

PENGEMBANGAN MEDIA TUMBUH ANGGREK DENGAN MENGGUNAKAN KOMPOS

Nastiti Siswi Indrasti dan Rio Reyno Elia

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

ABSTRACT

Compost can be utilized as organic fertilizer and orchid's growth media as well. In general, the objective of this research was to develop orchid's growth media from compost. The specific objectives of this research was : 1) to conduct the composting process using windrow techniques from buffalo manure, rice straw, coffee hull and leaf. 2) to investigate the effect of the compost and clay mixture, heating time and temperature to the physical and nutrient quality of the orchid' growth media.

The orchid's growth media consist of compost, clay and water as raw material. The dimension of the orchid's media was 10 x 10 x 4 Cm³. The orchid's growth media was made through manual's forming process and heating in oven. The used experimental design was completely randomized block factor design with two times replication. The ratio of compost to clay was 2:3; 2:2 and 3:2; the heating time factor was 2, 3 and 4 hours, and the heating temperature factor was 70, 80 and 90 °C.

The best combination treatment was achieved by a mixture of compost and clay with the ratio of 2:2, heating time of 2 hours at 70 °C . The best combination treatment showed the value of pressure of 16,95 Kgf/Cm²; weight of 504,45 g; N-Total 0,68 %; P₂O₅ 0,26 % and K₂O 1,74 %.

Key words : *Compost, Windrow Techniques, Orchid's Growth Media, Clay*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengomposan merupakan salah satu alternatif penanganan sampah dengan cara memanfaatkan dan mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos yang dapat digunakan sebagai substitusi ataupun pelengkap dari penggunaan pupuk kimia. Keunggulan dari pupuk kompos ialah mempunyai komposisi kandungan unsur hara baik makro dan mikro yang cukup lengkap dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Kompos dapat digunakan untuk pertamanan, lapangan golf, tanaman sayuran dan buah-buahan, tambak udang dan reboisasi lahan kritis.

Pada saat ini produksi kompos khususnya di daerah Jabotabek, Sukabumi dan Bandung sebesar 400 ton per bulan yang terdiri dari 50 ton kompos berbahan baku sampah kota dan 350 ton kompos berbahan baku limbah pertanian. Dari total kompos yang dihasilkan hanya sekitar setengahnya yang dapat dipasarkan kepada masyarakat (Indrasti, N.S. dan S. Wilmot, 2002). Oleh karena perlu dikembangkan cara untuk memanfaatkan kompos untuk meningkatkan penggunaan kompos selain hanya digunakan sebagai pupuk konvensional yang berbentuk serbuk.

Pemanfaatan kompos selain digunakan sebagai pupuk organik, dapat juga dimanfaatkan

sebagai media tumbuh berbagai macam tanaman termasuk tanaman anggrek. Untuk itu pupuk kompos yang sebelumnya berbentuk serbuk harus diubah terlebih dahulu menjadi suatu bentuk yang ideal sebagai media tumbuh anggrek. Tanah liat digunakan sebagai perekat sehingga kompos dapat dibentuk menjadi padatan.

Media tumbuh sebagai tempat tanaman untuk tumbuh mempunyai fungsi untuk menyimpan unsur hara serta air yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman anggrek. Media tumbuh anggrek yang sering dipakai pembudidaya anggrek di Indonesia diantaranya ialah pakis, moss kadaka, arang kayu, serutan kayu dan sabut kelapa.

Ketersediaan media tumbuh anggrek telah menjadi salah satu permasalahan pada usaha pembudidayaan anggrek. Sebagai contoh penggunaan media organik seperti kulit kayu atau pakis mulai terbatas dan juga media tersebut mudah melapuk sehingga harus sering diganti. Para pembudidaya anggrek selalu mencari media tumbuh yang baru. Media yang diperlukan adalah media yang dapat menyimpan air dan unsur hara serta melepaskannya pada perakaran secara perlahan-lahan, tidak mudah melapuk, tersedianya udara yang cukup bagi perakaran, mudah didapat dan relatif murah harganya.

Tanaman anggrek seperti tanaman lainnya selalu membutuhkan makanan untuk mempertahankan keberlangsungan hidupnya. Kebutuhan anggrek akan nutrisi sama dengan kebutuhan tanaman

lainnya. Unsur-unsur yang dibutuhkan antara lain ialah unsur makro (C, H, O, N, P, K, S, Mg, Ca) dan unsur mikro (Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo dan Cl).

Pada penelitian ini media tumbuh yang dihasilkan berbahan dasar campuran kompos, tanah liat dan air. Media tumbuh yang dihasilkan pada penelitian ini dibuat melalui proses pencampuran, pencetakan dan pemanasan.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari proses pembuatan kompos dari limbah kotoran ternak kerbau sebagai sumber nitrogen dengan sumber karbon yang berbeda yaitu jerami, kulit tanduk biji kopi, serasah daun kering dengan menggunakan metode pengomposan aerobik model *windrow*.
2. Melihat pengaruh rasio campuran kompos dan tanah liat, temperatur dan lama pemanasan terhadap kualitas fisik dan unsur hara pada proses pembuatan media tumbuh anggrek.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Dan Alat

Bahan pengomposan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah kotoran ternak kerbau sebagai sumber nitrogen dengan sumber karbon yang berbeda yaitu jerami, kulit tanduk biji kopi dan serasah daun kering. Sedangkan untuk bahan perekat pada pembuatan media tumbuh anggrek digunakan tanah liat.

Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan kimia untuk analisis kompos yang meliputi analisis kadar karbon (C-organik), kadar nitrogen (N-total), kadar fosfor (P_2O_5), kadar kalium (K_2O) dan unsur hara mikro (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn). Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan pengomposan, alat cetak untuk media anggrek dan peralatan analisis mutu kompos.

Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan. Penelitian tahap I dilakukan untuk membuat kompos dengan menggunakan metode pengomposan aerobik model *windrow* dengan dan tanpa bantuan aerator (bambu). Penelitian tahap II dilakukan untuk mencari rasio campuran kompos dan tanah liat yang optimal dalam pembuatan media tumbuh anggrek. Sedangkan penelitian tahap III dilakukan untuk mencari waktu dan temperatur pemanasan optimal dalam pembuatan media tumbuh anggrek.

Persiapan Bahan Kompos

Perbandingan campuran bobot bahan baku antara sumber karbon dan nitrogen dalam pembuatan kompos ini disesuaikan sehingga memenuhi syarat nisbah kecukupan C/N yang optimal yaitu 25:1. Untuk menentukan nisbah kecukupan C/N optimal digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\{(A \times C) + (B \times D)\}}{\{(A \times E) + (B \times F)\}} = \frac{25}{1}$$

Keterangan :

- A = Bobot kering sumber karbon (kg)
- B = Bobot kering sumber nitrogen (kg)
- C = Kadar C sumber karbon (%)
- D = Kadar C sumber nitrogen (%)
- E = Kadar N sumber karbon (%)
- F = Kadar N sumber nitrogen (%)

Komposisi bobot bahan baku (berat basah) yang digunakan pada pembuatan kompos ini ialah kotoran kerbau 50 kg dengan penggunaan jerami sebanyak 5,5 kg, kulit tanduk biji kopi sebanyak 3 kg dan serasah daun kering sebanyak 27 kg.

Pengomposan

Metode pembuatan kompos yang dilakukan ialah pengomposan aerobik model *windrow* dengan dan tanpa menggunakan bambu sebagai alat bantu aerasi. Pada pembuatan kompos, bahan mentah (sumber karbon) ditumpuk berlapis-lapis dengan ketebalan 20 cm. Kemudian setiap lapisan ditaburi selapis kotoran kerbau sebagai aktivator dengan ketebalan 10 cm. Ukuran tumpukan kompos pada penelitian ini ialah $70 \times 70 \times 70 \text{ cm}^3$. Khusus pada perlakuan pengomposan yang menggunakan alat bantu aerasi, pada ketinggian 20 cm bambu dipasang pada posisi mendatar dan kemudian bahan baku ditumpuk kembali.

Pembuatan kompos ini dilakukan selama 40 hari. Setiap hari dilakukan pemantauan temperatur dan kelembaban. Pemantauan temperatur dilakukan dengan cara menghitung temperatur rata-rata dari lima titik pada tumpukan kompos menggunakan termometer alkohol. Termometer dibenamkan ke dalam tumpukan kompos kemudian ditinggalkan selama beberapa menit. Setelah itu termometer dicabut dari tumpukan dan hasil temperatur dapat dibaca pada skala yang tertera pada termometer.

Pemantauan kelembaban dilakukan dengan cara memeriksa tumpukan kompos secara langsung. Pengukuran kelembaban dilakukan secara manual dengan cara mengambil segenggam bahan dari bagian dalam tumpukan kemudian diperas dengan tangan. Apabila air keluar sedikit, satu atau dua tetes, atau tangan menjadi basah, maka kelembaban

dianggap cukup atau sekitar 50 - 60 %. Apabila tidak keluar air atau tangan tidak menjadi basah berarti tumpukan terlalu kering atau kelembaban kurang dari 30 %. Sedangkan apabila tumpukan kompos belum diperas sudah keluar air lebih dari dua tetes maka tumpukan terlalu basah. Bila tumpukan terlalu kering maka ditambahkan air dan jika terlalu basah maka tumpukan dibalik.

Pembuatan Media Tumbuh Anggrek

Bahan baku yang akan digunakan ialah kompos, tanah liat sebagai perekat dan air. Setelah bahan baku tercampur secara merata, kemudian campuran bahan dicetak dengan dimensi 10 x 10 x 4 cm³ secara manual. Setelah campuran bahan dicetak kemudian didiamkan selama dua minggu pada temperatur ruang untuk menstabilkan bentuk. Setelah itu dilakukan proses pemanasan di dalam oven dan kemudian didinginkan pada temperatur ruang.

Rancangan Percobaan

Penelitian Tahap I

Perlakuan yang diberikan pada penelitian tahap I adalah sebagai berikut :

- JKB = Kompos jerami dan kotoran kerbau dengan aerator (bambu)
- JKnB = Kompos jerami dan kotoran kerbau tanpa aerator (bambu)
- KKB = Kompos kulit tanduk biji kopi dan kotoran kerbau dengan aerator (bambu)
- KKnB = Kompos kulit tanduk biji kopi dan kotoran kerbau tanpa aerator (bambu)
- SKB = Kompos serasah daun kering dan kotoran kerbau dengan aerator (bambu)
- SKnB = Kompos serasah daun kering dan kotoran kerbau tanpa aerator (bambu)

Parameter yang diukur adalah temperatur, analisa mutu kompos yang terdiri dari C/N ratio, kandungan hara kompos matang dan analisis komposit tanah liat

Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II ini menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan dua kali ulangan. Faktor pada penelitian tahap II ini adalah perbandingan kompos dan tanah liat dengan tiga level. Faktor pada penelitian tahap II ini adalah sebagai berikut

- :
- A1 = perbandingan kompos dan tanah liat = 2 : 3
- A2 = perbandingan kompos dan tanah liat = 2 : 2

A3 = perbandingan kompos dan tanah liat = 3 : 2

Model rancangan pada penelitian tahap II ini adalah :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = respon percobaan karena komposisi perbandingan kompos dan tanah liat ke-i dari faktor A, kelompok ke-j (i = 1,2,3; j = 1,2)
- μ = nilai tengah populasi (rata-rata sesungguhnya)
- A_i = pengaruh komposisi perbandingan kompos dan tanah liat ke-i dari faktor A
- E_{ij} = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-j pada level i

Penelitian Tahap III

Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian tahap III adalah rancangan acak lengkap faktorial. Rancangan ini terdiri dari dua faktor yaitu temperatur dan lama pemanasan. Masing-masing faktor terdiri dari tiga level. Faktor pada penelitian tahap III ini adalah sebagai berikut :

- A1 = Temperatur pemanasan 70 °C
- A2 = Temperatur pemanasan 80 °C
- A3 = Temperatur pemanasan 90 °C
- B1 = Lama pemanasan 2 jam
- B2 = Lama pemanasan 3 jam
- B3 = Lama pemanasan 4 jam

Model rancangan pada penelitian tahap III ini adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = respon percobaan karena pengaruh bersama temperatur ke-i dari faktor A dan lama pemanasan ke-j dari faktor B, kelompok ke-k (i = 1,2,3; j = 1,2,3; k = 1, 2)
- μ = nilai tengah populasi (rata-rata sesungguhnya)
- A_i = pengaruh temperatur ke-i dari faktor A
- B_j = pengaruh lama pemanasan ke-j dari faktor B
- AB_{ij} = pengaruh interaksi antara temperatur ke-i dari faktor A dengan lama pemanasan ke-j dari faktor B
- E_{ijk} = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi level ij

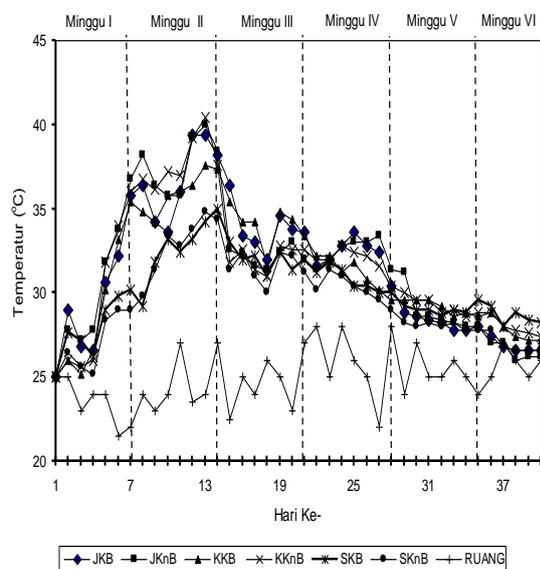
Parameter yang diukur adalah kekuatan bahan media tumbuh, nilai bobot media tumbuh dan kandungan unsur hara media tumbuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I

Temperatur

Perubahan temperatur dalam pembuatan kompos merupakan indikator apakah proses penguraian bahan organik berjalan baik atau tidak. Temperatur merupakan indikator yang lebih dapat diandalkan jika dibandingkan dengan kadar air, aerasi atau konsentrasi nutrisi. Temperatur dapat juga dijadikan sebagai kontrol langsung terhadap mikroorganisme patogen yang merupakan bagian penting untuk memproduksi kompos yang baik (Cuevas, 1997). Menurut Murbandono (1993) temperatur optimum proses pengomposan berkisar antara 30 – 45 °C, sedangkan Haug (1980) menyatakan temperatur optimum proses pengomposan berkisar antara 35 – 55 °C.



Gambar 1. Grafik perubahan temperatur pengomposan

Pada pengamatan temperatur tumpukan kompos seperti terlihat pada Gambar 1, rata-rata tumpukan kompos dari semua perlakuan pada minggu I hingga minggu II mengalami peningkatan temperatur. Peningkatan temperatur tumpukan kompos ini disebabkan aktivitas kelompok mikroorganisme mesofilik yang aktif pada awal proses pengomposan. Aktivitas mikroorganisme ini akan menimbulkan panas yang pada akhirnya akan meningkatkan temperatur tumpukan kompos. Pada minggu III hingga minggu VI, tumpukan kompos mengalami penurunan temperatur. Pada minggu VI, temperatur kompos mulai stabil mendekati temperatur ruang. Hal ini menandakan berkurangnya

kandungan karbon organik sehingga aktivitas mikroba berkurang dan kompos menuju ke proses pematangan.

Pada pengamatan temperatur seperti terlihat pada Gambar 1, ada kecenderungan dimana pengomposan tanpa menggunakan bantuan aerasi mempunyai kisaran temperatur maksimum yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan pengomposan dengan bantuan aerasi. Panas tumpukan karena aktivitas dari mikroorganisme dapat hilang melalui proses aerasi. Panas yang hilang ini akan menyebabkan temperatur tumpukan kompos tidak mencapai kondisi optimum. Hasil pengamatan temperatur menunjukkan temperatur tertinggi untuk pengomposan tanpa bantuan aerasi dicapai oleh perlakuan KKnB yaitu 40,4 °C dan untuk pengomposan dengan bantuan sistem aerasi diperoleh pada perlakuan JKB yaitu 39,4 °C. Dari semua kombinasi perlakuan, temperatur tertinggi rata-rata tercapai pada hari ke-13. Temperatur akhir pengomposan berkisar 26 – 27 °C, dimana kisaran ini dapat diidentifikasi sebagai temperatur udara lingkungan.

Dari pengamatan temperatur yang dilakukan, dapat dilihat kondisi termofilik (45 – 65 °C) belum tercapai. Hal ini ditunjukkan dari temperatur tumpukan yang hanya mencapai kisaran temperatur maksimal 39,4 – 40,4 °C. Kondisi ini disebabkan karena volume tumpukan kompos pada penelitian ini kurang besar sehingga tumpukan kompos tidak dapat mempertahankan panasnya. Setiap kelompok mikroba mempunyai temperatur optimum yang berbeda untuk aktivitasnya. Kondisi termofilik yang tidak tercapai pada pengomposan ini menunjukkan kelompok mikroorganisme *termofillia* tidak berkembang secara optimum. Kondisi termofilik harus dicapai pada proses pengomposan yang berjalan dengan baik. Kondisi termofilik pada proses pengomposan akan membantu mematikan mikroorganisme patogen seperti *Coliform fecal* dan *Salmonella sp.* Pada kompos yang dihasilkan pada penelitian ini masih ada kemungkinan terdapat mikroorganisme patogen.

Volume tumpukan kompos pada penelitian mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran tumpukan ideal untuk pengomposan model windrow. Menurut CPIS (1992) ukuran tumpukan kompos yang ideal adalah panjang sekitar 1,75 hingga 2 m, lebar 1,5 hingga 1,75 m dengan ketinggian 1,5 hingga 1,75 m. Menurut Murbandono (1993) timbunan yang terlalu dangkal akan menyebabkan kehilangan panas yang cepat karena tidak adanya material yang cukup untuk menahan panas. Sebaliknya timbunan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pemadatan material karena berat bahan kompos itu sendiri, sehingga dapat menutup rongga aerasi. Demikian halnya dengan kadar air yang terlalu tinggi, air yang ada dalam tumpukan dapat menutup rongga aerasi, sehingga dapat mengganggu proses pengomposan

yang berlangsung secara aerobik. Kondisi temperatur yang tidak optimal menyebabkan mikroorganisme tumbuh dan berbiak secara tidak wajar, sehingga proses pengomposan berlangsung secara lambat.

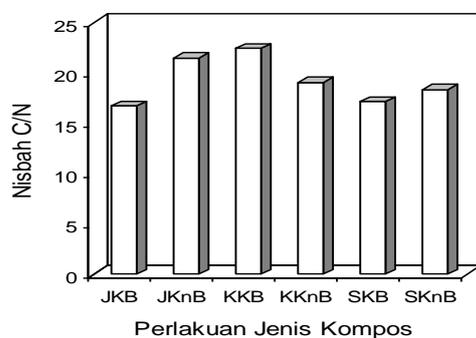
Analisis Mutu Kompos

Penentuan kualitas kompos dilihat dari tingkat kematangan kompos dan kandungan nutrisi yang terkandung dalam kompos. Tingkat kematangan kompos dapat diketahui dari beberapa indikator antara lain temperatur, nisbah C/N, bau, tekstur, kandungan hara serta kapasitas tukar kation (KTK) (Harada *et al.*, 1993).

Nisbah C/N

Parameter utama dalam proses pengomposan adalah terjadinya perubahan nisbah C/N. Perubahan tersebut menunjukkan adanya dekomposisi bentuk struktur, komposisi karbon dan nitrogen organik bahan yang dikomposkan. Menurut Hakiem *et al.* (1986), kecepatan dekomposisi sangat dipengaruhi oleh sumber dan komposisi bahan organik yang digunakan. Bahan organik yang mudah didekomposisi adalah gula, pati, protein dan hemiselulosa, sedangkan bahan organik yang lambat didekomposisi adalah lignin, lilin dan lain-lain.

Nisbah C/N adalah faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan kompos. Nilai akhir nisbah C/N kompos harus disesuaikan dengan kisaran nisbah C/N tanah. Menurut Hakiem *et al.* (1986) nisbah C/N tanah berkisar antara 8 hingga 15, atau rata-rata 10 sampai 12. Oleh karena itu proses pengomposan dianggap cukup baik dan kompos dianggap matang jika nisbah C/N bahan (kompos) telah mencapai 13 – 20.



Gambar 2. Histogram nisbah C/N kompos

Hasil analisis mutu kompos pada penelitian ini seperti tersaji pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata pada semua perlakuan terjadi penurunan nisbah C/N dibandingkan dengan nisbah C/N awal sebesar 25. Nilai akhir nisbah C/N pada kompos matang dipengaruhi oleh laju perubahan karbon dan nitro-

gen. Selama proses pengomposan aerobik karbon dilepaskan ke udara dalam bentuk CO₂, sedangkan nitrogen dilepaskan dalam bentuk amonia. Adanya pelepasan inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan kadar karbon dan nitrogen dalam bahan organik sehingga nilai akhir nisbah C/N kompos akan menurun.

Pada Gambar 2 dapat dilihat proses pengomposan yang menghasilkan kompos matang terdapat pada perlakuan JKB, KKnB, SKB dan SKnB; hal ini ditunjukkan dengan nilai nisbah C/N di bawah 20. Kompos yang tidak matang dapat disebabkan karena proses pengomposan tidak berjalan secara optimum. Pada perlakuan JKnB dimana tanpa menggunakan bantuan aerasi, aktivitas dari mikroorganisme tidak memperoleh suplai oksigen dengan baik sehingga proses dekomposisi bahan baku tidak optimum dan menyebabkan nilai nisbah C/N masih di atas 20.

Dari hasil analisis nisbah C/N terlihat ada kecenderungan di mana perlakuan pengomposan dengan menggunakan bambu sebagai bantuan aerasi menunjukkan nilai nisbah C/N yang lebih kecil jika dibandingkan dengan pengomposan tanpa bantuan aerasi, kecuali pada pengomposan dengan bahan baku kulit tanduk biji kopi (KKB dan KKnB). Proses aerasi akan membantu mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dalam mendekomposisi bahan organik, sehingga kecepatan dekomposisi bahan organik berlangsung lebih optimum pada perlakuan yang menggunakan bantuan aerasi. Sedangkan pada pengomposan dengan bahan baku kulit tanduk biji kopi (KKB dan KKnB), perlakuan pengomposan tanpa bantuan aerasi menunjukkan nilai nisbah C/N yang lebih rendah. Kandungan lignin yang cukup tinggi pada kulit tanduk buah kopi menyebabkan kecepatan dekomposisi bahan baku menjadi lebih lama, sehingga aktivitas dari mikroorganisme harus dijaga pada kondisi pengomposan yang optimum. Kondisi ini dapat diperoleh dengan mempertahankan temperatur pengomposan pada kisaran optimum. Proses aerasi pada pengomposan akan mempengaruhi kemampuan tumpukan kompos untuk mempertahankan panas tumpukannya. Panas dari tumpukan kompos dapat hilang lewat proses aerasi. Panas yang hilang secara berlebihan akan menyebabkan aktivitas dari mikroorganisme terganggu dalam mendekomposisi bahan baku yang pada akhirnya akan mempengaruhi nilai nisbah C/N kompos matang.

Berdasarkan standar mutu kompos Indonesia maka perlakuan JKB, KKnB, SKB dan SKnB telah memenuhi standar yaitu memiliki nilai nisbah C/N kurang dari 20, sedangkan perlakuan KKB dan JKnB tidak memenuhi standar.

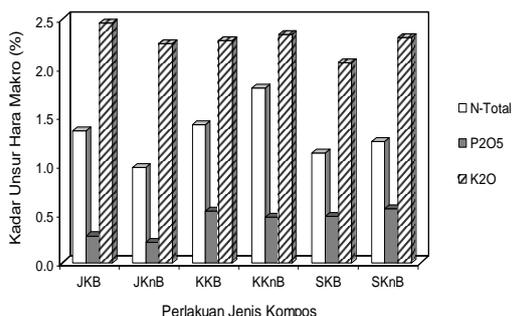
Kandungan Hara Kompos Matang

Kompos sebagai pupuk organik mempunyai kandungan unsur hara makro (N, P dan K) yang

tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan pupuk buatan (sintetis). Sehingga dalam penggunaannya tidak dapat dijadikan sumber utama dalam penyediaan unsur hara makro bagi tanaman. Akan tetapi kompos sangat kaya akan unsur-unsur hara mikro seperti magnesium (Mg), kalsium (Ca), zat besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan seng (Zn). Unsur-unsur ini tidak terdapat dalam pupuk buatan pada umumnya, padahal unsur-unsur tersebut pada jumlah tertentu sangat penting bagi pertumbuhan tanaman.

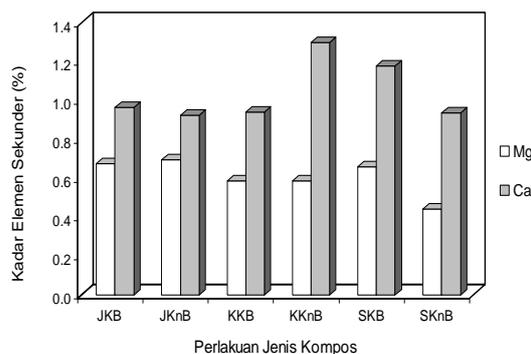
Analisis kandungan hara baik makro dan mikro pada kompos matang menunjukkan hasil yang beragam. Hal ini dapat disebabkan karena kualitas unsur hara kompos yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan dan proses pengomposan. Komposisi kimia dari bahan baku yang digunakan akan berpengaruh terhadap kualitas hara kompos matang. Proses pengomposan akan berpengaruh pada aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan baku yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas hara kompos matang. Aktivitas organisme akan berjalan dengan baik pada proses pengomposan yang terjadi secara optimal.

Pada kandungan hara makro kompos seperti terlihat pada Gambar 3, kadar nitrogen yang dihasilkan berkisar antara 0,98 % hingga 1,79 %, kadar fosfor berkisar antara 0,22 % hingga 0,55 % dan kadar kalium berkisar antara 2,06 % hingga 2,46 %.



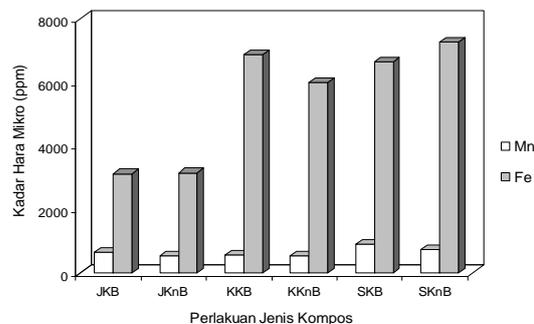
Gambar 3. Histogram kadar unsur hara makro kompos

Untuk nilai kadar nitrogen pada semua perlakuan yang dihasilkan pada penelitian ini maka telah memenuhi standar mutu kompos Indonesia yaitu lebih dari 0,1 %. Sedangkan nilai kadar fosfor pada semua perlakuan yang dihasilkan pada penelitian ini juga telah memenuhi standar mutu kompos Indonesia yaitu lebih dari 0,1 %. Demikian juga untuk kadar kalium yang dihasilkan telah memenuhi batas minimum dari standar mutu kompos Indonesia sebesar 0,1 %.



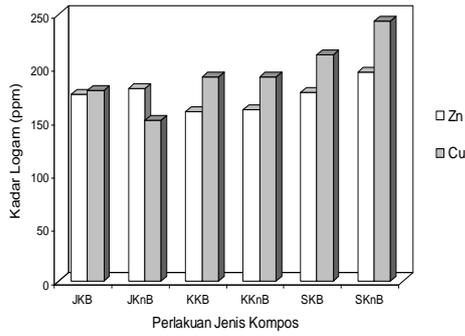
Gambar 4. Histogram kadar elemen sekunder kompos

Pada kandungan elemen sekunder kompos seperti terlihat pada Gambar 4, kadar magnesium kompos matang yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,44 % hingga 0,69 %, sedangkan kadar kalsium berkisar antara 0,92 % hingga 1,30 %. Pada kandungan hara mikro kompos seperti terlihat pada Gambar 5, kadar zat besi (Fe) kompos matang yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 3124,73 ppm hingga 7268,35 ppm, sedangkan untuk kadar mangan (Mn) kompos matang berkisar antara 541,66 ppm hingga 909,37 ppm.



Gambar 5. Histogram kadar hara mikro kompos

Pada kadar logam kompos, kadar tembaga (Cu) kompos matang yang dihasilkan pada penelitian ini (dapat dilihat pada Gambar 6), berkisar antara 150,89 ppm hingga 244,17 ppm, sedangkan untuk kadar seng (Zn) kompos matang berkisar antara 159,14 ppm hingga 177,41 ppm. Untuk nilai kadar tembaga pada semua perlakuan yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar mutu kompos Indonesia karena tidak memenuhi batas maksimum sebesar 150 ppm. Sedangkan nilai kadar seng pada semua perlakuan yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu kompos Indonesia yaitu kurang dari 400 ppm.



Gambar 6. Histogram kadar logam kompos

Analisis Komposit Tanah Liat

Menurut Sarief (1986) tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel-partikel tanah primer berupa fraksi liat, debu, dan pasir dalam suatu massa tanah. Tekstur tanah secara kuantitatif menggambarkan susunan relatif berat fraksi-fraksi tanah yaitu pasir, debu dan liat.

Tabel 1. Hasil analisis komposit tanah liat^a

Parameter	Nilai	Satuan
C-organik	0,98	%
N-Total	0,08	%
P (Fosfor)	6,4	ppm
K (Kalium)	0,58	me/100g
Ca (Kalsium)	17,75	me/100g
Mg (Magnesium)	7,24	me/100g
KTK	29,27	me/100g
Al (Aluminium)	9	me/100g
Fe (Ferrum)	17,16	ppm
Cu (Cuprum)	3,04	ppm
Zn (Seng)	3,56	ppm
Mn (Mangan)	5,72	ppm
Tekstur		
• Pasir	9,23	%
• Debu	55,41	%
• Liat	35,36	%

Keterangan :

^a Hasil analisis komposit Laboratorium Pelayanan Umum Departemen Tanah FAPERTA, IPB (April, 2003)

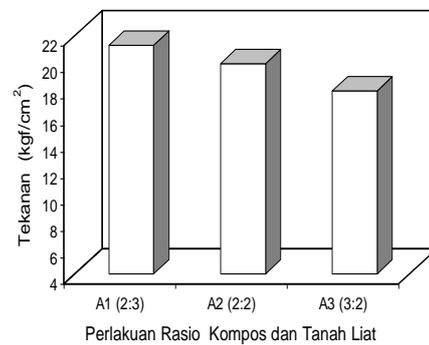
Pada Tabel 1 dapat dilihat tekstur tanah liat pada penelitian ini menunjukkan nilai fraksi liat sebesar 35,36 %, debu 55,41 % dan fraksi pasir sebesar 9,23 %. Berdasarkan klasifikasi tekstur menurut sistem USDA, maka tanah yang digunakan pada penelitian ini tergolong pada kelas tekstur lempung liat berdebu (*silty clay loam*).

Penelitian Tahap II

Kompos yang digunakan untuk pembuatan media tumbuh anggrek pada penelitian ini ialah kompos yang paling matang atau pada nisbah C/N terendah pada penelitian tahap I yaitu kompos jerami dan kotoran kerbau dengan bantuan aerasi (perlakuan JKB) dengan nilai nisbah C/N sebesar 16,75.

Kekuatan Bahan Media Tumbuh

Uji kekuatan bahan yang dilakukan ialah berupa uji tekan dengan menggunakan alat uji tekan Shimadzu. Nilai uji tekan ini menunjukkan kekuatan bahan media tumbuh terhadap gaya tekan yang diberikan dalam satuan kgf per luas penampang bahan (kgf/cm²). Nilai uji tekan bahan yang diberikan menunjukkan kekuatan rekat dari campuran kompos dan tanah liat sebagai perekat alami pada pembuatan media tumbuh.



Gambar 7. Histogram nilai uji tekan media tumbuh tahap II

Pada Gambar 7 dapat dilihat perlakuan A1 memberikan nilai uji tekan bahan tertinggi yaitu sebesar 21,28 kgf/cm², sedangkan nilai uji tekan bahan terendah terdapat pada perlakuan A3 dengan nilai 17,84 kgf/cm². Hasil sidik ragam pada selang kepercayaan 99 % ($\alpha = 0,01$) menunjukkan perlakuan rasio campuran kompos dan tanah liat yang diberikan berpengaruh sangat nyata terhadap nilai uji tekan bahan. Hal ini menunjukkan semakin besar komposisi tanah liat yang ditambahkan maka nilai uji tekan bahan akan semakin besar. Demikian juga sebaliknya, semakin sedikit komposisi tanah liat yang ditambahkan maka semakin kecil nilai uji tekan bahan media tumbuh ini.

Penggunaan tanah liat sebagai bahan tambahan yang berfungsi sebagai perekat diusahakan seminimal mungkin dengan penggunaan kompos semaksimal mungkin. Alasan penggunaan volume kompos yang maksimal ialah untuk memberikan nilai tambah pada pupuk kompos yang sebelumnya hanya berbentuk serbuk. Pengembangan penggunaan kompos sebagai media tumbuh diharapkan pada akhirnya akan membantu mengurangi volume limbah yang semakin meningkat. Selain itu penggunaan kompos yang maksimal diharapkan akan berpengaruh terhadap kualitas unsur hara dari media tumbuh yang dihasilkan pada penelitian ini. Akan tetapi pada saat penelitian dilakukan, komposisi bobot kompos yang ditambahkan dalam campuran bahan mempengaruhi proses pencampuran bahan baku (kompos, tanah liat dan air) dalam pembuatan media tumbuh ini. Semakin banyak komposisi kompos yang ditambahkan, waktu yang dibutuhkan untuk mencampur bahan sehingga diperoleh campuran yang homogen atau merata menjadi lebih lama, sulit untuk dilakukan dan tenaga (secara manual) yang dikeluarkan untuk mencampur bahan menjadi lebih besar.

Pada uji lanjutan menggunakan uji Tukey pada selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$), nilai uji tekan bahan antara perlakuan A1, A2 dan A3 menunjukkan nilai yang berbeda nyata. Sedangkan pada selang kepercayaan 99 % ($\alpha = 0,01$), nilai uji tekan bahan antara perlakuan A1 dan A2 tidak berbeda, sedangkan perlakuan A3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan A1 dan A2. Nilai uji tekan bahan antara perlakuan A1 dan A2 yang tidak berbeda nyata menunjukkan penggunaan nisbah kompos dan tanah yang optimal dicapai pada perlakuan A2 (2 : 2).

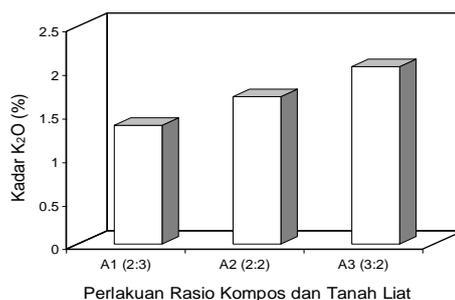
Nilai Bobot Media Tumbuh

Dari hasil penelitian tahap II, nilai bobot media tumbuh yang dihasilkan berkisar antara 516,05 g hingga 588,15 g. Berdasarkan hasil sidik ragam, nilai bobot antara perlakuan A1, A2 dan A3 yang diukur dengan selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) menunjukkan nilai yang tidak berbeda. Hal ini menunjukkan jika rasio campuran kompos dan tanah liat tidak berpengaruh secara nyata terhadap nilai bobot akhir media tumbuh. Bobot awal campuran kompos dan tanah liat sebelum dipanaskan pada temperatur 80 °C selama 3 jam adalah sama. Campuran bahan baku ini akan menempati volume yang sama pada proses pencetakan yaitu dimensi dari media tumbuh anggrek sebesar 10 x 10 x 4 cm³. Pada proses pemanasan pada tahap II ini dengan temperatur 80 °C selama 3 jam tidak menyebabkan pengurangan kadar air yang berbeda nyata sehingga bobot dari semua perlakuan tidak berbeda secara nyata.

Kandungan Unsur Hara Media Tumbuh

Kandungan unsur hara pada media tumbuh mempunyai peranan penting sebagai suplai hara bagi tanaman. Unsur hara yang dianalisis pada penelitian ini adalah unsur hara golongan makro yaitu unsur yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman yang meliputi nitrogen, fosfor dan kalium.

Di alam bebas, anggrek-anggrek epifit mendapatkan kebutuhan akan unsur hara dari air yang menetes atau dari proses pencucian daun-daun tanaman besar lain atau dari penguraian bahan-bahan mati dengan bantuan mikroorganisme. Dalam budi daya, unsur hara diperoleh dari media tumbuh atau dari pupuk yang diberikan (Gunawan, 2002).



Gambar 8. Histogram kadar kalium media tumbuh tahap II

Kandungan unsur hara yang terkandung pada penelitian tahap II mempunyai kisaran kadar nitrogen 0,69 – 0,88 %, kisaran kadar fosfor 0,23 – 0,32 % dan kadar kalium berkisar antara 1,37 – 2,04 % (dapat dilihat pada Gambar 8). Hasil sidik ragam pada selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata akibat perlakuan yang diberikan terhadap nilai kadar nitrogen dan nilai kadar fosfor. Akan tetapi pada selang kepercayaan 99 % ($\alpha = 0,01$) menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata akibat perlakuan yang diberikan terhadap nilai kadar kalium. Pada uji lanjut menggunakan uji Tukey pada selang kepercayaan 99 % ($\alpha = 0,01$), antara perlakuan A1 dengan A3 menunjukkan beda yang sangat nyata terhadap nilai kadar kalium, akan tetapi perlakuan A2 dengan perlakuan A1 dan A3 tidak menunjukkan beda yang sangat nyata.

Nilai kadar kalium yang berbeda nyata antara perlakuan A1 dan A3 disebabkan karena penggunaan volume kompos yang berbeda sehingga pada penggunaan kompos yang lebih sedikit pada perlakuan A1 menyebabkan nilai kadar kalium yang lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan A3 dengan penggunaan kompos yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan semakin banyak komposisi kompos yang ditambahkan dalam campuran akan menyebabkan kandungan kalium semakin tinggi.

Penelitian Tahap III

Pada penelitian tahap III dilakukan variasi lama pemanasan dan temperatur pada proses pembuatan media tumbuh anggrek. Untuk memaksimalkan penggunaan kompos dengan tambahan tanah liat sebagai perekat seminimal mungkin, maka rasio kompos dan tanah liat 2 : 2 (perlakuan A2) digunakan dalam pembuatan media tumbuh pada penelitian tahap III. Penggunaan perlakuan A2 ini dikarenakan memiliki nilai uji tekan bahan yang tidak berbeda nyata dengan nilai uji tekan bahan tertinggi pada perlakuan A1. Selain itu nilai kadar nitrogen dan fosfor pada perlakuan A2 kecuali kadar kalium menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A3.

Kekuatan Bahan Media Tumbuh

Pada penelitian tahap III kisaran nilai uji tekan bahan media tumbuh yang diperoleh ialah 16,95 sampai dengan 23,73 kgf/cm². Berdasarkan hasil sidik ragam, nilai uji tekan bahan pada masing-masing perlakuan yang diukur pada selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan lama dan temperatur pemanasan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai uji tekan bahan media tumbuh.

Proses pemanasan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dari campuran bahan yang terdiri dari kompos, tanah liat dan air. Salah satu sifat dari tanah liat ialah akan membentuk gumpalan sangat keras ketika kering. Campuran tanah liat sebagai perekat kompos pada proses pembuatan media tumbuh ini berfungsi juga sebagai pemberi bentuk sehingga kompos yang sebelumnya berbentuk serbuk dapat direkatkan sehingga menjadi bentuk padatan. Melalui proses pemanasan ini, pengurangan kadar air dari campuran bahan akan menyebabkan campuran bahan menjadi keras. Kekerasan bahan dari media tumbuh ini menggambarkan kekuatan rekat dari tanah liat sebagai perekat. Kekerasan bahan inilah yang diuji dalam uji tekan bahan. Proses pengurangan kadar air melalui proses pemanasan dengan selang temperatur dan lama pemanasan yang dilakukan pada penelitian ini ternyata tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap nilai uji tekan bahan antar perlakuan.

Nilai Bobot Media Tumbuh

Pada penelitian tahap III nilai bobot media tumbuh berkisar antara 467,75 sampai dengan 507,2 g. Berdasarkan hasil sidik ragam, nilai bobot bahan pada masing-masing perlakuan yang diukur pada selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan

bahwa kombinasi perlakuan lama dan temperatur pemanasan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai bobot akhir media tumbuh.

Perlakuan lama dan temperatur pemanasan pada penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga campuran bahan yang terdiri dari kompos dan tanah liat akan menjadi keras ketika kering. Akan tetapi selang lama dan temperatur pemanasan yang diberikan ternyata tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengurangan kadar air sehingga bobot akhir dari media tumbuh yang dihasilkan tidak berbeda nyata.

Kandungan Unsur Hara Media Tumbuh

Di alam bebas, anggrek tipe epifit mendapatkan unsur hara yang dibutuhkan dari air yang menetes atau dari penguraian bahan-bahan organik. Dalam budidaya, unsur hara diperoleh dari media tumbuh atau dari pupuk yang diberikan pada anggrek.

Pada penelitian tahap III nilai kadar nitrogen yang didapat berkisar antara 0,56 hingga 0,70 %, nilai kadar fosfor berkisar antara 0,20 hingga 0,26 % dan nilai kadar kalium berkisar antara 1,29 hingga 1,95 %. Hasil sidik ragam pada selang kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata oleh kombinasi perlakuan yang diberikan terhadap nilai kadar nitrogen, nilai kadar fosfor dan nilai kadar kalium media tumbuh.

Menurut Iswanto (2002) kebutuhan unsur hara dari anggrek tergantung pada fase pertumbuhan dari tanaman anggrek. Pada fase pertumbuhan vegetatif untuk tanaman yang masih berukuran kecil, pemberian pupuk NPK (dalam persen) adalah 30 : 10 : 10. Pada fase pertumbuhan vegetatif yang berukuran sedang, perbandingan pemberian pupuk NPK adalah 10 : 10 : 10. Sementara pada fase pertumbuhan generatif untuk merangsang pembungaan, perbandingan pemberian pupuk NPK adalah 10 : 30 : 30. Setelah bunga dipetik, siklus pemupukan dimulai lagi dengan pemberian perbandingan pupuk NPK 30 : 10 : 10 atau 10 : 10 : 10.

Kisaran kandungan unsur hara yang terdapat pada media tumbuh ini belum dapat mencukupi kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman anggrek. Oleh karena itu pemberian pupuk tambahan tetap harus dilakukan. Gunawan (2002) menyatakan tanaman pada umumnya juga dapat menyerap hara melalui daun selain melalui akar. Dengan demikian pemupukan dapat diberikan melalui daun. Cara pemupukan melalui daun sangat efisien untuk tanaman anggrek. Seringkali akar anggrek dalam media mati atau busuk dikarenakan tua atau terlalu lembab. Akibatnya yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara adalah akar yang terbentuk di atas (*aerial root*) dan daun. Iswanto (2002) menyatakan pem-

berian pupuk akan lebih efektif melalui daun daripada melalui akar. Hal ini disebabkan karena daun mampu menyerap pupuk sekitar 90 %, sedangkan akar hanya mampu menyerap sekitar 10 %.

Penampakan dari media tumbuh anggrek yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9. Pada media tumbuh ini terdapat lima lubang yang berfungsi untuk membantu proses sirkulasi udara di daerah sekitar perakaran tanaman anggrek. Seperti tampak pada Gambar 9, warna dari media tumbuh pada penelitian ini ialah merah bata. Warna merah bata ini lebih dipengaruhi warna dari tanah liat jika dibandingkan dengan warna coklat tanah dari kompos.



Gambar 9. Media tumbuh anggrek

Media tumbuh anggrek ini dikhususkan penggunaannya untuk tanaman anggrek tipe epifit dimana tanaman melekat pada permukaan media tumbuh. Contoh dari anggrek tipe epifit ialah *Phaleonopsis*, *Dendrodium*, *Cattleya* dan *Oncidium*. Cara penggunaan dari media tumbuh ini ialah dengan cara menempelkan tanaman khususnya bagian akar pada permukaan media tumbuh. Kemudian media tumbuh ini dapat digantung di dinding sehingga arah pertumbuhan daun vertikal (teknik penanaman vertikal).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode pembuatan kompos yang dilakukan adalah pengomposan aerobik model *windrow* dengan dan tanpa menggunakan bambu sebagai alat bantu aerasi. Pada pembuatan kompos, bahan mentah (sumber karbon) ditumpuk berlapis-lapis dengan ketebalan 20 cm. Kemudian setiap lapisan ditaburi selapis kotoran kerbau sebagai aktivator dengan ketebalan 10 cm. Ukuran tumpukan kompos pada penelitian ini adalah 70 x 70 x 70 cm³. Khusus pada

perlakuan pengomposan yang menggunakan alat bantu aerasi, pada ketinggian 20 cm bambu dipasang pada posisi mendatar dan kemudian bahan baku ditumpuk kembali.

Hasil pengamatan terhadap temperatur selama 40 hari pada proses pengomposan menunjukkan temperatur tertinggi mencapai kisaran 39,4 hingga 40,4 °C pada hari ke-13 pada semua perlakuan. Temperatur akhir pada proses pengomposan berkisar antara 26 hingga 27 °C, dimana kisaran ini dapat diidentifikasi sebagai temperatur udara lingkungan.

Kompos yang digunakan untuk pembuatan media tumbuh ialah kompos dengan tingkat kematangan tertinggi. Berdasarkan hasil analisis mutu kompos pada penelitian ini, kompos dengan tingkat kematangan tertinggi terdapat pada pengomposan jerami dan kotoran kerbau dengan bantuan aerasi (JKB). Hasil analisis mutu kompos JKB ialah nisbah C/N 16,75; kadar air 26,97 %; kadar abu 60,76 %; kadar Karbon 22,76 %; kadar N-total 1,36 %; kadar P₂O₅ 0,28 %; kadar K₂O 2,46 %; kadar Mg 0,67 %; kadar Ca 0,96 %; kadar Fe 3124,73 ppm; kadar Mn 657,70 ppm dan kadar Zn 175,22 ppm.

Rasio campuran kompos dan tanah liat pada penelitian ini memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai uji tekan bahan dan kadar K₂O, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap nilai rataan bobot, kadar N-total dan kadar P₂O₅. Kombinasi antara perlakuan lama dan temperatur pemanasan tidak berpengaruh terhadap nilai uji tekan bahan, nilai rataan bobot, kadar N-total, kadar P₂O₅ dan kadar K₂O.

Dengan membandingkan hasil analisis secara keseluruhan maka kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada penggunaan rasio campuran kompos dan tanah liat sebesar 2 : 2 dengan lama pemanasan 2 jam pada temperatur 70 °C. Hasil analisis pada perlakuan terbaik menunjukkan nilai uji tekan bahan 16,95 kgf/cm²; bobot 504,45 gram; kadar N-Total 0,68 %; kadar P₂O₅ 0,23 % dan kadar K₂O 1,74 %.

Saran

Pada tahapan pengomposan disarankan untuk menambah kapasitas volume bahan baku kompos yang akan mempengaruhi kapasitas penahan panas tumpukan kompos sehingga dapat dicapai temperatur pengomposan yang lebih tinggi (kondisi termofilik) dan lebih lama sehingga mikroorganisme patogen tidak dapat hidup.

Dari penelitian ini disarankan pada proses pencampuran bahan baku berupa kompos, tanah liat dan air agar menggunakan mesin pengaduk jika hendak dikembangkan pada skala komersial, sehingga diharapkan campuran bahan akan lebih homogen. Untuk penerapan media tumbuh ini disarankan untuk dilakukan uji tumbuh tanaman anggrek.

Untuk penggunaan sebagai media tumbuh anggrek harus tetap dikombinasikan dengan pupuk yang diberikan dari luar seperti pupuk daun dengan dosis yang sesuai dengan umur tanaman anggrek, dikarenakan secara keseluruhan hasil analisis unsur hara media tumbuh ini masih dibawah kebutuhan unsur hara anggrek (kandungan N : P : K) yang dianjurkan.

Media tumbuh ini ditujukan untuk anggrek tipe epifit dengan teknik penanaman secara vertikal (arah pertumbuhan daun vertikal) dimana tanaman anggrek dilekatkan pada permukaan media.

DAFTAR PUSTAKA

- CPIS. 1992. Panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah : Teori dan Aplikasi. *Center for Policy and Implementation Study (CPIS)*. Jakarta.
- Cuevas, V.C. 1997. *Rapid Composting Technology in the Philippines : Its Role in Producing good-quality organic fertilizer*. Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin, 444:1-13 Di dalam Lubis, D. 2001. Kualitas Kompos dari Campuran Sampah Pasar Organik dan Kotoran Sapi (*feces*) yang Ditambah Inokulan Stabio®. Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gunawan, L.W. 2002. Budi Daya Angrek. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung.
- Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshiro. 1993. *Quality Compost Produced from Animal Waste*. Japan Agric. Res. Quarterly, 26 : 238-246. Di dalam Setyawan, A. B. 2002. Pengomposan Sampah Pasar (Organik) dan Kotoran Sapi Menggunakan Inokulan Isi Rumen Kerbau dan Sapi pada Konsentrasi Berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Haug, R.T. 1980. *Composting Engineering*. Ann Arbor Science, Michigan. Di dalam Mudatsir. 1995. Studi Pembuatan Kompos dari Sampah Kota dengan Metode Pengomposan Aerobik Model Cina. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Indrasti, N. S. dan S. Wilmot. 2001. Standar mutu kompos Indonesia. Di dalam Indrasti, N. S. dan S. Wilmot. 2001. *Third Milestone Report Feasibility Study for Composting in Indonesia*. Reid Crowther International, Indonesia.
- Indrasti, N. S. dan S. Wilmot. 2002. The use of composted municipal solid waste and its proposed marketing strategy in Indonesia. Di dalam Aisyah, S. dan L. Herlina. 2003. The Role of Dialogue and Networking : From a Traditional to an Industrialized Country. South East Germany (SEAG) Indonesia, Indonesia.
- Iswanto, H. 2002. Petunjuk Perawatan Anggrek. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Murbandono, L. 1993. Membuat kompos. Penebar swadaya, Jakarta.
- Sarief, E.S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- USDA Soil Survey Staff, 1962. Soil Survey Manual. Handbook No. 18. Washington, USA. Di dalam Sarief, E.S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.