

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Pengertian Sampah

Menurut Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah, menyatakan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah merupakan hasil kegiatan sehari-hari yang berasal dari rumah tangga, pertanian, perindustrian, bongkar bangunan, perdagangan dan perkantoran (Catur, Suwerda and Werdiningsih, 2015).

Sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang, merupakan hasil aktifitas manusia maupun alam yang sudah tidak digunakan lagi karena sudah diambil unsur atau fungsi utamanya. Setiap aktifitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Sumber sampah dapat berasal dari rumah tangga, pertanian, perkantoran, perusahaan, rumah sakit, pasar dan sebagainya (Sejati, 2009).

2. Jenis-Jenis Sampah

Jenis sampah di sekitar kita sangat banyak mulai dari sampah medis, sampah rumah tangga, sampah pasar, sampah industri, sampah pertanian, sampah peternakan. Menurut Sucipto (2012), berdasarkan asalnya sampah dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Sampah Organik

Sampah organik berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Sampah organik sendiri dibagi menjadi sampah organik basah dan sampah organik kering. Istilah sampah organik basah dimaksudkan sampah mempunyai kandungan air yang cukup tinggi seperti kulit buah dan sisa sayuran. Sementara bahan yang termasuk sampah organik kering adalah bahan organik lain yang kandungan airnya kecil seperti kertas, kayu atau ranting pohon dan dedaunan kering. Sampah organik dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang lebih berguna dan bermanfaat yaitu seperti kompos.

Pengomposan merupakan upaya pengelolaan sampah yang sudah tidak terpakai sekaligus mendapatkan bahan kompos yang bisa menyuburkan tanah guna kelangsungan hidup tumbuhan, proses ini merupakan proses penguraian bahan-bahan organik dengan memanfaatkan mikroorganisme. Dalam proses pengomposan ini ada beberapa hal yang dapat diambil, yaitu:

- 1) Kompos adalah pupuk yang ramah lingkungan
- 2) Bahan untuk membuat kompos sangat mudah didapat
- 3) Masyarakat dapat membuat kompos sendiri karena proses dan bahannya sangat mudah
- 4) Unsur hara kompos lebih baik dibanding dengan pupuk buatan

b. Sampah Anorganik

Sampah anorganik bukan berasal dari makhluk hidup. Sampah ini berasal dari bahan yang bisa diperbaharui dan bahan yang berbahaya serta beracun. Jenis yang termasuk ke dalam kategori bisa didaur ulang (*recycle*) ini misalnya bahan yang terbuat dari plastik atau logam. Sampah kering non logam (gelas kaca, botol kaca, kain, kayu, dll) dan juga sampah lembut seperti debu dan abu.

3. Kompos dan Pengomposan

a. Pengertian Kompos

Kompos pada umumnya adalah bahan organik yang telah mengalami pelapukan sehingga terjadi perubahan bentuk. Kompos juga dapat diartikan sebagai hasil penguraian persial/ tidak lengkap dari campuran bahan organik yang dapat dipercepat pengurainya oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab dan aerobik/anaerobik.

Proses pembuatan kompos berlangsung dengan menjaga keseimbangan kandungan, kadar air, pH dan temperatur yang optimal melalui penyiraman dan pembalikan. Pada tahap awal proses pengomposan, temperatur kompos akan mencapai 65-75⁰C sehingga organisme patogen, seperti bakteri, virus dan parasit, bibit penyakit tanaman serta bibit gulma yang berada pada limbah yang dikomposkan akan mati.

b. Proses Pengomposan

Proses pengomposan yaitu proses biologis yang memanfaatkan mikroorganisme (bakteri pembusuk) untuk mengubah material organik seperti kotoran ternak, sampah daun dan sayuran menjadi kompos. Selain itu pengomposan juga bisa diartikan sebagai proses penguraian senyawa yang terkandung dalam sisa bahan organik dengan suatu perlakuan khusus. Tujuannya agar lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman (Djaja, 2010).

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. Selama tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah tergedasiakan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas $50-70^{\circ}\text{C}$. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi.

Pada saat ini terjadi dekomposisi/penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO_2 uap air dan panas. 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 awal bahan.

Proses pengomposan dapat terjadi secara aerobik atau anaerobik. Proses yang dijelaskan sebelumnya adalah proses aerobik, dimana mikroba menggunakan oksigen dalam proses dekomposisi bahan organik. Proses dekomposisi dapat juga terjadi tanpa menggunakan oksigen yang disebut proses anaerobik. Namun, proses ini tidak diinginkan selama proses pengomposan karena akan dihasilkan bau yang tidak sedap. Proses anaerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap seperti asam-asam organik (asam asetat, asam butirar, asam valerat, putrecine), ammonia, dan H_2S . Proses pengomposan tergantung pada:

- 1) Karakteristik bahan yang dikomposkan
 - 2) Aktivator pengomposan yang dipergunakan
 - 3) Metode pengomposan yang dilakukan
4. Karakteristik Bahan Baku Kompos

Prinsip dasar dari pengomposan adalah mencampur bahan organik kering yang kaya karbohidrat dengan bahan organik basah yang banyak mengandung N. Pencampuran kotoran ternak dan karbo kering seperti serbuk gergaji atau jerami ternyata dapat menghasilkan kompos yang berguna untuk memperbaiki struktur tanah (Djaja, 2010)

Bahan baku kompos harus memiliki karakteristik yang khas agar dapat dibuat kompos. Idealnya bahan baku kompos dipilih dan dicampur dalam proporsi tepat untuk menghasilkan kompos yang berkualitas (Djaja, 2010)

Kandungan air dan oksigen pada bahan baku kompos merupakan hasil yang sangat penting. Pasalnya, suasana lembab dan adanya cukup udara membantu pertumbuhan mikroba. Selanjutnya, karakteristik bahan baku yang harus diperhatikan adalah C/N ratio. C/N ratio adalah perbandingan jumlah karbon (C) dengan N dalam suatu bahan (Djaja, 2010)

Tabel 1. Persyaratan Karakteristik Bahan Baku yang Sesuai untuk Proses Pengomposan

Karakteristik bahan	Rentangan	
	Baik	Ideal
C/N ratio	20 : 1 – 40 : 1	25 : 1 – 30 : 1
Kandungan air	40 - 65%	50 - 60%
Konsentrasi oksigen	>5%	≥5%
Ukuran partikel (inci)	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{2}$	Bervariasi
Ph	5,5 – 9	6,5 – 8,5
Densitas (kg/m ³)	< 0,7887	
Temperatur	43 – 65,5	54 -60

Sumber : Djaja, 2010

5. Aktivitas Mikroba Selama Pengomposan

Tiga hal penting yang menyebabkan terjadinya pengomposan yaitu zat hara, mikroba dan keadaan lingkungan hidup mikroba. Pada dasarnya, mikroba bekerja memanfaatkan zat hara bahan baku kompos di lingkungan yang sesuai untuknya. Mikroba memegang peranan utama dalam pengomposan, walaupun cacing dan serangga ikut berperan setelah

temperatur menurun. Umumnya tidak ada spesies mikroba yang mendominasi, karena keadaan dan materi berbeda dan selalu berubah. Namun, kelompok utama yang berperan dalam proses pengomposan adalah bakteri, jamur dan aktinomisetes yang mempunyai spesies mesofilik dan termofilik (Djaja, 2010).

a. Bakteri

Bakteri adalah organisme sederhana dan kecil yang sering disebut juga dengan tumbuhan berklorofil. Bentuknya bermacam-macam, ada yang berbentuk batang, elips, bulat dan spiral. Ukurannya berkisar 0,5-20 mikron. Karena ukurannya yang kecil, bakteri hanya dapat dilihat melalui mikroskop. Besar kecilnya bakteri tergantung pada keadaan medium dan umur bakteri. Bakteri tumbuh sebagai sel tunggal, berganda dan bergandengan dalam bentuk rantai atau koloni. Dalam pengomposan, jumlah bakteri yang paling banyak dibandingkan dengan kelompok mikroba lainnya.

Pasalnya bakteri mampu mengubah bahan baku kompos lebih cepat dibandingkan dengan mikroba lainnya. Bahkan cenderung tumbuh subur, terutama saat awal pengomposan dilakukan. Sel bakteri terdiri dari dinding, sitoplasma dan inti. Dinding bakteri terbagi lagi menjadi lapisan lendir, dinding sel, dan membran sitoplasma. Lapisan lendir menyelimuti bagian luar bakteri dan berfungsi sebagai alat pertahanan diri.

Lendir bakteri mengandung karbohidrat dan unsur seperti N dan P. Dinding selnya sangat tipis serta mengandung substansi kimia seperti selulosa, hemiselulosa dan kitin. Membran sitoplasma membungkus sitoplasma yang merupakan isi sel, seluruhnya berasal dari protein, karbohidrat, lemak dan mineral. Inti bakteri tidak mempunyai membran, tetapi terdiri dari DNA.

Bakteri bergerak menggunakan helai seperti cambuk yang disebut flagellum atau flagel. Bagian-bagian tubuh mikroba lainnya yaitu mitokondria, khloroplas, mikrotubul, aparat glogi, dari mikrofilamen. Berikut ini masing-masing fungsinya:

- 1) Mitokondria berfungsi menghasilkan energi pada proses metabolisme.
- 2) Khloroplas berguna untuk membentuk energi dalam proses fotosintesis karena mengandung khlorofil.
- 3) Vakuola merupakan tempat berkumpulnya senyawa yang diperlukan dalam proses metabolisme.
- 4) Mikrotubul dan mikrofilamen bertugas memberi bentuk kepada sel.

Bakteri mutlak membutuhkan bahan organik. Bahan organik ini digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Bakteri memperbanyak diri dengan cara membelah biner. Artinya satu sel bakteri bisa membelah diri menjadi dua, dua menjadi empat, empat menjadi delapan dan seterusnya, yang kesemuanya mengikuti rumus 2^n . Maksud n disini adalah nilai angka pembelahan. Setelah membelah

masing-masing sel baru tersebut akan tumbuh dan membesar. Waktu pembelahan yang dibutuhkan tergantung pada jenis bakteri, karena setiap jenis bakteri mempunyai kemampuan membelah diri yang berbeda. Terdapat lebih kurang 2000 jenis bakteri dan 50 jenis fungi yang terkait dengan proses perombakan selulosa pada pengomposan (Subba-Rao dalam Widawati, 2005). Proses pembuatan kompos merupakan sistem kerjasama beberapa mikroba pemecah selulosa yang mempunyai ragam sifat fisiologis. Maka untuk penyebarannya, bakteri dibantu oleh angin, hujan dan air.

b. Aktinomisetes

Aktinomisetes sering disebut juga dengan aktinomisit. Umumnya, aktinomisetes akan berkembang membentuk filament seperti jamur. Ukuran kecil dan struktur selnya yang rumit menyebabkan aktinomisetes dikelompokkan menjadi bakteri. Seperti jamur, aktinomisetes umumnya bersifat aerob. Aktinomisetes cenderung terlihat tumbuh lebih jelas setelah senyawa kimia dipecah habis dan kelembaban menjadi rendah. Pada dasarnya, mikroba ini tahan terhadap asam.

Sel aktinomisetes berbentuk memanjang yang disebut dengan miselium. Mula-mula sel ini tidak bersekat, tetapi akhirnya bersekat setelah membelah diri. Pada bagian hifa, aktinomisetes membentuk tegakan konidia. Konidia adalah alat untuk mengembangbiakan diri

secara vegetatif. Sementara itu hifa adalah kumpulan beberapa miselium. Biasanya aktinomisetes hidup berkelompok.

Kelompok aktinomisetes cukup besar sehingga dapat dilihat dengan mata secara langsung. Aktinomisetes berkembang biak dengan cara membelah diri. Tubuh aktinomicetes ada yang berpigmen dan ada yang tidak berpigmen, tetapi umumnya mempunyai flagella. Sama halnya dengan bakteri, aktinomisetes membutuhkan angin, hujan dan air untuk penyebarannya.

c. Jamur

Jamur merupakan organisme yang lebih besar. Ukuran tubuhnya bervariasi, dari yang berukuran kecil sampai yang berbentuk besar. Namun, setiap spesies jamur mempunyai bentuk yang spesifik. Jamur tidak mempunyai klorofil. Tubuh jamur terdiri dari helaian panjang yang disebut miselium. Miselium jamur umumnya bersekat-sekat. Miselium masuk ke dalam media tumbuhnya untuk mengambil zat hara yang diperlukan bagi tumbuhan dan perkembangbiakannya. Sel individu jamur bersatu membentuk kelompok berbentuk helaian atau filamen. Dinding sel jamur kaku. Jamur mampu bertahan dalam keadaan asam atau pH rendah, tetapi kurang tahan terhadap tempat yang memiliki sedikit oksigen.

Jamur berkembang biak secara vegetatif dan generatif. Jamur mampu memperbanyak diri melalui tunas, spora dan membelah diri. Namun, jamur juga mampu memproduksi dengan membentuk spora dan

melebur inti dari dua induk. Jadi, spora ini ada yang aseksual dan ada pula yang seksual. Angin biasanya membantu penyebaran jamur ke tempat lain dengan membawa spora jamur.

Namun, spesies jamur yang berkaitan dengan pengomposan dapat menyebabkan reaksi alergi pada orang-orang tertentu. Bahkan bisa mengakibatkan komplikasi. Contoh jamur tersebut antara lain: *Aspergillus fumigatus* dan *Aspergillus niger*.

6. Metode Pengomposan

Dalam proses pembuatan kompos ada banyak metode, antara metode satu dengan yang lain tidak banyak berbeda, karena metode tersebut hanya merupakan modifikasi dari metode lain. Berikut beberapa metode yang dapat digunakan (Djaja, 2010):

a. Pengomposan berdasarkan ketersediaan udara

Umumnya metode ini dibagi menjadi dua acara yaitu aerobik dan anaerobik.

1) Proses pengomposan aerobik membutuhkan udara dari luar.

Karena itu proses ini perlu dilakukan aerasi dan aerasi ini bisa dengan dua acara yaitu aktif dan pasif. Aerasi pasif adalah cara pengaliran udara tanpa menggunakan alat bantu jadi udara masuk ke dalam proses pengomposan melalui beda tekanan antara luar dan dalam ditimbunan bahan baku kompos, aerasi aktif dilakukan dengan menggunakan tekanan yang umumnya berasal dari mesin.

2) Proses pengomposan secara anaerobik merupakan modifikasi biologis pada struktur kimia dan biologi bahan organik tanpa kehadiran oksigen (hampa udara). Proses ini merupakan proses yang dingin dan tidak terjadi fluktuasi temperatur seperti yang telah terjadi pada proses pengomposan secara aerobik. Namun, pada proses anaerobik perlu tambahan panas dari luar sebesar 30°C.

b. Pengomposan dengan tertutup

Teknik ini dilakukan dengan cara menutup permukaan timbunan, baik menggunakan plastik, terpal maupun kain. Bahan baku kompos ditumpuk secara berlapis-lapis di tempat pengomposan dengan lebar permukaan dasarnya 2 meter dan tinggi 1,5 meter. Bahan baku juga bisa diletakkan dengan cara menumpukkannya seperti kerucut setinggi 1,5 meter dengan garis tengah berukuran 2 meter.

Sejak awal, bahan baku yang telah dicampur ditutup dengan terpal sampai proses pengomposan selesai. Namun, bisa juga bahan kompos belum dicampur pada awal pengomposan dan baru diaduk saat pembalikan dengan penambahan air seperlunya. Metode ini dapat dilakukan pada pengomposan skala kecil, sedang maupun besar.

7. Teknik Kerja Pengomposan

a. Skala Kecil

Pengomposan dalam skala kecil ialah dengan cara bahan bisa langsung diaduk diawal kemudian didiamkan sampai berapa lama proses

kemudian baru dibalik agar oksigen yang dibutuhkan mikroba bisa masuk dan pada proses pembalikan juga, harus mengontrol kandungan air timbunan dengan cara mengambil kompos dan digenggam dan diremas. Untuk kompos yang baik maka tidak mengeluarkan air tapi hanya meninggalkan sedikit bekas (Djaja, 2010).

b. Skala Besar

Menurut Djaja (2010), teknik pengomposan setiap langkahnya memerlukan peralatan dan prosedur sendiri. Hal utama yang harus dijaga adalah diperhatikan dalam pembuatan kompos adalah sesuai dengan urutan yang diinginkan, volume sampah dan ukuran sampah. Pengolahan sampah menjadi kompos untuk skala besar bisa dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- 1) Pencacahan.
- 2) Homogenisasi, pengaturan kadar air dan pencampuran dengan aktivator pengomposan.
- 3) Pembuatan lajur-lajur pengomposan dan proses pengomposan.
- 4) Pengeringan.
- 5) Sortasi dan *screening*.
- 6) Penghalusan.
- 7) Pengolahan kompos menjadi pupuk organik.

8. Jenis-Jenis Bahan Baku Kompos

Banyak bahan yang berasal dari hewan dan tumbuhan dapat dijadikan kompos. Berikut ini beberapa contoh bahan yang mempunyai peluang untuk dijadikan kompos (Djaja, 2010):

a. Kotoran Sapi

Kotoran sapi dan kerbau umumnya banyak mengandung air. Namun, kotoran sapi potong mengandung air sedikit daripada kotoran sapi perah. Karena itu, kotoran sapi perlu dicampur dengan bahan lain yang mengandung karbon kering untuk membuat kompos, misalnya jerami. Sementara itu, kotoran sapi perah sebaiknya dicampur dengan serbuk gergaji. Pasalnya, kotoran sapi perah banyak mengandung air dan N.

Setiap volume kotoran sapi dapat dicampur bahan baku lain dengan perbandingan 1:1-3. Namun, selama proses pengomposan berlangsung akan timbul sedikit bau. Hal ini karena kotoran sapi perah mengandung feses, urine dan sisa ransum.

b. Serbuk Gergaji

Sebagai bahan baku kompos, serbuk gergaji cukup baik digunakan, walaupun tidak seluruh komponennya dapat dirombak dengan sempurna. Serbuk gergaji ada yang berasal dari kayu lunak dan ada pula dari kayu keras. Kekerasan jenis kayu menentukan lamanya proses pengomposan akibat kandungan lignin di dalamnya.

Akhir-akhir ini, di Indonesia banyak ditanam pohon albasia yang merupakan jenis kayu lunak dan berserat kayu panjang. Serbuk gergaji dari kayu inilah banyak dimanfaatkan untuk membuat kompos.

c. Jerami Padi

Jerami padi biasanya mengandung sedikit air, tetapi banyak memiliki karbon. Umumnya, jerami mudah dirombak dalam proses pengomposan. Nitrogen yang terdapat di dalamnya lebih sedikit karena sudah dipakai untuk pertumbuhan dan produksi. Penggunaan jerami padi sebagai bahan baku kompos sebaiknya dicacah dahulu sebelum dicampur dengan bahan lainnya. Jerami cacah baik sekali sebagai bahan pencampur untuk pengomposan limbah yang menghasilkan bau.

d. Limbah Tanaman

Contoh limbah tanaman adalah daun, tangkai daun, jerami palawija dan tanaman pekarangan. Sebelum digunakan sebagai bahan baku kompos sebaiknya bahan-bahan dicacah terlebih dahulu untuk memudahkan proses pengomposan. Kandungan limbah tanaman sangat bervariasi, dari yang rendah hingga yang tinggi. Demikian pula dengan zat hara yang terkandung di dalamnya.

Setelah proses pengomposan selesai, bahan yang tidak ikut terurai seperti tangkai daun dan ranting, dapat digunakan kembali dalam proses pengomposan selanjutnya. Hal ini disebabkan proses pengomposan yang tidak berjalan merata atau kandungan lignin yang terdapat di bagian tanaman tersebut belum dirombak oleh mikroba.

9. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Pada dasarnya, proses pengomposan dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut (Yuliarti dan Isroi, 2009):

a. Rasio C/N Bahan Baku

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. Pada rasio C/N di antara 30 hingga 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. Selama proses pengomposan itu rasio C/N akan terus menurun. Kompos yang telah matang memiliki rasio C/N-nya kurang dari 20:1.

b. Ukuran Partikel

Aktivitas mikroba terjadi di antara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan organik sehingga proses pengomposan dapat berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas).

Upaya untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan, misalnya dengan cara pencacahan. Menurut Suryanti (2009), semakin kecil ukuran potongan bahan asalnya, semakin cepat proses penguraian bahan, ukuran ideal

potongan bahan mentah sekitar 4 cm, jika potongannya terlalu kecil, timbunan menjadi padat sehingga tidak ada sirkulasi udara.

c. Aerasi

Pengomposan dapat berjalan lebih cepat jika kondisi oksigen mencukupi (aerob). Aerasi alami berlangsung saat terjadi peningkatan suhu, yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Namun demikian, hal itu sangat tergantung pada ketebalan tumpukan bahan. Jika tumpukan bahan terlalu tebal maka aerasi akan berjalan lebih lambat.

Aerasi juga ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat maka akan terjadi proses anaerob yang menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau dengan mengalirkan udara di dalam tumpukan bahan organik yang hendak dikomposkan.

d. Porositas

Porositas adalah ruang di antara partikel di dalam tumpukan bahan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga itu akan terisi air dan udara yang memasok oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dipenuhi air maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan terganggu.

e. Kelembaban

Kelembaban sangat penting dalam proses metabolisme mikroba, yang secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap pasokan oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba, sehingga sangat baik untuk proses pengomposan.

Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan menurun dan aktivitasnya akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembabannya lebih besar dari 60%, unsur hara akan hilang, volume udara berkurang. Akibatnya, aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

f. Temperatur

Temperatur atau panas sangatlah penting dalam proses pengomposan. Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi aktivitas metabolisme, semakin banyak konsumsi oksigen, semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan bahan organik.

Temperatur yang berkisar antara 30-70⁰C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 70⁰C

akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang dapat bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba patogen tanaman dan benih gulma. Rendahnya suhu kompos diduga disebabkan karena jumlah limbah pada proses pengomposan tidak cukup memberikan proses insulasi panas (Widarti et al. 2015). Menurut Cahaya and Nugroho (2008), pada awal hingga pertengahan proses pematangan kompos, seharusnya mikroorganisme termofilik akan hadir dan berperan dalam proses degradasi bahan organik. Mikroorganisme termofilik dapat hidup pada kisaran suhu 45°C - 60°C .

g. pH

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang optimum. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antar 6,5-7,5. Proses pengomposan akan menyebabkan terjadinya perubahan pada bahan organik dan pHnya. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (keasaman). Sedangkan pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

h. Kandungan Hara Makro pada Kompos

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang terkandung di dalam pupuk kompos dengan jumlah yang besar. Menurut SNI, 19-7030-2004, unsur makro terdiri dari:

- 1) Bahan organik

Peran bahan organik terhadap ketersediaan hara dalam tanah tidak terlepas dari proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi akan dilepas mineral-mineral hara tanaman dengan lengkap (N, P, K, Ca, Mg dan S, serta hara mikro) dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Hara N, P dan S merupakan hara yang relatif lebih banyak untuk dilepas dan dapat digunakan tanaman (Fauzi, 2009).

Bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktinomisetes (Atmojo, 2003).

2) Nitrogen

Nitrogen merupakan hara makro utama yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam merangsang pertumbuhan vegetatif dari tanaman, membuat daun tanaman berwarna hijau gelap, selain itu N merupakan penyusun plasma sel dan berperan penting dalam pembentukan protein. Bila

tanaman kekurangan unsur hara N menunjukkan gejala pada tanaman seperti pertumbuhan yang kerdil, pertumbuhan akar terhambat dan daun menjadi warna kuning pucat (Bachtiar, 2006).

Unsur hara N dimulai dari fiksasi N_2 -atmosfir secara fisik/kimiawi yang menyuplai tanah bersama hujan, dan oleh mikrobia baik secara simbiotik maupun nonsimbiotik yang menyuplai tanah baik lewat tanaman inangnya menyuplai setelah mati. Sel-sel mati ini bersama dengan sisa-sisa tanaman/ hewan akan menjadi bahan organik yang siap didekomposisikan dan melalui serangkaian proses mineralisasi (aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi) akan melepaskan N_{mineral} (NH_4^+ dan NO_3^-) yang kemudian diimmobilisasikan oleh tanaman atau mikrobia.

Gas amoniak hasil proses aminisasi apabila tidak segera mengalami amonifikasi akan segera ter volatilisasi (menguap) ke udara, begitu pula dengan gas N_2 atmosfir. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk NO_3^- atau NH_4^+ dari tanah (Hapsari, 2013).

3) Fosfor

Fosfor termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Disamping ion tersebut, tanaman dapat menyerap P dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat.

Phospor yang terkandung dalam pupuk organik berperan bagi tanaman dalam proses respirasi dan fotosintesis, penyusunan asam nukleat, pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah. Selain itu, phospor juga mampu merangsang perkembangan akar sehingga tanaman tahan terhadap kekeringan dan mempercepat masa panen (Elfiati, 2005).

4) Kalium

Kalium adalah unsur hara makro yang banyak dibutuhkan oleh tanaman, dan diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Kalium tergolong unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, jaringan maupun xylem dan floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma. Peran kalium dalam mengatur turgor sel berkaitan dengan konsentrasi kalium dalam vakuola. Kalium dalam sitoplasma dan kloroplas diperlukan untuk menetralkan larutan sehingga mempunyai pH 7-8 (Rahman, 2008). Selain itu, kalium penting untuk pertumbuhan tanaman karena merupakan aktivator enzim (Uchida, 2000).

Penyediaan K dari tanah sangat bervariasi tergantung sifat-sifat tanah antara lain bahan induk tanah, kadar dan jenis liat, kadar bahan organik, drainase dan kapasitas tukar kation (KTK). Kadar K dalam tanah berkisar antara 0,5-2,5% dan sekitar 90-98% dari K tersebut berada dalam bentuk tidak tersedia, 1-10% dalam bentuk lambat tersedia dan 1-2% dalam bentuk mudah tersedia. Bentuk K

yang lambat tersedia adalah dalam bentuk mineral tanah (Sofyan et al. 2011).

Spesifikasi kualitas kompos sampah organik menurut Standar Nasional Indonesia, 19-7030-2004 sebagai berikut:

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Bahan organik	%	27	58
2	Nitrogen	%	0,40	-
3	Phosfor (P_2O_5)	%	0,10	-
4	Kalium (K_2O)	%	0,20	*

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

Sumber : Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004

i. Kandungan Bahan Berbahaya

Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba. Logam-logam berat seperti Hg, Cu, Zn, Niekel, Cr adalah beberapa bahan yang masuk dalam kategori ini, logam-logam berat itu akan mengalami imobiliasasi selama proses pengomposan.

Kendala pengomposan yaitu kurang waktu terjadinya kompos, sehingga hal ini perlu adanya campuran bahan organik lain yang dapat mempercepat pengomposan tersebut. Penggunaan pemacu atau inokulan tertentu akan mempercepat waktu pengomposan. Pengomposan tergantung pada CO_2 , phospat, sulfat, gugus amino dan berbagai garam yang lain. Dilihat dari kandungan biologinya kompos tergantung dengan suplai nitrogen yang terkandung dalam sampah

karena sebagian besar biologinya bakteri menyerap nitrogen sebagai energi untuk melakukan dekomposisi bahan organik.

10. Lama Waktu Pengomposan

Lama waktu pengomposan tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan dan dengan atau tanpa penambahan aktivator pengomposan. Secara alami pengomposan akan berlangsung dalam waktu yang cukup lama mencapai 3-4 bulan sampai 1 tahun hingga kompos benar-benar matang.

11. Inokulan Cair

Inokulan cair adalah bahan berisi mikroba yang diberikan ke dalam bahan baku kompos agar proses pengomposan menjadi lebih cepat. Inokulan cair umumnya dikembangkan dari hasil ekstrak bahan organik yang sudah dilarutkan dengan pelarut air, alkohol, minyak, asam ataupun basa. Senyawa organik ini biasanya mengandung karbon, vitamin, atau etabolit sekunder yang dapat berasal dari ekstrak tanaman, tepung ikan, tepung tulang, atau enzim.

Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (*solvent*) sebagai *separating agent*. Proses ekstraksi sangat tergantung pada jenis zat pengestrak. Ekstraksi bahan organik tersebut akan menghasilkan ekstrak yang fungsinya tidak akan mengurangi manfaat dari bahan organik tersebut.

12. Karakteristik Inokulan Cair

Karakteristik inokulan cair tergantung pada bahan pembuatnya. Pada umumnya karakteristik inokulan cair antara lain proses fermentasi bahan inokulan menghasilkan gas, sehingga dalam proses pembuatan inokulan sebaiknya membuang gas setiap 2-3 kali sehari. Setelah proses fermentasi selama 102 minggu inokulan cenderung lebih pekat dan timbul miselium jamur berwarna putih. Mempunyai aroma dan warna khas sesuai bahan pembuat inokulan.

13. Bioaktivator Pengomposan

Bioaktivator pengomposan atau biang kompos mengandung mikroba yang dapat mempercepat proses pengomposan. Penggunaan aktivator ini, selain dapat mempercepat proses pembuatan kompos, juga dapat meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan. Bioaktivator yang sering digunakan adalah *Fix Up Plus* dan *Efektive Mikroorganisme* (EM4).

14. Cara Menentukan Kematangan Kompos

Untuk mengetahui tingkat kematangan kompos dapat dilakukan dengan uji laboratorium ataupun pengamatan sederhana di lapangan. Berikut ini cara sederhana untuk mengetahui tingkat kematangan kompos (Yuliarti dan Isroi, 2009) :

a. Dicum atau dibaui

Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah, harum, meskipun berbau sampah kota. Apabila dari kompos tercium bau yang tidak sedap, itu berarti terjadi fermentasi anaerobik sehingga menghasilkan

senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila baunya seperti bau bahan mentahnya, itu berarti kompos masih belum matang.

b. Merasakan kekerasan bahan

Kompos yang telah matang lebih lunak sehingga lebih mudah dihancurkan, Meski bentuknya menyerupai bahan bakunya, namun bila diremas-remas lebih mudah hancur.

c. Mengamati warna kompos

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

d. Mengamati penyusutan volume dan bobot

Terjadi penyusutan volume/bobot kompos seiring dengan pematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung karakteristik bahan mentahnya dan tingkat kematangan kompos. Penyusutan itu berkisar antara 20-40%. Apabila penyusutannya masih kecil/sedikit, proses pengomposan belum selesai.

e. Suhu

Suhu kompos yang sudah matang mendekati dengan suhu awal pengomposan. Bila suhu masih tinggi, di atas 50°C , hal itu

menunjukkan bahwa proses pengomposan masih berlangsung. Kompos masih belum matang.

f. Tes kantong plastik

Untuk melakukan tes ini, contoh kompos diambil dari bagian dalam tumpukan dan kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik, ditutup rapat dan disimpan di dalam suhu ruang selama kurang lebih satu minggu. Apabila setelah satu minggu bentuk kompos masih baik, tidak berbau atau berbau tanah, hal itu berarti kompos telah matang. Namun bila kompos belum cukup matang maka pada tes ini kompos akan berkerengat, muncul uap air dan biasanya juga disertai munculnya bau menyengat.

g. Tes kecambah

Pada tes ini contoh kompos diletakkan di dalam bak kecil atau pot. Letakkan 3-4 benih. Pada saat yang sama, kecambah beberapa benih di atas kapas basah yang diletakkan di dalam baki dan ditutup kaca/plastik bening. Pada hari ke-5 sampai ke-7, hitung benih yang berkecambah. Bandingkan jumlah kecambah yang tumbuh di dalam kompos dan yang di atas kapas basah. Bila kompos sudah matang dan stabil, benih yang ditanam di dalamnya akan dapat bercambah dengan baik.

h. Uji laboratorium kompos

Salah satu kriteria kematangan kompos adalah rasio C/N. Analisis ini halnya bisa dilakukan di laboratorium. Kompos yang telah cukup

matang memiliki rasio $C/N < 40 : 1$. Apabila rasio C/N lebih tinggi, berarti kompos belum cukup matang. Diperlukan waktu dekomposisi yang lebih lama lagi untuknya.

15. Jenis-Jenis Nangka

Jenis-jenis nangka yang telah dikenal dikelompokkan menjadi dua, yaitu nangka besar dan nangka mini. Nangka besar memiliki tinggi pohon mencapai 25 m dengan diameter batang mencapai 80 cm (Setiawan dalam Wulansari, 2016). Berikut merupakan nangka yang termasuk ke dalam kelompok nangka besar:

a. Nangka Biasa

Nangka biasa memiliki ciri-ciri dengan ketinggian pohon 20-25 m, diameter batang setelah dewasa 80 cm. Memiliki buah yang berwarna kuning, aroma sangat pekat. Umur tanaman panjang setelah 40 tahun lebih produksinya tetap tinggi. Buahnya besar-besar antara 40-50 kg (Rukmana dalam Wulansari, 2016).

b. Nangka Merah

Jika dilihat dari luar, nangka merah tidak ada bedanya dengan jenis nangka lainnya. Namun, sesuai namanya nangka merah berwarna merah, daging buah nangka merah cukup tebal, teksturnya empuk seperti tidak berserat, rasanya manis dan kandungan airnya yang cukup banyak. Nangka ini memiliki ukuran biji yang beragam, secara umum memiliki ukuran biji lebih kecil dibandingkan dengan ukuran biji nangka lainnya.

c. Nangka Dulang

Dami dari nangka ini dapat dimakan karena ukurannya besar dan rasanya manis, memiliki daging buah yang besar, tebal dan rasanya manis. Daging buahnya kering hal ini dikarenakan kandungan air di dalam buah nangka ini sedikit.

d. Nangka Kandel

Nangka ini memiliki daging buah yang tebal, rata-rata 0,06-0,75 cm, dibandingkan jenis nangka lain, daging buah nangka ini berwarna kuning cerah, rasanya manis dan renyah karena kandungan airnya sedikit. Daging buah rata-rata panjang 10 cm dan lebar 4,5 cm.

16. Kandungan Kulit Jerami Nangka

Buah nangka terdiri atas beberapa bagian yaitu kulit, jerami atau dami, daging buah dan biji buah. Buah nangka dapat menghasilkan limbah yang nilainya mencapai 65-80% dari berat keseluruhan buah nangka. Limbah tersebut terdiri dari kulit buah, jerami nangka dan biji. Jerami nangka menempati porsi yang cukup besar yaitu 40-50% dari total limbah yang dihasilkan (Sugiarti dalam Wulansari, 2016).

Jerami nangka yang digunakan berasal dari limbah buah nangka yang umumnya ada di pasaran yaitu sering disebut dengan nangka biasa. Kandungan yang terdapat pada jerami nangka sebagai berikut:

Tabel 3. Kandungan Jerami Buah Nangka

No	Komponen	Persentase
1	Air	65,12%
2	Protein	1,95%
3	Lemak	10,00%
4	Karbohidrat	9,39%
5	Serat Kasar	1,94%
6	Abu	1,11%

Sumber : Adikhairani dalam Wulansari, 2016

Sedangkan menurut Safitrie et al. (2015), kulit nangka mengandung karbohidrat yang terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, pati, serat dan pectin dengan jumlah mencapai 15,87% dan protein 1,30%.

17. Jenis-Jenis Pisang

Tanaman pisang di Indonesia lebih dari 230 jenis, namun di pasaran hanya ada beberapa jenis pisang yang resmi dijual. Pisang tersebut tidak hanya diambil dari Indonesia, namun beberapa diambil dari luar kemudian dikembangkan di Indonesia. Berikut jenis pisang yang sering di jumpai di Indonesia Mudjajanto dan Kustiyah, (2006):

a. Pisang Ambon

Pisang ambon termasuk ke dalam jenis *banana* yaitu jenis pisang lebih disukai untuk dikonsumsi secara langsung. Pisang ambon memiliki rasa yang khas. Pisang ambon memiliki kadar gula yang tinggi, tetapi kadar pati rendah. Harganya relatif lebih mahal dibandingkan dengan jenis pisang lainnya.

b. Pisang Nangka

Pisang nangka termasuk jenis *plantain* yaitu pisang yang disukai jika telah diolah menjadi bentuk makanan lain, Cairan dalam buah

mengkilap. Memiliki kadar pati tinggi dan memiliki aroma kurang tajam. Warna kulit buah pisang nangka yang sudah matang adalah hijau. Warna daging buahnya putih dan rasanya sama manis. Berat per tandan 11-14 kg terdiri dari 6-8 sisir. Setiap sisir terdiri dari 14-24 buah. Panjang buahnya 24-28 cm dengan diameter 3,5-4 cm.

c. Pisang Kepok

Pisang kapok termasuk ke dalam *plantain*. Daging pisang kapok memiliki kandungan padatan yang cukup tinggi sehingga sangat cocok untuk membuat keripik, tepung dan selai pisang. Syarat untuk membuat bahan baku pembuatan kripik pisang adalah pisang yang memiliki kandungan pati 16,5-19,5%.

d. Pisang Siam

Pisang siam juga termasuk ke dalam jenis *plantain*. Pisang siam mengandung karohidrat dan kalori yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis pisang lainnya. Pisang siam cocok diolah menjadi kripik atau tepung.

e. Pisang Tanduk

Pisang tanduk termasuk ke dalam jenis *plantain*. Pisang tanduk sangat khas karena memiliki ukuran yang sangat besar dan berwarna kuning dengan bintik kehitaman. Harga pisang tanduk relatif mahal. Pisang ini sangat enak jika direbus. Selain itu, pisang tanduk juga cocok untuk membuat getuk karena teksturnya yang kenyal, warnanya menarik, dan rasanya agak asam.

f. Pisang Klutuk

Pisang klutuk memiliki tandan uah dengan ukuran besar dan juga Panjang. Ukurannya dapat mencapai 20 cm sampai 100 cm dan terisi dari 5 hingga 7 sisir. Biasanya setiap sisir dipenuhi 12 sampai 18 buah pisang klutuk. Buah pisang kluthuk memiliki empat sisi dengan kulit yang tebal. Daging buahnya berwarna putih kekuningan dengan tekstur kasar dan berbiji.

18. Kandungan Bonggol Pisang

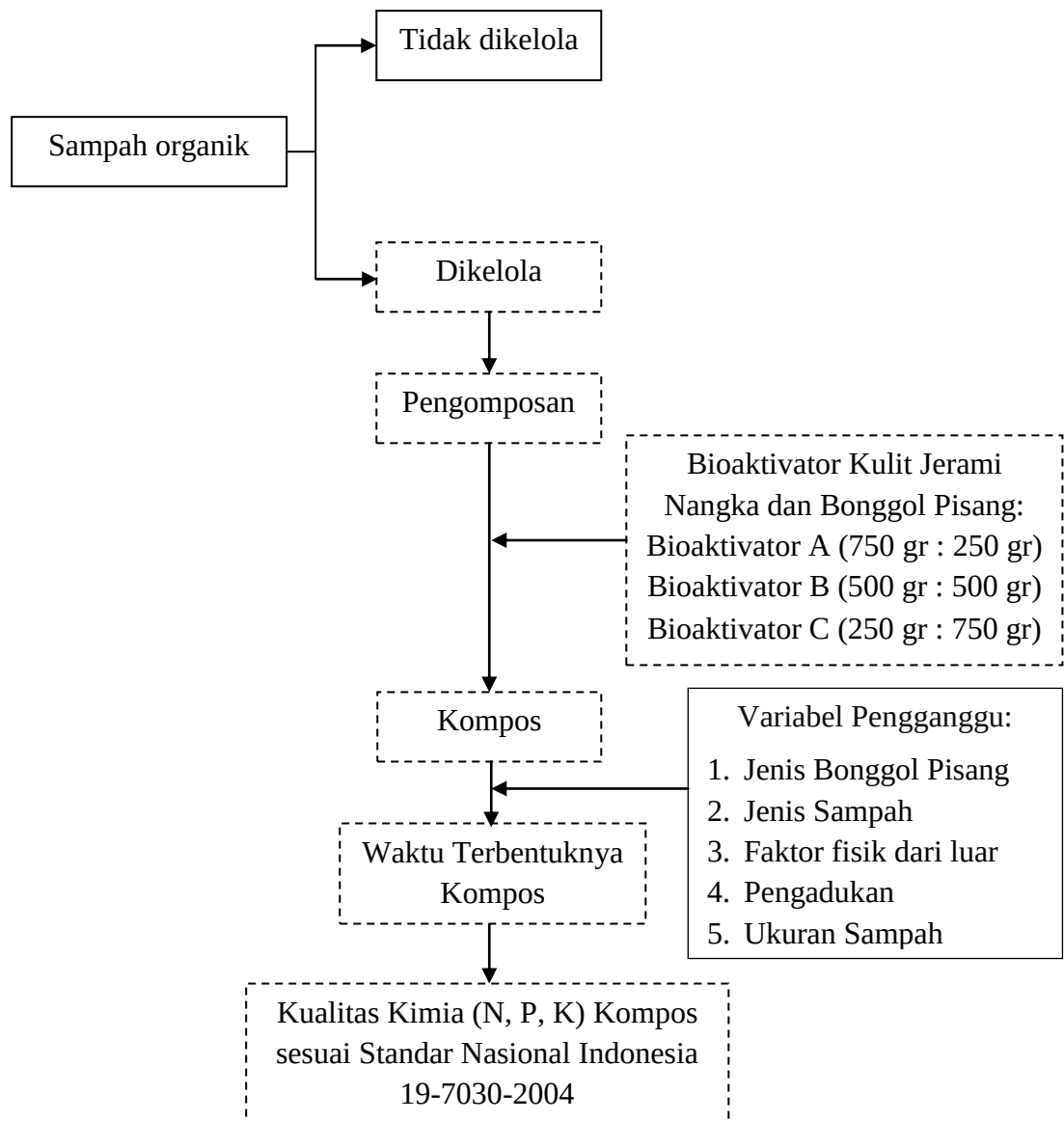
Menurut Rukmana (2005), kandungan bonggol pisang basah pada setiap 100 gram adalah 43,0 gram kalori, 0,36 gram protein, 11,60 gram karbohidrat, 86,00 gram air, beberapa mineral seperti Ca, P dan Fe, vitamin B1 dan C serta bebas kandungan lemak. Berikut adalah kandungan gizi dalam bonggol pisang basah dan kering dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Kandungan Gizi dalam Bonggol Pisang

No	Komponen	Bonggol Basah	Bonggol Kering
1	Kalori (kal)	43,00	245,00
2	Protein (g)	0,36	3,40
3	Lemak (g)	0,00	0,00
4	Karbohidrat (g)	11,60	66,20
5	Kalsium (mg)	15,00	60,00
6	Fosfor (mg)	60,00	150,00
7	Zat besi (mg)	0,50	2,00
8	Vitamin A (SI)	0,00	0,00
9	Vitamin B1 (mg)	0,01	0,04
10	Vitamin C (mg)	12,00	4,00
11	Air (g)	86,00	20,00
12	Bagian yang dapat dimakan (%)	100,00	100,00

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes RI dalam Pratiwi, 2016

B. Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan:

: Tidak diteliti

: Diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

- a. Ada pengaruh limbah kulit jerami nangka dan bonggol pisang dengan berbagai variasi sebagai bioaktivator untuk mempercepat proses terbentuknya kompos.
- b. Ada pengaruh penambahan bioaktivator limbah kulit jerami nangka dan bonggol pisang dengan berbagai variasi terhadap kualitas kimia (N, P, K) pada kompos.

2. Hipotesis Minor

- a. Ada pengaruh variasi limbah kulit jerami nangka dan bonggol pisang dengan komposisi 750 gr : 250 gr sebagai bioaktivator A untuk mempercepat proses terbentuknya kompos dan kualitas N, P, K.
- b. Ada pengaruh variasi limbah kulit jerami nangka dan bonggol pisang dengan komposisi 500 gr : 500 gr sebagai bioaktivator B untuk mempercepat proses terbentuknya kompos dan kualitas N, P, K.
- c. Ada pengaruh variasi limbah kulit jerami nangka dan bonggol pisang dengan komposisi 250 gr : 750 gr sebagai bioaktivator C untuk mempercepat proses terbentuknya kompos dan kualitas N, P, K.
- d. Waktu pembentukan kompos yang paling cepat dan kualitas kimia (N, P, K) kompos yang paling baik pada penambahan bioaktivator proporsi A dengan komposisi limbah kulit jerami nangka 750 gr dan bonggol pisang 250 gr.