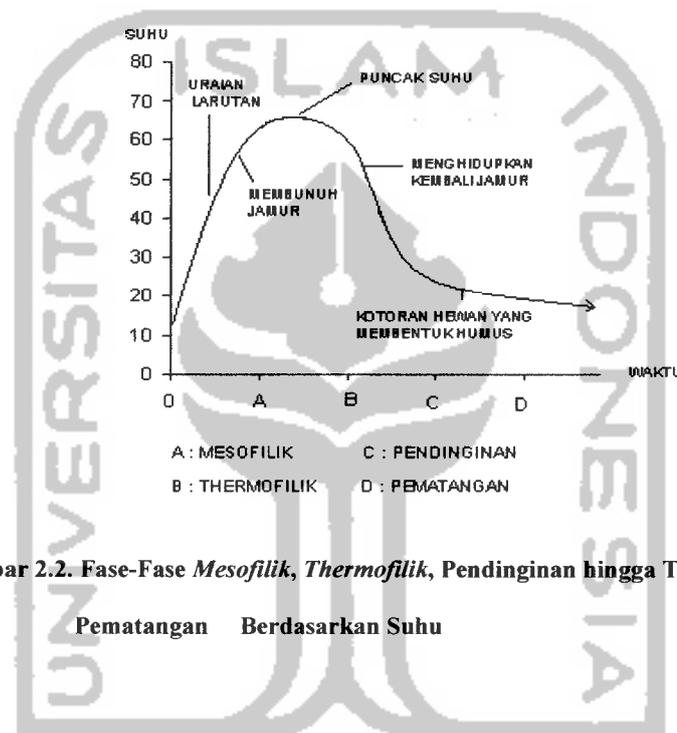
Seringkali untuk mempercepat dekomposisi ditambahkan kompos yang sudah jadi atau kotoran hewan sebagai aktivitas, ada juga yang menambahkan bahan makanan dan zat pertumbuhan yang dibutuhkan mikroorganisme sehingga selain dari bahan organik mikroorganisme juga mendapatkan bahan tersebut dari luar.

5. Jasad -Jasad Pembusuk

Proses pengomposan tergantung pada berbagai jasad renik. Berdasarkan kondisi habitatnya (terutama suhu) , jasad renik terdiri dari 2 golongan yaitu *mesofilia* dan *thermofilia*, masing masing jenis membentuk koloni atau habitatnya sendiri. Jasad renik golongan mesofilia hidup pada suhu 10°- 45° C, contoh mikroorganisme tersebut adalah jamur jamuran, *actinomyces* , cacing tanah, cacing kremi, keong kecil, lipan, semut, dan kumbang tanah. Jasad renik *thermofilia* hidup pada suhu 45°-65° C, contohnya cacing pita (hematoda), *protozoa* (binatang bersel satu), *rotifera*, kutu jamur dan sebagainya. Dilihat dari fungsinya, mikroorganisme *mesofilik* berfungsi untuk memperkecil ukuran

partikel bahan organik sehingga luas permukaan bahan bertambah dan mempercepat proses pengomposan. Sementara itu, bakteri *termofilik* yang tumbuh dalam waktu terbatas berfungsi untuk mengkonsumsi karbohidrat dan protein sehingga bahan kompos dapat terdegradasi dengan cepat, (Djuarnani, 2004).

Gambar fase-fase *mesofilik*, *termofilik*, pendinginan hingga tahap pematangan berdasarkan suhu dapat dilihat sebagai berikut, yaitu :



Gambar 2.2. Fase-Fase *Mesofilik*, *Thermofilik*, Pendinginan hingga Tahap Pematangan Berdasarkan Suhu

6. Kelembaban dan Oksigen

Kelembaban yang ideal antara 40 % - 60 % dengan tingkat yang terbaik adalah 50%, kisaran ini harus dipertahankan untuk memperoleh jumlah populasi jasad renik yang terbesar. Karena semakin besar jumlah populasi jasad pembusuk, berarti semakin cepat proses pembusukan.

Jika tumpukan terlalu lembab maka proses pengomposan akan terhambat. Kelebihan akan menutupi rongga udara di dalam tumpukan, sehingga akan membatasi kadar oksigen dalam tumpukan tersebut. Kekurangan udara akan membatasi kadar oksigen dalam tumpukan tersebut. Kekurangan udara akan menyebabkan jasad renik mati dan sebaliknya merangsang berkembangbiaknya jasad pembusuk yang anaerobik. Sebaliknya jika bahan organik tersebut terlalu kering maka proses pengomposan akan terganggu. Jasad renik membutuhkan air sebagai habitatnya, sehingga kurangnya kadar air dalam tumpukan akan membatasi ruang hidup jasad renik tersebut. Kadar air antara 50%-79% dan rata-rata 60% sangat cocok untuk proses pengomposan harus dijaga selama periode reaksi aktif, yaitu fase *mesofilik* dan *termofilik*.

Dewatered wastewater sludge umumnya masih terlalu basah untuk mencapai kondisi optimum pengomposan. Untuk menurunkannya, umumnya digunakan campuran bahan lain seperti sisa kulit buah-buahan atau bahan organik lain yang relatif kering. Pendekatan yang paling praktis-ekonomis dari setiap lokasi harus didasarkan pada beberapa faktor, yaitu:

- Perhitungan kesetimbangan massa yang masih memungkinkan terjadinya proses pengomposan berlangsung secara optimum dan efisien
- Kemudahan operasional dan tenaga kerja,
- Periode waktu yang dibutuhkan
- Luas lahan yang dibutuhkan
- Kondisi dan faktor lingkungan secara keseluruhan

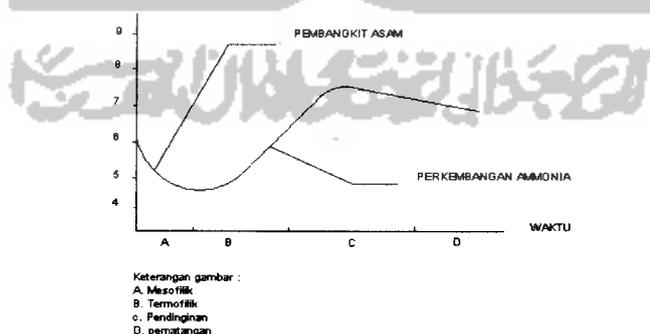
Persyaratan konsentrasi optimum dari oksigen di dalam massa kompos antara 5 – 15 % volume. Peningkatan kandungan oksigen melewati 15 %,

misalnya akibat pengaliran udara yang terlalu cepat atau terlalu sering dibalik akan menurunkan temperatur dari sistem. Setidaknya diperlukan kandungan Oksigen > 5 % untuk menjaga kestabilan kondisi aerobik, meskipun pada kondisi konsentrasi oksigen di dalam tumpukan yang hanya ~ 0.5 % tidak didapati adanya kondisi anaerobik. (Supriyanto, 2001)

7. Derajat Keasaman (pH)

Kondisi pH optimum untuk pertumbuhan bakteri pada umumnya adalah antara 6.0 – 7.5 dan 5.5 – 8.0 untuk fungi. Selama proses dan dalam tumpukan umumnya kondisi pH bervariasi dan akan terkontrol dengan sendirinya. Kondisi pH awal yang relatif tinggi, misalnya akibat penggunaan CaO pada sludge, akan melarutkan nitrogen dalam kompos dan selanjutnya akan diemisikan sebagai amoniak. Tidaklah mudah untuk mengatur kondisi pH dalam tumpukan massa kompos untuk pencapaian pertumbuhan biologis yang optimum, dan untuk itu juga belum ditemukan kontrol operasional yang efektif. (Supriyanto, 2001).

Gambar Variasi pH dalam Tumpukan Kompos dapat dilihat dibawah ini sebagai berikut, yaitu :



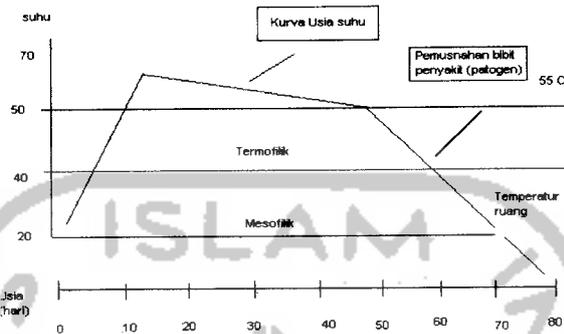
Gambar 2.3. Variasi pH dalam Tumpukan Kompos (Dalzell, 1991)

Seperti faktor lainnya, pH perlu dikontrol selama proses pengomposan berlangsung. Jika pH terlalu tinggi atau terlalu basa, konsumsi oksigen akan naik dan akan memberikan hasil yang buruk bagi lingkungan. pH yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan unsur nitrogen dalam bahan kompos akan berubah menjadi amonia, sebaliknya dalam keadaan pH rendah akan menyebabkan sebagian mikroorganisme mati. pH yang terlalu tinggi dapat diturunkan dengan penambahan kotoran hewan, urea, atau pupuk nitrogen, jika pH rendah bisa ditingkatkan dengan menambahkan kapur atau abu dapur kedalam bahan kompos (Djuarnani, 2004).

8. Suhu

Untuk tumpukan kisaran suhu ideal adalah 55° - 65° , tetapi harus $< 80^{\circ}$ dengan suhu minimum 45° selama proses pengomposan. Kondisi temperatur tersebut juga diperlukan untuk proses inaktivasi dari bakteri pathogen di dalam *sludge* (jika ada). *Moisture content*, kecepatan aerasi, ukuran dan bentuk tumpukan, kondisi lingkungan sekitar dan kandungan nutrisi sangat mempengaruhi distribusi temperatur dalam tumpukan kompos. Sebagai contoh, kecenderungan temperatur akan lebih rendah jika kondisi kelembaban berlebih karena panas yang dihasilkan akan digunakan untuk proses penguapan. Sebaliknya kondisi kelembaban yang rendah akan menurunkan aktivitas mikroba dan menurunkan kecepatan pembentukan panas. (Supriyanto, 2001).

Mikroorganisme belum dapat bekerja dalam temperatur rendah atau dalam keadaan dominan. Untuk menjaga temperatur dalam proses pengomposan agar tetap optimal sering dilakukan pembalikan. Usia suhu berbagai jasad renik dapat dilihat pada gambar di bawah ini sebagai berikut, yaitu :



Gambar 2.4. Kurva Usia Suhu berbagai jasad renik

Ringkasan nilai optimum dari faktor proses dalam pengomposan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Parameter pupuk kompos optimum.

Parameter	Nilai
Rasio C/N	25/1 sampai 35/1
Ukuran Partikel	10 mm untuk sistem <i>teragitasi</i> dan aerasi buatan 50 mm untuk tumpukan panjang dan aerasi
Kadar air	50 % sampai 60 %
Aliran udara	0,6 sampai 1,8 m ³ udara/hari/kg benda padat mudah menguap pada tahap <i>termofilik</i> , atau oksigen 10% sampai 18 %
Suhu	55 ⁰ sampai 60 ⁰ C/3 hari
Kendali pH	Biasanya tidak perlu
Ukuran Reaktor	Panjang berapa saja, tinggi 1 m, dan lebar 2 m untuk tumpukan dengan aerasi alami, dengan aerasi buatan, ukuran tumpukan tergantung pada kebutuhan tergantung pada kebutuhan akan pencegahan pemanasan yang berlebihan

(sumber : CPIS, 1992)

Pada Tabel 2.2 dapat dilihat komposisi dari bahan-bahan yang dapat dikomposisikan dengan rasio C/N dari masing masing bahan.

Tabel 2.2. Nilai kandungan C/N berbagai bahan organik.

Jenis Bahan	Rasio C/N
Kotoran manusia : - dibiarkan	6 : 1
- dihancurkan	16 : 1
Humus	10 : 1
Sisa dapur/makanan	15 : 1
Rumput - rumputan	19 : 1
Kotoran sapi	20 : 1
Kotoran kuda	25 : 1
Sisa buah buahan	35 : 1
Perdu/semak	40 – 80 : 1
Batang jagung	60 : 1
Jerami	80 : 1
Kulit batang pohon	100 – 130 : 1
Kertas	170 : 1
Serbuk gergaji	500 : 1
kayu	700 : 1

(sumber : CPIS, 1992)

2.2.4. Proses Pengomposan

Pemahaman dasar pada proses pengomposan dapat membantu meningkatkan hasil kompos yang berkualitas tinggi, mencegah beberapa masalah yang biasanya terjadi, mikroorganisme dalam kompos, pemenuhan udara, air, makan yang cocok dan suhu dapat menciptakan pengomposan yang baik. Pengomposan adalah proses aerobik, yang berarti itu bisa terjadi dengan adanya oksigen. Oksigen dapat disediakan dengan 2 (dua) jalan, yakni :

1. Dengan membalik tumpukan kompos.
2. Dengan aerasi buatan, yaitu dengan membuat pipa udara yang masuk kedalam tumpukan kompos.

Proses pengomposan dapat diklasifikasikan dalam 2 sistem, yaitu:

a. Sistem terbuka (*Unconfined process*):

Sistem terbuka, proses *windrow* dan *aerated static pile*, banyak dilakukan di USA. Tahapan dasar dari kedua proses adalah serupa, hanya teknologi prosesnya yang berbeda. Pada metode *windrow*, kontak oksigen dengan tumpukan kompos berlangsung secara konveksi alami dengan pembalikan, sedangkan pada *static pile* aerasi dilakukan dengan pengaliran udara. Sistem terbuka bukanlah tidak tertutup sama sekali tetapi masih memerlukan atap untuk perlindungan terhadap hujan. Pada sistem terbuka umumnya digunakan peralatan/mesin yang *portable* untuk proses pencampuran dan pengadukan/pembalikan. (Supriyanto, 2001).

Proses *windrow*, umumnya dilakukan pada kondisi terbuka sehingga cukup ventilasi dengan melakukan pengadukan/pembalikan tumpukan masa kompos untuk menjaga kondisi aerobik. Pada area dengan curah hujan tinggi dibutuhkan penutup. Pada proses ini campuran yang akan dikomposkan ditumpuk memanjang berbaris secara parallel. Penampang melintangnya dapat berbentuk trapesium ataupun segitiga, tergantung dari peralatan dan cara yang akan digunakan untuk pencampuran dan pembalikan. Lebar dasar pada umumnya ~ 5 m dan ketinggian di tengah ~ 1 – 2 m.

Proses *Aerated static pile*, sistem ini dikembangkan dalam rangka mengeliminasi masalah kebutuhan lahan dan masalah sulit lain pada sistem *windrow*. Penggunaan/pengaliran udara tekan memberikan kemudahan operasional dan ketepatan pengaturan kandungan oksigen dan kondisi temperatur di dalam tumpukan, yang tidak akan dijumpai pada sistem *windrow*. Dalam hal ini

porositas sangat berperan dan diatur dengan penggunaan *bulking agent* yang akan didaur-ulang setelah proses pengomposan sempurna. Meskipun porositas memegang peranan pada proses pengomposan sistem *aerated pile*, pengaturan *moisture content* juga tetap masih memegang peranan, yaitu antara 50 – 60 %. Dengan kondisi yang lebih terkendali tersebut maka waktu pengomposan relatif lebih cepat dan kemungkinan kondisi anaerobik juga dapat dicegah, sehingga masalah resiko bau dapat dikurangi.

(www.google.com, limbah lumpur organik).

b. Sistem tertutup (*Confined processes*)

Pada sistem tertutup digunakan fasilitas kontainer atau reaktor tertutup. Mekanisasi proses pengomposan berlangsung dalam sistem atau kontainer/reaktor tertutup. Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah bau dan mempercepat waktu proses dengan pengaturan kondisi lingkungan, seperti aliran udara, temperatur dan konsentrasi oksigen. Sistem tertutup ini membutuhkan biaya investasi yang jauh lebih mahal dibandingkan sistem terbuka. Hanya beberapa tempat saja di USA yang mengoperasikan sistem ini, terutama untuk pengomposan campuran sampah dengan *wastewater sludge*. (Supriyanto, 2001).

Meskipun setiap teknik pengomposan mempunyai ciri tersendiri, tetapi proses dasarnya serupa. Tahap dasar proses pengomposan adalah sebagai berikut :

- Jika diperlukan, ditambahkan *bulking agent* sebagai fungsi pengatur/pengontrol porositas dan kelembaban.
- Penambahan bahan organik lain sebagai sumber nutrisi, umumnya sumber senyawa Karbon (contohnya serbuk gergaji, jerami, sekam dan kulit padi dll)

yang dicampurkan ke *wastewater sludge* untuk mendapatkan campuran yang sesuai bagi kelangsungan proses pengomposan. Campuran tersebut harus cukup berpori, stabil secara struktural dan proses pengomposan dapat berlangsung dengan sendirinya.

- Temperatur dapat mencapai 45 – 65 °C sehingga bakteri patogen akan mati, disamping itu juga untuk mendorong proses penguapan sehingga kandungan air dari produk akhir akan menurun.
- Kompos disimpan selama beberapa waktu kemudian untuk *stabilisasi* pada temperatur rendah, mendekati temperatur sekeliling.
- Jika diperlukan, pengaliran udara kering pada kompos yang terlalu basah untuk kemudahan transportasi dan aplikasi selanjutnya.
- Pemisahan *bulking agent*, jika pada awalnya digunakan dan akan didaur-ulang.

Menurut Polprasert (1989) fase-fase yang terjadi selama proses pengomposan berdasarkan suhu adalah :

a. Fase laten

Yaitu mikroorganismen memerlukan waktu untuk menyesuaikan diri dan membentuk koloni pada lingkungan baru dalam tumpukan kompos.

b. Fase pertumbuhan

Dapat dilihat dengan meningkatnya suhu yang dihasilkan secara biologi ketinggian *mesofilik*.

c. Fase *termofilik*

Suhu meningkat pada tingkat yang paling tinggi, fase ini *stabilisasi* dan pemusnahan patogen sangat efektif.

d. Fase pematangan

Suhu turun ke *mesofilik*, hingga sampai tingkat ambient (ambang batas) reaksi nitrifikasi dimana ammonia (hasil samping dari *stabilisasi*) dioksidasi secara biologis menjadi nitrit (NO_2) dan akhirnya nitrat (NO_3) juga turut berperan.

2.2.5. Kotoran Sapi

Kotoran sapi atau tinja adalah salah satu limbah ternak yang cukup potensial dan memiliki keunggulan tersendiri. Selain dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman, juga dapat mengembangkan kehidupan mikro organisme yang dapat mempercepat proses pengomposan. Jenis mikroba yang terdapat dalam kotoran sapi adalah cendawan jamur golongan *mesofilik* dan *termofilik* serta *actinomicetes* (Elisabeth lawira, 2000). Komposisi unsur hara kotoran sapi adalah $\text{N} = 1.67 \%$, $\text{P} = 0.48\%$, $\text{K} = 0.46\%$.

(Anonim, Lab Pertanian UGM).

Kotoran sapi ada dua (2) macam, yaitu :

1. Kotoran sapi kering

Penggunaan kotoran sapi kering dapat mengurangi pengaruh kenaikan temperatur selama proses dekomposisi dan terjadinya kekurangan nitrogen yang diperlukan tanaman. Kotoran sapi kering mempunyai kandungan nitrogen sebesar 2,41 %.

2. Kotoran sapi cair

Kotoran sapi cair juga baik sebagai sumber hara tanaman. *Faeces* sapi merupakan *faeces* yang banyak mengandung air dan lendir. Pada *faeces* padat bila terpengaruh oleh udara terjadi pergerakan-pergerakan

sehingga keadaan menjadi keras, dalam keadaan demikian peranan jasad-jasad renik untuk mengubah bahan-bahan yang terkandung dalam *faeces* menjadi zat-zat hara yang tersedia dalam tanah untuk mencukupi keperluan pertumbuhan tanaman mengalami hambatan-hambatan, perubahan secara perlahan-lahan.

(Setyawati.,2004)

2.2.6. Jerami

Jerami padi merupakan bahan sisa panen yang dapat digunakan sebagai bahan organik. Jerami padi kaya akan unsur *silikat kalium*, disamping unsur-unsur lain seperti *Ca*, *Mg*, *N* dan *P*. komposisi unsur hara jerami padi adalah $(Ca + Mg) = 1,75 \%$, $Si = 9,6 \%$, $N = 0,85 \%$, $P = 0,08 \%$, serta $K = 1,85$. (Setyawati, 2004).

Pemberian jerami padi dapat mempengaruhi sifat tanah yaitu :

1. Meningkatkan kematangan agregat dan meningkatkan jumlah agregat yang mempunyai diameter lebih dari 3 mm.
2. Menurunkan berat isi tanah.
3. Meningkatkan kapasitas Penahan air tanah.
4. Meningkatkan KTK (kapasitas tukar kation tanah) dan meningkatkan ion yang dapat ditukar terutama K dan Ca.
5. Meningkatkan tersedianya N, P, dan Si tanah.
6. Meningkatkan pH tanah .

Berikut ini tabel komposisi C/N, kadar air, karbon (C) dan nitrogen (N) pada beberapa bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3. Komposisi C/N, kadar air, C dan N 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)

(Djuarnani, 2004)

2.2.7. Lumpur Limbah (*Wastewater Sludge*)

Limbah Lumpur yang dimaksudkan adalah limbah Lumpur yang dibentuk dari bahan sisa atau limbah pengolahan air buangan melalui proses yang ramah lingkungan serta aman terhadap kesehatan baik saat diterapkan limbah Lumpur dikembangkan untuk mengurangi dampak negatif dari limbah terhadap lingkungan. Semakin berkembangnya kegiatan industri dan aktivitas lainnya akan membawa konsekwensi yang luas termasuk timbulnya bahan limbah yang dihasilkan.

Secara umum limbah Lumpur merupakan bahan buangan dari suatu proses yang dalam jumlah tertentu bila tidak ditangani secara baik akan menimbulkan gangguan lingkungan. Selanjutnya agar limbah Lumpur dari beberapa proses tersebut tidak menimbulkan dampak negatif, maka perlu pengelolaan yang lebih

baik dengan memanfaatkan kembali secara optimal, tepat dan bijaksana. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kegunaannya sebagai bahan bangunan.

(www.google.com, lumpur limbah organik)

Secara umum dapat dikatakan bahwa *sludge* merupakan mikroorganisme yang bekerja untuk mengurai komponen organik dalam sistem pengolahan air limbah. *Sludge* akan selalu diproduksi sebagai hasil dari pertumbuhan bakteri/mikroorganisme pengurai selama proses berlangsung. Tumpukan lumpur pada bak tersebut dibiarkan tanpa pengolahan, tentunya akan menimbulkan gangguan terhadap mutu lingkungan sekitarnya antara lain menjadi tempat bersarang dari berbagai macam vektor, menimbulkan bau, mengganggu pemandangan, mengotori tanah dan merupakan sumber media perkembangan hama penyakit (Supriyanto. 2001).

Komposisi dasar dari sel terdiri dari 90 % organik dan 10 % anorganik. Jumlah *sludge* akan selalu meningkat sejalan dengan peningkatan beban cemaran yang terolah. Secara biologi, mikroorganisme tersebut terdiri dari group *procaryotic* dan group *eucaryotic*. Parameter-parameter yang terkandung dalam lumpur tersebut untuk organik memiliki kandungan C = 53 % dan C/N ratio empiris = 4,3 %. Untuk anorganik terdiri dari P = 50 %, S = 15 %, Na = 11 %, Ca = 9%, Mg = 8%, K = 6 % dan Fe = 1%.

Jumlah *sludge* akan selalu meningkat sejalan dengan peningkatan beban cemaran yang terolah. Secara biologi, mikroorganisme tersebut terdiri dari group *procaryotic* dan group *eucaryotic* (Supriyanto, 2001).

2.2.8 Waktu Pembalikan

Dilakukan pembalikan pada keadaan :

1. Suhu tumpukan diatas 65° C, pembalikan dilakukan untuk mencegah panas dan pengeluaran H_2O dan CO_2 yang berlebihan.
 2. Suhu tumpukan dibawah 45° C pada tumpukan berusia 1 – 30 hari, suhu dibawah optimum (kurang dari 45° C) menunjukkan bahwa kegiatan jasad renik tidak terjadi secara optimum, hal ini disebabkan oleh kekurangan oksigen ,terlalu basah atau terlalu kering. Usia tumpukan lebih dari 30 hari, suhu dibawah 45° C bias berarti kompos telah matang.
 3. Tumpukan terlalu basah, pembalikan dilakukan untuk mempercepat penguapan air dari tumpukan.
 4. Tumpukan terlalu padat, kepadatan akan membatasi rongga udara, oksigen terlalu sedikit atau tanpa oksigen akan menyebabkan pembusukan terjadi secara anaerobik.
- (Setyawati, 2004).

2.2.9. Persyaratan Kompos

2.2.9.1. Kematangan Kompos

Karakteristik kompos yang telah selesai mengalami proses dekomposisi adalah sebagai berikut :

- Penurunan temperatur diakhir proses.
- Penurunan kandungan organik kompos, kandungan air, dan rasio C/N.
- Berwarna coklat tua sampai kehitam hitaman.
- Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga diakhir proses.

- Hilangnya bau busuk.
- Adanya warna putih atau abu abu, karena pertumbuhan mikroba.
- Memiliki temperatur yang hampir sama dengan temperatur udara.
- Tidak mengandung asam lemak yang menguap.
- C/N - rasio mempunyai nilai (10 - 20) : 1.
- Suhu sesuai dengan dengan suhu air tanah.
- Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah.
- berbau tanah.

(Djuarnani, 2004 dan SNI 19 - 7030 - 2004)

2.2.9.2. Tidak mengandung bahan asing

Tidak mengandung bahan asing seperti berikut :

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

2.2.9.3. Unsur mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan :

- Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn).
- Logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah.

2.2.9.4. Organisme patogen

Organisme pathogen tidak melampaui batas berikut :

- *Fecal Coli* 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering.
- *Salmonella* sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering.

Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

2.2.9.5. Pencemar organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan KEPMEN PERTANIAN No 434.1/KPTS/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis Pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang.

2.2.10. Kriteria Kualitas Kompos Yang Baik

Kriteria untuk kualitas kompos sebagai berikut :

1. Kandungan material organik

Kompos harus kaya dengan material organik. Materi organik berfungsi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan erosi.

2. Kelembaban

Kelembaban kompos tidak boleh terlalu tinggi, kelembaban yang dianjurkan untuk kompos 25 %.

3. Derajat Keasaman (pH)

4. Untuk pertumbuhan tanaman, derajat keasaman yang ideal berkisar antara 6-8
5. Rasio C/N (10 - 20) :1.
6. Salah satu syarat mutu kompos adalah untuk perlindungan rasio karbon : nitrogen kurang dari 20 : 1, sedangkan rasio antara 15 : 1 sampai 30 : 1 dimasukkan sebagai batasan untuk menentukan kematangan kompos.
(SNI 19 - 7030 – 2004.)

2.2.11. Pengaruh Kompos Terhadap Tanaman

Kompos merupakan hasil pelapukan bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan pertumbuhan dan resistensi tanaman. Unsur hara yang terdapat pada kompos ini adalah N, P, K. Adapun pengaruh masing-masing unsur hara tersebut terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut :

A. Pengaruh Nitrogen (N) terhadap tanaman

Pengaruh Nitrogen terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

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

B. Pengaruh Posfor (P) terhadap tanaman

Pengaruh Posfor terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai.
2. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
3. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah.
4. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

C. Pengaruh Kalium (K) terhadap tanaman

Pengaruh Kalium terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat.
2. Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman.
3. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
4. Meningkatkan kualitas biji (buah).

2.3. Hipotesa

Berdasarkan karakteristik bahan Lumpur limbah, Serbuk Jerami, dan Kotoran Sapi diharapkan dapat menjadi komposisi bahan pembuatan pupuk organik yang optimal, semakin banyak penambahan kotoran sapi maka kandungan C/N, N, P, K didapatkan semakin tinggi, sehingga pematangan kompos dapat berlangsung cepat.