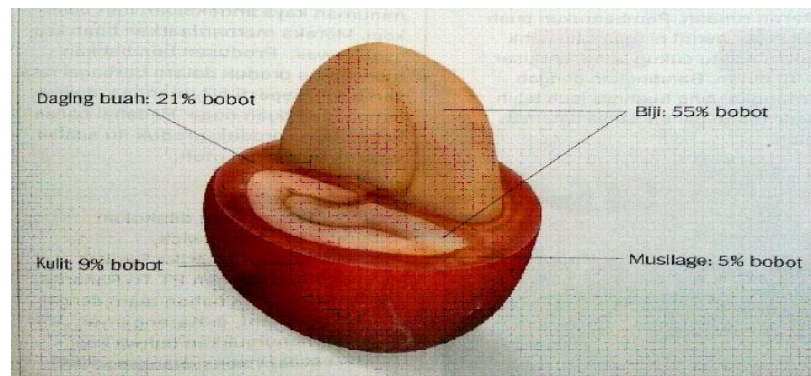


II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kopi

Lampung merupakan penghasil kopi Robusta terbesar di Indonesia, produksi pada tahun 2012 sekitar 145.009 ton. Areal perkebunan kopi Robusta di Lampung seluas 162.247 hektar yang dikelola oleh 218.447 orang petani, dengan rata-rata per hektare kebun menghasilkan 700 kg hingga 800 kg kopi biji (Dinas Perkebunan, 2013).



Gambar 1. Buah Kopi (Widyotomo, 2013)

Pengolahan kopi Robusta menjadi kopi biji di Lampung umumnya dilakukan dengan pengolahan secara kering. Kopi setelah panen langsung dilakukan penjemuran untuk penurunan kadar air kopi dari 60 – 65 % menjadi 12 – 13 % agar mutu biji kopi tidak rusak selama penyimpanan (Anonim, 2011), kemudian

kopi dikupas dengan mesin huller. Mesin huller yang berfungsi sebagai pengupas kopi menghasilkan kulit kopi kering sebagai limbah dan kopi biji sebagai produk utama. Kulit kopi kering ini mempunyai dampak negatif bagi lingkungan apabila tidak dilakukan penanganan dengan baik.



Gambar 2. Diagram Alir Pemisahan Biji Kopi dan Kulit Kopi dengan Mesin Huller

B. Kulit Kopi Kering

Kulit kopi sebagai limbah tanaman kopi terdiri atas kulit buah dan kulit tanduk kopi. Dengan produksi kopi mencapai 460.000 ton biji kopi, maka kulit buah kopi dapat mencapai 121.000 ton, sedangkan kulit tanduk sebesar 22.000 ton. Kulit tanduk kopi memiliki kadar air relatif rendah sehingga digunakan sebagai bahan bakar untuk pengering kopi. Nilai kalori kulit tanduk kopi adalah sebesar 4600 kkal/kg, sedangkan kulit buah dengan kandungan air 5% nilai tersebut 3300 kkal/kg (Adams and Dougan, 1982).

Sebagai limbah padat industri kopi, kulit kopi berpotensi untuk digunakan sebagai sumber bahan organik tanah dengan syarat telah dikomposkan terlebih dahulu. Hal ini mengingat bahwa rasio C/N kulit buah kopi sekitar 40, sedangkan untuk kulit tanduk kopi sekitar 140, yang merupakan angka yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan rasio C/N tanah 10-20. Pengomposan limbah padat mesti dilakukan untuk menghindari pengaruh negatifnya terhadap tanaman akibat rasio C/N bahan yang tinggi, disamping untuk mengurangi volume bahan agar memudahkan dalam aplikasi serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Kandungan hara kompos kulit tanduk kopi adalah 0,82% N, 52,4% C-organik, 0,05% P₂O₅, 0,84% K₂O, 0,58% CaO, 0,86 MgO, sedangkan kandungan hara kompos kulit buah kopi adalah 2,98% N, 45,3% C-organik, 0,018% P₂O₅, 2,28% K₂O, 1,22% CaO dan 0,21% MgO (Baon dkk, 2005).

Tabel 1. Komposisi kimia limbah kopi terfermentasi

No	Bahan	Kandungan Nutrisi				
		CP	CF	Fat	Ca	P
1.	Limbah Kopi Non fermentasi	7,80	18,2	1,07	0,23	0,02
2.	Limbah Kopi terfermentasi	12,43	11,05	1,05	0,34	0,07

Sumber : Guntoro, dkk (2004)

Keterangan : CP = Crude Protein, CF = Crude Fiber, Ca = Calsium, P = Protein

Pada penelitian ini mengambil limbah kulit kopi yang diolah secara kering hasil pengupasan dengan mesin huller jadi merupakan campuran kulit buah kering dan kulit tanduk.

C. Kotoran Ternak

Kotoran ternak merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari hewan ternak yang dipelihara dan dibudidayakan. Kotoran ternak memiliki potensi yang besar dalam pemanfaatan dan pengembangannya seiring dengan banyaknya hewan ternak yang dibudidayakan oleh masyarakat maupun perusahaan hewan ternak (Priyanto dkk, 2004). Kotoran ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran ternak ayam, kotoran ternak kambing, dan kotoran ternak sapi.

1. Kotoran Ayam

Kotoran ayam merupakan salah satu limbah yang dihasilkan baik ayam petelur maupun ayam pedaging yang memiliki potensi yang besar sebagai pupuk organik. Komposisi kotoran sangat bervariasi tergantung pada sifat fisiologis ayam, ransum yang dimakan, lingkungan kandang termasuk suhu dan kelembaban.

Kotoran ayam merupakan salah satu bahan organik yang berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan pertumbuhan tanaman. Kotoran ayam mempunyai kadar unsur hara dan bahan organik yang tinggi serta kadar air yang rendah. Setiap ekor ayam kurang lebih menghasilkan ekskreta per hari sebesar 6,6% dari bobot hidup (Taiganides, 1977). Kotoran ayam memiliki kandungan unsur hara N 1%, P 0,80%, K 0,40% dan kadar air 55% (Lingga, 1986). Hasil analisis yang dilakukan oleh Suryani, dkk (2010), bakteri yang ditemukan pada kotoran ternak ayam antara lain *Lactobacillus achidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mensenteroides* dan *Streptococcus thermophilus*, sebagian kecil terdapat *Actinomycetes* dan kapang. Raihan (2000), menyatakan bahwa penggunaan bahan organik kotoran ayam mempunyai beberapa keuntungan antara lain sebagai pemasok hara tanah dan meningkatkan retensi air.

Apabila kandungan air tanah meningkat, proses perombakan bahan organik akan banyak menghasilkan asam-asam organik. Anion dari asam organik dapat mendesak fosfat yang terikat oleh Fe dan Al sehingga fosfat dapat terlepas dan tersedia bagi tanaman. Penambahan kotoran ayam berpengaruh positif pada tanah masam berkadar bahan organik rendah karena pupuk organik mampu meningkatkan kadar P, K, Ca dan Mg tersedia. Beberapa hasil penelitian aplikasi pupuk kandang ayam selalu memberikan respon tanaman terbaik pada musim pertama. Hal ini terjadi karena pupuk kandang ayam yang lebih cepat terdekomposisi serta mempunyai kadar hara yang cukup pula jika dibandingkan dengan jumlah unit yang sama dengan pupuk kandang lainnya (Widiowati dkk, 2005).

Tabel 2. Kandungan hara kotoran ayam

Jenis analisis	Kadar (%)
Kadar Air	57
Bahan Organik	29
N	1,5
P ₂ O ₅	1,3
K ₂ O	0,8
CaO	4,0
Nisbah C/N	9-11

Sumber : Lingga (1991)

2. Kotoran Sapi

Umumnya tujuan para peternak dalam beternak sapi adalah untuk mendapatkan daging sapi atau susu sapi. Selain menghasilkan daging atau susu, beternak sapi juga menghasilkan produk lain berupa kotoran. Menurut Setiawan (1999), ada tiga pilihan untuk memanfaatkan kotoran ternak yaitu : menggunakan kotoran ternak untuk pupuk, penghasil biogas, dan bahan pembuat bio arang. Zat-zat yang terkandung dalam kotoran ternak dapat dimanfaatkan kembali dengan menggunakan kotoran ternak sebagai pupuk kandang. Kandungan unsur hara dalam kotoran yang penting untuk tanaman adalah unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Dalzel *et al* (1987) dalam Outerbridge (1991) menyatakan bahwa kotoran ternak merupakan bahan organik dengan nilai C/N rendah. Oleh karena itu kotoran ternak dapat dicampur dengan limbah tanaman yang memiliki C/N yang tinggi untuk dijadikan kompos yang baik. Seekor sapi dapat menghasilkan kotoran antara 8-10 kg/harinya. Kotoran sapi akan menimbulkan masalah bila tidak dimanfaatkan dan ditangani dengan baik. Hal tersebut tentu tidak dapat dibiarkan begitu saja, karena selain mengganggu dan mengotori lingkungan, juga sangat berpotensi untuk menimbulkan penyakit bagi masyarakat sekitarnya.

Ternak ruminansia seperti sapi mempunyai sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput atau tumbuhan hijau lain yang memiliki serat yang tinggi. Karena itu kotoran sapi masih memiliki banyak kandungan mikroba yang ikut terbawa pada feses yang dihasilkan. Hasil analisis yang dilakukan oleh Bai *et al.* (2012), menyebutkan bahwa total mikroba kotoran sapi mencapai 3.05×10^{11} cfu/gr dan total fungi mencapai 6.55×10^4 . Komposisi mikroba dari kotoran sapi mencakup ± 60 spesies bakteri (*Bacillus sp.*, *Vigna sinensis*, *Corynebacterium sp.*, dan *Lactobacillus sp.*), jamur (*Aspergillus* dan *Trichoderma*), ± 100 spesies protozoa dan ragi (*Saccharomyces* dan *Candida*). Bakteri yang terdapat pada kotoran sapi mayoritas jenis bakteri fermentor selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Kotoran sapi terdiri dari serat tercerna, beberapa produk terekskresi berasal dari empedu (pigmen), bakteri usus, dan lendir.

Kotoran sapi merupakan bahan organik yang secara spesifik berperan meningkatkan ketersediaan fosfor dan unsur-unsur mikro, mengurangi pengaruh buruk dari aluminium, menyediakan karbondioksida pada kanopi tanaman, terutama pada tanaman dengan kanopi lebat dimana sirkulasi udara terbatas. Kotoran sapi banyak mengandung hara yang dibutuhkan tanaman seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, belerang dan boron (Brady, 1974, dalam Sudarkoco, 1992). Kotoran sapi mempunyai C/N rasio yang rendah yaitu 11, hal ini berarti dalam kotoran sapi banyak mengandung unsur nitrogen (N). Komposisi kimia kotoran sapi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan hara kotoran sapi

Jenis analisis	Kadar (%)
Kadar Air	80
Bahan Organik	16
N	0,3
P ₂ O ₅	0,2
K ₂ O	0,15
CaO	0,2
Nisbah C/N	20-25

Sumber : Lingga (1991)

3. Kotoran Kambing

Kambing merupakan salah satu hewan yang mampu beradaptasi dengan baik diberbagai kondisi lingkungan. Kambing tersebar luas di wilayah Indonesia. Kegunaan kambing umumnya dimanfaatkan dagingnya. Namun, di Indonesia akhir-akhir ini sudah berkembang pesat peternakan kambing yang memproduksi susu sebagai produk utama. Disamping produk berupa susu dan daging dari kambing, terdapat limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan kambing yaitu feses atau kotoran yang dihasilkan kambing setiap harinya.

Tekstur feses kambing adalah sangat khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agar sukar dipecah secara fisik sehingga berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Hasil analisis yang dilakukan oleh Hidayati dkk (2010) menyatakan bahwa total jumlah bakteri yang terdapat pada kotoran kambing adalah 52×10^6 cfu/gr, sedangkan total koliform mencapai $27,8 \times 10^6$ cfu/gr. Umumnya kotoran kambing mempunyai C/N rasio diatas 30 (Widowati dkk, 2005). Tiap satu ekor kambing akan menghasilkan ± 4 kg feses per harinya. Dilihat dari jumlah feses yang dihasilkan serta tingginya rasio C/N kotoran kambing, pengomposan merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan C/N rasio mendekati C/N rasio tanah sehingga aman untuk

digunakan sebagai pupuk serta menambah nilai ekonomis dari kotoran ternak kambing yang bernilai ekonomis rendah.

Tekstur dari kotoran kambing adalah khas, karena berbentuk butiran – butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Nilai rasio C/N pupuk kandang kambing pada umumnya masih diatas 30. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai $C/N < 20$, sehingga pupuk kandang kambing akan lebih baik penggunaannya bila dikomposkan terlebih dahulu. Kalaupun akan digunakan secara langsung, pupuk kandang ini akan memberikan manfaat yang lebih baik pada musim penanaman. Kadar air pupuk kandang kambing relatif lebih rendah dari pupuk kandang sapi dan sedikit lebih tinggi dari pupuk kandang ayam.

Tabel 4. Kandungan hara kotoran kambing

Jenis analisis	Kadar (%)
Kadar Air	64
Bahan Organik	31
N	0,7
P ₂ O ₅	0,4
K ₂ O	0,25
CaO	0,4
Nisbah C/N	20-25

Sumber : Lingga (1991)

D. Pengomposan

1. Pengertian dan Manfaat Pengomposan

Kompos adalah hasil penguraian parsial/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 (Modifikasi dari Crawford, 2003). Murbandono (2008), menyatakan bahwa kompos merupakan hasil fermentasi atau dekomposisi dari bahan-bahan organik seperti tanaman, hewan, atau limbah organik lainnya. Kompos sebagai pupuk organik mempunyai fungsi untuk memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, dan meningkatkan daya ikat tanah terhadap unsur hara. Kompos juga mengandung zat hara yang lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman.

Proses pengomposan adalah proses penguraian bahan organik secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Pengomposan merupakan dekomposisi biologi dan stabilisasi bahan organik pada kondisi suhu tinggi dengan produk akhir yang cukup stabil untuk penyimpanan dan memperbaiki tanah pertanian tanpa menimbulkan dampak lingkungan (Haug, 1980). Membuat kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan.

Pemupukan menggunakan kompos mengakibatkan tanah yang strukturnya ringan (berpasir atau remah) menjadi lebih baik, daya ikat air menjadi lebih tinggi. Sementara itu, tanah yang berat (tanah liat) menjadi lebih optimal dalam mengikat air. Kompos juga mengandung zat hara yang lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Lingga dan Marsono (2008), kandungan utama yang terdapat dalam kompos adalah nitrogen, kalium, fosfor, kalsium, karbon dan magnesium yang mampu memperbaiki kesuburan tanah walaupun kadarnya rendah. Kompos

merupakan semua bahan organik yang telah mengalami degradasi atau pengomposan sehingga berubah bentuk dan sudah tidak dikenali bentuk aslinya, berwarna kehitam-hitaman, dan tidak berbau (Rynk, 1992). Bahan organik tersebut dapat berasal dari bahan pertanian (limbah tanaman dan limbah ternak), limbah padat industri dan limbah rumah tangga.

Proses pengomposan dapat dibuat dengan dua cara, yaitu dengan bantuan oksigen (aerobik) dan tanpa bantuan oksigen (anaerobik). Pembuatan kompos aerobik dilakukan di tempat terbuka karena mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut membutuhkan oksigen. Untuk pembuatan kompos secara anaerobik dilakukan di tempat tertutup karena mikroba yang berperan tidak membutuhkan oksigen. Umumnya pembuatan kompos dilakukan secara aerobik. Proses dekomposisi secara anaerobik tidak diinginkan selama proses pengomposan karena akan dihasilkan bau yang tidak sedap serta memerlukan waktu lebih lama. Proses anaerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap, seperti: asam-asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, putrescine), amonia, dan H₂S (Yuwono, 2005).

Kompos seperti 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 kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini akan membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dari tanah dan menghasilkan senyawa yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Aktivitas mikroba tanah

juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengomposan yaitu rasio C/N, ukuran partikel, aerasi, porositas, kelembaban, temperatur, pH, kandungan hara, dan kandungan zat berbahaya (Isroi, 2007).

Kompos dapat digunakan sebagai pupuk organik seperti hasil penelitian Sutanto dan Utami (1995), bahwa tanaman kacang tanah yang ditanam di tanah kritis dengan menggunakan beberapa jenis kompos dapat menghasilkan kacang yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pupuk kimiawi sesuai dengan dosis anjuran. Hermawan, dkk. (1999), mengemukakan bahwa kompos bioaktif tandan kosong kelapa sawit yang telah matang diberikan ke tanaman kelapa sawit dengan cara dibenam dalam parit mampu secara langsung menghemat 50% dosis pupuk konvensional tanpa berpengaruh negatif terhadap produksi. Selain itu dapat mempercepat lama produksi tanaman kelapa sawit dari 30-32 bulan menjadi 22 bulan jika kompos tandan kelapa sawit diaplikasikan ke lubang tanam pada saat penanaman.

2. Prinsip Pengomposan

Proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Pembuatan kompos memerlukan waktu 2-3 bulan bahkan ada yang memerlukan waktu hingga 6-12 bulan tergantung dari bahan baku (Djuarni dkk, 2006). Tenggang waktu pembuatan pupuk organik yang relatif lama sementara kebutuhan pupuk yang terus meningkat memungkinkan terjadinya kekosongan ketersediaan pupuk. Oleh karena itu, telah banyak penelitian untuk mensiasati dan mempercepat proses pengomposan. Beberapa hasil penelitian

menunjukkan proses pengomposan dapat dipercepat menjadi 2-3 minggu atau 1-1,5 bulan tergantung pada bahan dasar yang digunakan (Sutanto, 2002).

Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik hingga sama dengan C/N tanah yaitu antara 10-20 (Epstein, 1997). Penurunan rasio ini dimaksudkan untuk memudahkan tanaman menyerap unsur hara dari kompos.

Proses pengomposan akan segera berlangsung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Proses pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan (Isroi, 2007). 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 dan akan diikuti dengan peningkatan pH kompos.

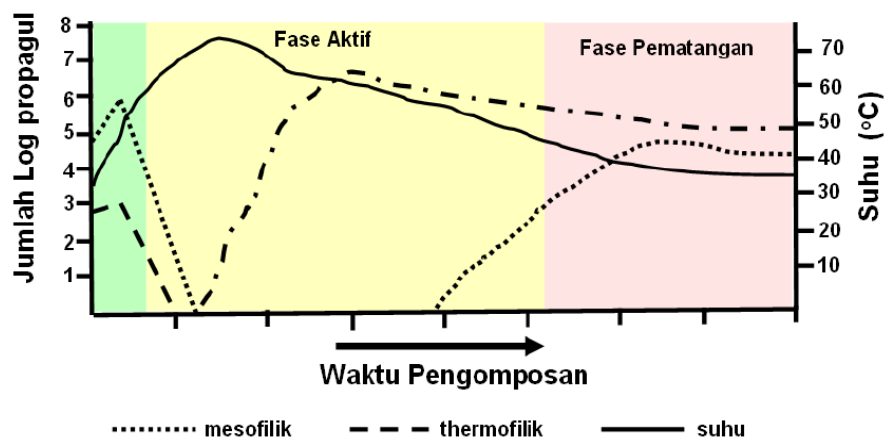
Suhu akan meningkat hingga di atas 50°C-70°C. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi (Isroi, 2007). Pada saat ini terjadi dekomposisi atau penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas (Rynk, 1992). Setelah sebagian besar bahan 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. Gambaran umum mengenai proses pengomposan dan perubahan suhu yang terjadi selama pengomposan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 3. Proses umum pengomposan limbah padat organik (Rynk, 1992, dimodifikasi)



Gambar 4. Perubahan suhu dan jumlah mikroba selama proses Pengomposan

Hasil oksidasi bahan organik dilepas ke udara dalam bentuk CO_2 . Organisme yang berperan dalam proses pengomposan dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan perubahan suhu selama proses pengomposan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Organisme yang terlibat dalam proses pengomposan

Kelompok Organisme	Organisme	Jumlah/g Kompos
Mikroflora	Bakteri	$10^8 - 10^9$
	Actinomycetes	$10^5 - 10^8$
	Kapang	$10^4 - 10^6$
Mikrofauna	Protozoa	$10^4 - 10^5$
Makroflora	Jamur tingkat tinggi	
Makrofauna	Cacing tanah, rayap, semut, kutu	

Sumber : Isroi, 2007

Tabel 6. Perubahan suhu pada proses pengomposan

Fase	Suhu ($^{\circ}$ C)	Mikroorganisme
Latent	20-25	
Pertumbuhan	25-40	Mesofilik
Termofilik	40-60	Termofilik
Pematangan	20-40	Mesofilik

Sumber : Polprasert, 1989

3. Faktor yang mempengaruhi proses pengomposan

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain (Isroi, 2007) :

a.) Rasio C/N

Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein (Isroi, 2007). Pada rasio C/N di antara 30 s/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat. Umumnya, masalah utama pengomposan adalah pada rasio C/N yang tinggi, terutama jika bahan utamanya adalah bahan yang mengandung kadar kayu tinggi (sisa gergajian kayu, ranting, ampas tebu, dsb). Untuk menurunkan rasio C/N diperlukan perlakuan khusus, misalnya

menambahkan mikroorganisme selulolitik (Epstein, 1997) atau dengan menambahkan kotoran hewan karena kotoran hewan mengandung banyak senyawa nitrogen serta mikroorganisme pendegradasi.

b.) Ukuran Partikel

Aktivitas mikroba berada di antara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat (Polpraset, 1989). Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut. Pencacahan bahan organik jelas akan sangat membantu kecepatan pengomposan, perlakuan awal dan proporsional campuran jenis bahan organik yg digunakan juga sangat membantu percepatan dan kualitas hasil pengomposan. Ukuran partikel juga sangat mempengaruhi proses percepatan pengomposan. Ukuran partikel bahan yang optimal untuk dikomposkan berkisar dari 0,32 cm hingga 1,50 cm, ukuran ini sangat relatif (Murbando, 2008).

c.) Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat berlangsung dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Apabila kekurangan oksigen, proses dekomposisi tidak berjalan dengan baik. Aerasi pada pengomposan secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang mengakibatkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk kedalam tumpukan kompos (Murbando, 2008). Aerasi ditentukan dengan porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila proses aerasi terlambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menimbulkan bau yang

tidak sedap. Agar tidak terjadi kekurangan oksigen dalam proses pengomposan, maka dilakukan pembalikan minimal satu minggu sekali. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan cara *force aeration* (menghembuskan udara dengan kompresor) atau dengan efek cerobong. Namun, pemberian aerasi yang terbaik adalah dengan pembalikan bahan. Perlakuan ini sekaligus untuk homogenisasi bahan (Paulin and O'malley. 2008).

Hasil penelitian Harmoko (2008), menunjukkan bahwa frekuensi pembalikan tumpukan kompos bagasse : blotong : abu (5:3:1), 7- 10 hari sekali lebih baik dibandingkan pembalikan 5 hari sekali. Hal ini terjadi karena tumpukan bahan kompos dari bagasse mempunyai sifat porous sehingga tidak perlu dilakukan pembalikan yang terlalu sering.

d.) Porositas

Porositas adalah ruang di antara 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 mensuplay oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dipenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu. Porositas dipengaruhi oleh kadar air dan udara dalam tumpukan. Oleh karena itu, untuk menciptakan kondisi porositas yang ideal pada saat pengomposan, perlu diperhatikan kandungan air dan kelembaban kompos (Jeris and Regan, 1993).

e.) Kelembaban (Moisture content)

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Organisme pengurai dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba aerob. Yang mana kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan. Jika kelembaban lebih besar dari 60%, maka unsur hara akan tercuci dan volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerob. Oleh karena itu, menjaga kandungan air agar kelembaban ideal untuk pengomposan sangatlah penting. (Jeris and Regan, 1993).

f.) Suhu

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Peningkatan antara suhu dengan konsumsi oksigen memiliki hubungan perbandingan yang lurus. Semakin tinggi suhu, maka akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses penguraian. Tingginya oksigen yang dikonsumsi akan menghasilkan CO₂ dari hasil metabolisme mikroba sehingga bahan organik semakin cepat terurai. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Suhu yang berkisar antara 30° - 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Pada suhu ini aktivitas mikroorganisme (mesofilik dan termofilik) berlangsung dengan baik. Suhu yang tinggi (>60⁰C) akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma. Ketika suhu telah mencapai 70°C, maka segera

lakukan pembalikan tumpukan atau penyaluran udara untuk mengurangi suhu, karena akan mematikan mikroba *termofilik* (Jeris and Regan, 1993).

g.) Derajat Keasaman (pH)

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH 5.5 - 9. Proses pengomposan 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. Kondisi kompos yang terkontaminasi air hujan juga dapat menimbulkan masalah pH tinggi (Jeris and Regan, 1993). Kondisi asam pada proses pengomposan biasanya diatasi dengan pemberian kapur atau abu dapur. Namun, pemantauan suhu dan perlakuan pembalikan bahan kompos secara tepat waktu dan benar sudah dapat mempertahankan kondisi pH tetap pada titik netral, tanpa pemberian kapur (Yuwono, 2005).

h.) Kandungan Hara

Untuk keperluan aktivitas dan pertumbuhan sel barunya, mikroorganisme memerlukan sumber karbon dan sejumlah unsur hara. Dua unsur terpenting yang dibutuhkan mikroorganisme untuk berkembang dengan jumlah yang banyak adalah unsur karbon dan nitrogen. Karbon (C) diperlukan mikroorganisme sebagai sumber energi dan penyusun komponen sel. Sedangkan nitrogen (N) diperlukan untuk sintesis protein sel mikroorganisme. 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. Sedangkan untuk Ca, Mg, S dan sebagainya juga diperlukan namun dalam jumlah kecil (minor). Ketersediaan unsur tersebut dalam jumlah cukup dan berimbang dapat memacu aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan kompos (Epstein, 1997).

i.) Kandungan bahan berbahaya

Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba. Logam-logam berat seperti Mg, Cu, Zn, Nickel, Cr dan Pb adalah beberapa bahan yang termasuk kategori ini. Logam-logam berat ini tidak terurai dan akan tetap ada. Logam berat tersebut dapat berasal dari bahan organik yang tercemari lingkungan atau sampah lain disekitarnya. Air juga dapat menjadi media untuk mencemari bahan kompos dengan logam berat. Bahan pencemar berbahaya bisa berasal dari limbah baterai, aki, cat, dan lain-lain. Logam-logam berat ini dapat mempengaruhi kerja dari mikroba dalam mengurai bahan organik (Jeris and Regan, 1993).

Faktor-faktor di atas dapat dijadikan indikasi untuk mengoptimalkan proses pengomposan dan mempercepat proses dekomposisi bahan yang dikomposkan. Kondisi yang optimal untuk mempercepat proses pengomposan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kondisi yang optimal untuk mempercepat proses pengomposan

Kondisi	Kondisi yang bisa diterima	Ideal
Rasio C/N	20:1 s/d 40:1	25-35:1
Kelembapan	40 – 65 %	45 – 62 %
Konsentrasi oksigen tersedia	> 5%	> 10%
Ukuran partikel	1 inchi	Bervariasi
Bulk Density	1000 lbs/cu yd	1000 lbs/cu yd
pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,0
Suhu	43 – 66°C	54 -60°C

Sumber : Ryak (1992), dalam Isroi (2007).

4. Kematangan dan Kualitas Kompos

Ciri-ciri yang menunjukkan pengomposan telah selesai menurut Gaur (1983) :

- a. Berwarna coklat tua hingga kehitaman
- b. Tidak larut dalam air
- c. Apabila dilarutkan dalam larutan yang bersifat basa, kompos akan berwarna hitam
- d. Mempunyai kisaran rasio C/N 10-20
- e. Susunan kimia kompos bersifat tidak stabil
- f. Mempunyai daya serap air tinggi
- g. Bila diberikan ke dalam tanah tidak menimbulkan kerugian baik untuk tanah maupun untuk tanaman.

Indonesia telah memiliki standar kualitas/mutu kompos, yaitu SNI 19-7030-2004.

Di dalam SNI memuat batas-batas maksimum atau minimum sifat-sifat fisik atau kimiawi kompos. SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar air	%	-	50
2	Suhu	⁰ 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		6,8	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur Makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,4	-
11	Karbon	%	9,8	31
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,1	-
13	C/N Ratio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,2	*
	Unsur Mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur Lain			
25	Kalsium	%	*	25,5
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,6
27	Besi (Fe)	%	*	2
28	Aluminium (Al)	%	*	2,2
29	Mangan (Mn)	%	*	0,1
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp	MPN/ 4 gr		3

Keterangan : * Nilai lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum
 Sumber : BSN, 2004