

# PEMBUATAN PUPUK BOKASHI DARI SAMPAH LINGKUNGAN BERDASARKAN RANCANGAN PERCOBAAN CAMPURAN YANG OPTIMUM PADA MODEL PERMUKAAN MULTIRESPON

<sup>1</sup>Ruslan, <sup>1</sup>Susanti Linuwih, <sup>1</sup>Purhadi, <sup>1</sup>Sony Sunaryo, dan <sup>2</sup>Sri Nurhatika

<sup>1</sup> Jurusan Statistika FMIPA-ITS

<sup>2</sup> Jurusan Biologi FMIPA-ITS

Kampus ITS Sukolilo Gedung U dan H Lantai 2 Surabaya 60111

E-mail: [rushlan\\_a@yahoo.com](mailto:rushlan_a@yahoo.com), [susanti@statistika.its.ac.id](mailto:susanti@statistika.its.ac.id),

[purhadi@statistika.its.ac.id](mailto:purhadi@statistika.its.ac.id), [sonny\\_s@statistika.its.ac.id](mailto:sonny_s@statistika.its.ac.id), [sri\\_nurhatika@biologi.its.ac.id](mailto:sri_nurhatika@biologi.its.ac.id)

## ABSTRACT

*Environment waste around ITS college such as waste of Trembesi leaves, Sono leaves, and Satintail at this research will be used as part of materials of Bokashi fertilizer producing. The first aim of this research produced Bokashi fertilizer in various proportion waste of Trembesi leaves, Sono leaves, and Satintail with other materials proportion which has been assumed to be constant based on development of optimum mixture design of multiresponse surface theory by D-optimum criterion. The second aim of this research was compared 5:3:1:1 composition from reference to 5:2:1:2 composition from researcher hypothesis with proportion of waste of Trembesi leaves, Sono leaves, and Satintail as independent variables to N, P, and K per centation as response variables. Optimum mixture designs of multiresponse surface model will be optimum if it weighted  $w = \frac{1}{qs}$  means the each point of experiment will be given s-replications as much as proportion number of experiment point to number of component. The 5:2:1:2 and 5:3:1:1 compositions of Bokashi fertilizer producing are not statistically difference, therefore both compositions can be used to produce Bokashi fertilizer.*

**Key words:** Bokashi Fertilizer, D-Optimum Criterion, Mixture Designs, Multiresponse Surface Model

## PENGANTAR

Bahan organik sangat penting untuk memperbaiki kesuburan tanah, baik fisika, kimia maupun biologi tanah. Bahan organik merupakan perekat butiran lepas atau bahan pemantap agregat, sebagai sumber hara tanaman dan sumber energi dari sebagian besar organisme tanah (Nurhayati *et al.*, 1986). Fungsi penting bahan organik antara lain memperbaiki struktur tanah dan daya simpan air, menyuplai nitrat, sulfat, dan asam organik untuk menghancurkan material, menyuplai nutrisi, meningkatkan NPK dan daya ikat hara, serta sebagai sumber karbon, mineral, dan energi bagi organisme (Syukur dan Harsono, 2008). Salah satu cara menjaga dan meningkatkan bahan organik dalam tanah adalah dengan pemanfaatan sampah lingkungan yang dijadikan pupuk organik.

Sampah di lingkungan sekitar kita, misalnya sampah dari daun tanaman trembesi, daun sono, daun akasia, daun pisang, alang-alang, dan lain-lain melimpah tetapi kurang dimanfaatkan, padahal mengandung banyak unsur karbon, hidrogen, nitrogen, dan kadang-kadang sulfur serta fosfor yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme dan sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman (Grady dan Lim, 1980).

Sampah di lingkungan dapat diubah menjadi suatu pupuk yang bermanfaat bagi lingkungan, pupuk tersebut dinamakan pupuk organik. Jika pupuk organik yang dibuat dengan menambahkan Efektif Mikroorganisme (EM), maka pupuk organik tersebut dikenal dengan nama Pupuk Bokashi EM (Higa, 1994).

Sampai saat ini belum ditemukan komposisi, pupuk kandang, sekam, bekatul, molase, EM-4, dan air sumur secukupnya yang menghasilkan pupuk bokashi dengan variasi penaksiran kandungan NPK yang minimum. Oleh karena itu, permasalahan yang akan diteliti adalah bagaimana membuat pupuk bokashi dari limbah daun serta alang-alang dengan berbagai macam komposisi, pupuk kandang, sekam, bekatul, molase, EM-4, dan air sumur secukupnya yang menghasilkan variasi penaksir kandungan NPK yang minimum.

Untuk melakukan percobaan di atas maka perlu suatu rancangan percobaan yang sesuai. Rancangan yang diusulkan adalah rancangan percobaan campuran. Rancangan percobaan campuran yang mengasumsikan bahwa perbedaan respon yang teramati antarperlakuan hanya dipengaruhi oleh perbedaan proporsi dari setiap komponen. Rancangan percobaan campuran memiliki

kendala jumlah proporsi komponen harus sama dengan satu dan bernilai paling sedikit nol (Cornel, 1981). Untuk rancangan percobaan campuran yang melibatkan faktor-faktor bersifat kuantitatif dari model percobaan yang telah ditentukan sebelumnya seringkali menetapkan taraf faktornya berdasarkan keinginan peneliti saja atau coba-coba. Hasilnya kemungkinan besar akan menimbulkan variansi penaksir respon yang besar. Untuk itu diperlukan suatu metode yang dapat menanganinya supaya menghasilkan variansi penaksir respon yang minimum, yaitu rancangan percobaan optimum. Rancangan percobaan optimum diperoleh berdasarkan kriteria optimum-D. Kriteria optimum-D adalah suatu kriteria yang berupaya mendapatkan matriks rancangan sehingga determinan dari matriks informasi maksimum yang membuat variansi penaksir variabel respon minimum. Penelitian ini bertujuan untuk membuat komposisi pupuk Bokashi dari sampah lingkungan berbagai proporsi yang menghasilkan rancangan percobaan campuran yang optimum pada model permukaan multirespon dan membandingkan komposisi limbah daun : kotoran ayam : sekam : bekatul = 5:3:1:1 (Nasir, 2008) dengan komposisi limbah daun : kotoran ayam : sekam : bekatul = 5:2:1:2 dari dugaan peneliti.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Bahan dan Alat

Bahan yang akan dipakai adalah sekam, kotoran ayam (Pupuk Kandang), bekatul, EM 4, larutan molase, air, sampah daun dari daun-daun di sekitar lingkungan kampus ITS. Bahan-bahan untuk membuat 1 kg bokashi pada komposisi 5:3:1:1 (Nasir, 2008) adalah 0,5 kg sampah daun kering; 0,3 kg kotoran ayam; 0,1 kg bekatul; dan 0,1 kg sekam padi. Sedangkan bahan-bahan untuk membuat 1 kg bokashi pada komposisi 5:2:1:2 adalah 0,5 kg sampah daun kering; 0,2 kg kotoran ayam; 0,1 kg bekatul; dan 0,2 kg sekam padi. Kedua komposisi tersebut ditambahkan starter yang dibuat dengan cara melarutkan 10 ml gula yang telah dicairkan, 1 ml EM-4, dan air secukupnya. Alat yang akan dipakai pada penelitian ini adalah gelas ukur 100 ml, gelas ukur 10 ml, tabung kaca, pengaduk kaca, termometer, pengukur pH, pengukur kadar nitrogen, pengukur kadar fosfat dan pengukur kadar kalium.

### Cara Kerja

Pengambilan sampel untuk mengukur kandungan N, P, dan K awal pada sekam; kotoran ayam; bekatul; alang-alang; daun trembesi; dan daun sono dilakukan dengan cara mengambil 4 titik ujung tempat dan satu titik perpotongan diagonal tempat di masing-masing bahan tersebut (Lukito,

1998). Semua bahan padat dihaluskan seukuran bubuk teh pada teh celup dengan mesin penggiling kopi. Tujuannya adalah ukuran bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan tidak berbeda satu dengan yang lain sehingga tidak memengaruhi terhadap pengukuran respon. Sebelum dilakukan percobaan semua bahan dilakukan pengujian kadar N, P, dan K seperti pada Tabel 2. Pupuk Bokashi yang telah dibuat perlu dicek suhu pupuk bokashi 4 sampai 7 hari tersebut tidak melebihi suhu 50° C supaya tidak terjadi pembusukan (Nasir, 2008).

Dalam rancangan percobaan campuran jika  $x_i$  merupakan proporsi komponen ke- $i$  dalam campuran di mana banyaknya komponen adalah  $q$ , yang memenuhi kendala  $x_i \geq 0$  dengan  $i = 1, 2, \dots, q$  dan  $\sum_{i=1}^q x_i = 1$ . Rancangan *simplex lattice* merupakan bagian dari rancangan percobaan campuran yang memiliki pola *simplex*  $\{q, m\}$  di mana  $q$  adalah banyaknya komponen dan  $m$  adalah derajat polinomial. Rancangan *simplex lattice* dengan  $m = 1$  (orde pertama) dan banyaknya komponen  $q = 3$  mempunyai titik-titik percobaan sebanyak 3 titik, yaitu (1, 0, 0); (0, 1, 0); dan (0, 0, 1) (Cornel, 1981). Tabel rancangan yang akan dilakukan dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Variabel penelitian yang terlibat dalam pembuatan penelitian ini adalah variabel respon yang akan diukur pada pupuk bokashi, yaitu  $Y_1$  adalah persentase kadar N dalam ml per gram,  $Y_2$  adalah persentase kadar P dalam ml per gram,  $Y_3$  adalah persentase kadar K dalam ml per gram. Sedangkan variabel *input* (faktor) yaitu  $X_1$  adalah sampah daun dengan proporsi 0,5,  $D_1 = 1$  dan  $D_2 = 0$  artinya daun trembesi yang digunakan dengan proporsi 0,5 dalam kg,

**Tabel 1.** Tabel rancangan pembuatan pupuk bokashi komposisi 5:3:1:1 dan 5:2:1:2

| $X_1$ (Daun) |       | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $Y_1$     | $Y_2$     | $Y_3$     |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| $D_1$        | $D_2$ |       |       |       |           |           |           |
| 1            | 0     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{111}$ | $Y_{211}$ | $Y_{311}$ |
| 1            | 0     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{112}$ | $Y_{212}$ | $Y_{312}$ |
| 1            | 0     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{113}$ | $Y_{213}$ | $Y_{313}$ |
| 1            | 0     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{114}$ | $Y_{214}$ | $Y_{314}$ |
| 0            | 1     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{121}$ | $Y_{221}$ | $Y_{321}$ |
| 0            | 1     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{122}$ | $Y_{222}$ | $Y_{322}$ |
| 0            | 1     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{123}$ | $Y_{223}$ | $Y_{323}$ |
| 0            | 1     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{124}$ | $Y_{224}$ | $Y_{324}$ |
| 0            | 0     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{131}$ | $Y_{231}$ | $Y_{331}$ |
| 0            | 0     | 0,3   | 0,1   | 0,1   | $Y_{132}$ | $Y_{232}$ | $Y_{331}$ |
| 0            | 0     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{133}$ | $Y_{233}$ | $Y_{333}$ |
| 0            | 0     | 0,2   | 0,1   | 0,2   | $Y_{134}$ | $Y_{234}$ | $Y_{334}$ |

$D_1 = 0$  dan  $D_2 = 1$  artinya daun sono yang digunakan dengan proporsi 0,5 dalam kg,  $D_1 = 0$  dan  $D_2 = 0$  artinya alang-alang yang digunakan dengan proporsi 0,5 dalam kg;  $X_2$  adalah kotoran ayam dengan taraf proporsi 0,3; 0,2 dalam kg,  $X_3$  adalah sekam dengan proporsi 0,1 dalam kg,  $X_4$  adalah bekatul dengan taraf proporsi 0,1 dan 0,2 dalam kg.

Untuk memperoleh matriks rancangan percobaan campuran yang optimum pada model permukaan multirespon akan digunakan kriteria optimum-D. Suatu rancangan optimum-D adalah suatu rancangan yang memaksimumkan determinan  $(X^T X)$  dari suatu model yang sesuai atau berupaya meminimumkan determinan  $(X^T X)^{-1}$ . Rancangan optimum-D mempunyai variansi dari penaksir parameter yang kecil, korelasi antarpenaksir parameter yang kecil, dan variansi penaksir respon yang kecil (Atkinson dan Donev, 1992). Jika melibatkan sejumlah variabel respon yaitu  $r$  yang diukur dari sejumlah faktor dinamakan model permukaan multirespon, model permukaan multirespon pada rancangan *simplex lattice* orde satu, yaitu:  $\tilde{Y}_r = X_r \tilde{\beta}_r + \tilde{\epsilon}_r$ , untuk  $r = 1, 2, \dots, p$  (Khuri dan Cornel, 1996).

Hasil uji kadar N, P, dan K pada pembuatan pupuk bokashi sampah daun, kadar N total diukur berdasarkan metode Destilasi Kjeldah, P dan K total dengan metode Pengabuhan basa metode Destruktif, analisis P total dengan menggunakan Spektrofotometri, serta analisis K total dengan menggunakan *Flamephotometer*.

## HASIL

### Penentuan Rancangan Percobaan Campuran Simpleks *Lattice Optimum* Pada Model Permukaan Multirespon

Pengembangan teori yang dilakukan peneliti pada penentuan rancangan percobaan campuran *simplex lattice optimum* pada model permukaan multirespon, menghasilkan suatu rumusan sebagai berikut:

Misalkan  $q$  adalah banyak komponen atau faktor,  $r$  adalah banyaknya respon, dilibatkan replikasi sebanyak  $s$ , pada rancangan percobaan campuran *simplex lattice* orde satu ( $m = 1$ ) maka dengan menggunakan pembobotan, yaitu  $w_i$  adalah nilai pembobot dengan nilai yang sama, yaitu  $w_i = w$  dan memenuhi  $w_i \geq 0$  dan  $\sum_{i=1}^q w_i = 1$ ,  $w$  adalah matriks diagonal dengan elemen-elemennya  $w_i$  berdasarkan kriteria optimum-D yang memaksimumkan determinan matriks rancangan maka diperoleh  $w = \frac{1}{qs}$  dengan asumsi bahwa nilai bobot yang sama diberikan pada tiap titik rancangan.

### Hasil Tes N, P, K pada Setiap Bahan Awal

Untuk melihat kehomogenan bahan pupuk bokashi terlebih dahulu diukur kandungan N, P, K dari daun trembesi; daun sono; alang-alang; kotoran ayam; sekam; bekatul, seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Tes N, P, K pada setiap bahan awal

| No | Bahan                   | % N Total | % P  | % K  |
|----|-------------------------|-----------|------|------|
| 1  | Daun Trembesi ulangan 1 | 2,57      | 0,08 | 0,13 |
| 2  | Daun Trembesi ulangan 2 | 2,50      | 0,08 | 0,12 |
| 3  | Daun Trembesi ulangan 3 | 2,45      | 0,08 | 0,12 |
| 4  | Daun sono ulangan 1     | 1,81      | 0,08 | 0,27 |
| 5  | Daun sono ulangan 2     | 1,89      | 0,07 | 0,29 |
| 6  | Daun sono ulangan 3     | 2,08      | 0,07 | 0,29 |
| 7  | Alang-alang ulangan 1   | 0,85      | 0,21 | 0,49 |
| 8  | Alang-alang ulangan 2   | 0,84      | 0,21 | 0,51 |
| 9  | Alang-alang ulangan 3   | 0,79      | 0,22 | 0,51 |
| 10 | Kotoran Ayam ulangan 1  | 5,62      | 2,02 | 0,49 |
| 11 | Kotoran Ayam ulangan 2  | 5,91      | 2,04 | 0,48 |
| 12 | Kotoran Ayam ulangan 3  | 5,98      | 2,01 | 0,49 |
| 13 | Sekam ulangan 1         | 0,66      | 0,13 | 0,01 |
| 14 | Sekam ulangan 2         | 0,67      | 0,10 | 0,02 |
| 15 | Sekam ulangan 3         | 0,69      | 0,10 | 0,01 |
| 16 | Bekatul Ulangan 1       | 1,54      | 1,05 | 0,26 |
| 17 | Bekatul Ulangan 2       | 1,64      | 1,05 | 0,26 |
| 18 | Bekatul Ulangan 3       | 1,71      | 1,10 | 0,27 |

### Hasil Uji Kadar N, P, dan K pada Pupuk Bokashi Sampah Daun

Pupuk bokashi yang dihasilkan dengan memberikan pengulangan (s) sebanyak 2 pada tiap titik rancangan jika banyaknya titik percobaan yang dilibatkan adalah 6 dan untuk banyaknya komponen adalah 3, sesuai hasil teori penentuan rancangan percobaan campuran simplex *lattice* yang optimum pada model permukaan multirespon. Hasil uji kadar N, P, dan K pada pembuatan pupuk bokashi sampah daun seperti pada Tabel 3.

### Analisis Statistika untuk Penaksiran Model dan Uji Manova pada Komposisi dan Bahan (Sampah Daun) pada Pupuk Bokashi

Analisis statistika yang digunakan untuk penaksiran model serta pengujian model dalam penelitian ini adalah analisis regresi permukaan multirespons pada rancangan percobaan campuran optimum yang dihasilkan berdasarkan luaran perangkat lunak SAS sebagai berikut:

$$\hat{Y}_1 = 1,94 + 0,44 D_1 + 0,515 D_2 + 2,4 X_2 - 0,6 D_1 X_2 - 0,95 D_2 X_2$$

$$\hat{Y}_2 = 0,97 - 0,17 D_1 - 0,38 D_2 + 0,3 D_1 X_2 + 1,05 D_2 X_2$$

$$\hat{Y}_3 = 1,21 - 0,41 D_1 - 0,5 D_2 + 0,4 X_2 - 0,75 D_1 X_2 + 0,3 D_2 X_2$$

Untuk daun trembesi yaitu  $D_1 = 1$  dan  $D_2 = 0$  diperoleh taksiran model:

$$\hat{Y}_1 = 2,38 X_1 + 4,18 X_2 + 2,38 X_3 + 2,38 X_4$$

$$\hat{Y}_2 = 0,80 X_1 + 1,1 X_2 + 0,80 X_3 + 0,80 X_4$$

$$\hat{Y}_3 = 0,80 X_1 + 0,45 X_2 + 0,80 X_3 + 0,80 X_4$$

Untuk daun sono yaitu  $D_1 = 0$  dan  $D_2 = 1$  diperoleh taksiran model:

$$\hat{Y}_1 = 2,455 X_1 + 3,905 X_2 + 2,455 X_3 + 2,455 X_4$$

$$\hat{Y}_2 = 0,59 X_1 + 1,64 X_2 + 0,59 X_3 + 0,59 X_4$$

$$\hat{Y}_3 = 0,71 X_1 + 1,41 X_2 + 0,71 X_3 + 0,71 X_4$$

Untuk alang-alang yaitu  $D_1 = 0$  dan  $D_2 = 0$  diperoleh taksiran model:

$$\hat{Y}_1 = 1,94 X_1 + 4,34 X_2 + 1,94 X_3 + 1,94 X_4$$

$$\hat{Y}_2 = 0,97 X_1 + 0,97 X_2 + 0,97 X_3 + 0,97 X_4$$

$$\hat{Y}_3 = 1,21 X_1 + 1,61 X_2 + 1,21 X_3 + 1,21 X_4$$

Uji model untuk  $\hat{Y}_1 = 1,94 + 0,44 D_1 + 0,515 D_2 + 2,4 X_2 - 0,6 D_1 X_2 - 0,95 D_2 X_2$  diperoleh  $P\text{-value} = 0,0068 < 0,05$  artinya tolak  $H_0$  mempunyai interpretasi bahwa model linier telah sesuai. Uji model untuk  $\hat{Y}_2 = 0,97 - 0,17 D_1 - 0,38 D_2 + 0,3 D_1 X_2 + 1,05 D_2 X_2$  diperoleh  $P\text{-value} = 0,6691 > 0,05$  artinya terima  $H_0$  mempunyai interpretasi bahwa model linier tidak sesuai. Uji model untuk  $\hat{Y}_3 = 1,21 - 0,41 D_1 - 0,5 D_2 + 0,4 X_2 - 0,75 D_1 X_2 + 0,3 D_2 X_2$  diperoleh  $P\text{-value} = 0,0001 < 0,05$  artinya tolak  $H_0$  mempunyai interpretasi bahwa model linier telah sesuai.

Uji untuk melihat apakah ada perbedaan secara statistika dari kedua komposisi tersebut. Analisis yang sesuai adalah uji MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*). Hasil dari analisis-analisis tersebut berdasarkan keluaran dari perangkat lunak Minitab versi 6.0.

Hipotesis untuk melihat ada tidaknya perbedaan antara dua komposisi tersebut adalah:

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan antara dua komposisi tersebut

$H_1$  : Terdapat perbedaan antara dua komposisi tersebut

Hasil uji diperoleh  $P\text{-value}$  berdasarkan kriteria Wilk's yang lebih umum digunakan sebesar  $0,108 > 0,05$  artinya bahwa  $H_0$  diterima dengan interpretasi bahwa tidak terdapat perbedaan antara dua komposisi tersebut.

Untuk menguji ada tidaknya perbedaan bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) digunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan antara bahan

$H_1$  : Terdapat perbedaan antara bahan

**Tabel 3.** Hasil Tes N, P, K pada sampel pupuk bokashi

| No | Pupuk Bokashi dari            | % N Total | % P  | % K  |
|----|-------------------------------|-----------|------|------|
| 1  | Alang-alang (5:2:1:2) ulang 1 | 2,50      | 0,66 | 1,20 |
| 2  | Alang-alang (5:2:1:2) ulang 2 | 2,34      | 0,92 | 1,38 |
| 3  | Sono (5:2:1:2) ulang 1        | 2,71      | 0,48 | 0,81 |
| 4  | Sono (5:2:1:2) ulang 2        | 2,78      | 0,75 | 0,89 |
| 5  | Trembesi (5:2:1:2) ulang 1    | 2,71      | 0,82 | 0,79 |
| 6  | Trembesi (5:2:1:2) ulang 2    | 2,77      | 0,54 | 0,67 |
| 7  | Alang-alang (5:3:1:1) ulang 1 | 2,78      | 0,80 | 1,33 |
| 8  | Alang-alang (5:3:1:1) ulang 2 | 2,54      | 0,78 | 1,33 |
| 9  | Sono (5:3:1:1) ulang 1        | 2,93      | 0,72 | 0,90 |
| 10 | Sono (5:3:1:1) ulang 2        | 2,85      | 0,72 | 0,94 |
| 11 | Trembesi (5:3:1:1) ulang 1    | 2,86      | 0,84 | 0,71 |
| 12 | Trembesi (5:3:1:1) ulang 2    | 2,98      | 0,58 | 0,68 |

Hasil uji manova untuk uji bahan (sampah daun trembesi, daun sono dan alang-alang) diperoleh hasil P-value berdasarkan kriteria Wilk's sebesar  $0,001 < 0,05$  artinya  $H_0$  ditolak dengan interpretasi bahwa terdapat perbedaan antara sampah daun trembesi, daun sono, dan Alang-alang.

Untuk melihat terdapatnya interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) dan komposisi dapat digunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan secara nyata akibat interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) dan komposisi.

$H_1$  : Terdapat perbedaan secara nyata akibat interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) dan komposisi.

Hasil uji Manova untuk menguji ada tidaknya interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) dan komposisi diperoleh hasil P-value berdasarkan kriteria Wilk's sebesar  $0,771 > 0,05$  artinya  $H_0$  diterima dengan interpretasi tidak terdapat perbedaan secara nyata akibat interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono dan alang-alang) dan komposisi.

## PEMBAHASAN

Rancangan percobaan campuran optimum pada model permukaan multirespon akan terjadi jika diberikan pembobotan sebesar  $w = \frac{1}{qS}$ . Dalam penelitian ini, rancangan percobaan campuran pada model permukaan multirespon yang melibatkan 6 titik percobaan (n) dan 3 komponen (q) akan optimum jika ulangan yang diberikan pada tiap titik rancangan adalah 2 sehingga akan diperoleh variansi penaksir kadar N, P, dan K yang minimum.

Kadar N, P, dan K menjadi bagian yang penting sebagai nutrisi pokok yang menunjang kestabilan bahan organik tanah. Menurut Cheremisinoff (1996), penurunan bahan organik dapat diakibatkan oleh penggunaan bahan organik sebagai makanan mikroorganisme yang tergantung pada faktor lingkungan yang meliputi pH, suhu, konsentrasi nutrisi pokok seperti N, P, dan K serta bahan mineral lainnya.

Hasil penelitian penaksiran model mengenai kadar N, P, dan K pada pembuatan pupuk bokashi dari sampah lingkungan sebagai penambah bahan organik tanah menunjukkan bahwa jika tiap satu satuan ditambahkan pada proporsi daun trembesi, kotoran ayam, sekam dan bekatul akan meningkatkan kadar N sebesar 11,32 satuan dan kadar K sebesar 2,85 satuan. Daun sono akan meningkatkan kadar N sebesar 11,24 satuan dan kadar K sebesar 3,54

satuan. Alang-alang akan meningkatkan kadar N sebesar 10,07 satuan dan kadar K sebesar 5,24 satuan. Pendugaan kadar P tidak dapat dilakukan karena model tidak sesuai sehingga model tidak dapat digunakan untuk penaksiran. Perbedaan tersebut didukung oleh hasil analisis Manova, yaitu terdapat perbedaan antara bahan daun trembesi, daun sono dan alang-alang pada pembuatan pupuk bokashi dalam pengukuran kadar N, P, dan K. Jika proporsi kotoran ayam ditambah maka akan memberikan dampak peningkatan kadar N, P, dan K pada pupuk bokashi yang dihasilkan, karena rata-rata kadar N, P, dan K awal pada kotoran ayam lebih besar dibandingkan bahan lain. Hal ini tidak dilakukan dalam penelitian karena penelitian ini menekankan pada sampah daun yang ada di sekitar lingkungan ITS. Meskipun demikian tetap perlu diperhatikan keseimbangan hara tanah. Menurut Smith dan Peterson dalam Widiati *et al.* (2006), pemberian kadar N yang terlalu banyak dapat mengakibatkan ketidakseimbangan hara di dalam tanah dan tanaman. Selain itu tidak semua N dari pupuk dapat diserap oleh tanaman, sehingga mengakibatkan berlebihnya hara N dan dapat menjadi polusi lingkungan.

Dalam pembuatan pupuk bokashi, hasil uji menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara komposisi 5:2:1:2 dari dugaan peneliti dan 5:3:1:1 (Nasir, 2008). Hal tersebut didukung oleh tidak adanya perbedaan yang nyata akibat interaksi antara bahan (sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang) dengan komposisi.

Kesuburan tanah memiliki kaitan yang erat dengan bahan organik dalam tanah. Menurut Kaderi (2004), bahan organik menjadikan fluktuasi suhu tanah lebih kecil. Bahan organik dapat membantu akar tanaman menembus tanah lebih dalam dan luas sehingga tanaman lebih kokoh dan lebih mampu menyerap unsur hara dan air dalam jumlah yang banyak.

Untuk mempertahankan kandungan bahan organik tanah diperlukan tambahan bahan organik ke dalam tanah antara lain dengan memberikan pupuk bokashi baik komposisi 5:3:1:1 ataupun komposisi 5:2:1:2. Oleh karena itu, selanjutnya dalam pembuatan pupuk bokashi dari sampah daun trembesi, daun sono, dan alang-alang dapat digunakan salah satu dari dua komposisi tersebut.

## KEPUSTAKAAN

- Atkinson dan Donev, 1992. Optimum Experimental Design, Clarendon Oxford Science Publication.
- Cheremisinoff NP, 1996. Biotechnology for Waste and Wastewater Treatment. Noyes Publications, New Jersey.
- Cornel, 1981. Experiment With Mixture. John Wiley & Sons, New York.

- Grady dan Lim, 1980. *Biological Wastewater Treatment-Theory and Application*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Higa, 1994. *Tanya Jawab Teknologi EM*. Koperasi Karyawan, Departemen Kehutanan.
- Kaderi H, 2004, Teknik Pengolahan Pupuk Pelet dari Gulma Sebagai Pupuk Majemuk dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman Padi. *Bulletin Teknik Pertanian*. 9(2): 47-9.
- Khuri dan Cornel, 1996. *Response Surface: Design and Analysis*. Second Edition, Marcell Dekker Inc, New York.
- Lukito, 1998. *Rancangan Percobaan*. Universitas Brawijaya.
- Nasir, 2008. Teknik Pembuatan Bokashi. [http://www.dispertanak.pandeglang.go.id/artikel\\_12.htm](http://www.dispertanak.pandeglang.go.id/artikel_12.htm)
- Nurhayati H, Nyakpa MY, Lubis AM, Nugroho SG, Saul MK, Diha MA, Hong GB, dan Bailey HH, 1986. *Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Syukur A dan Harsono E, 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK Terhadap Beberapa Sifat Kimia dan Fisika Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 8(2): 138-45.
- Widiati, Novianti S, dan Roostika I, 2006. Pengaruh Tiga Jenis Pupuk Nitrogen terhadap Tanaman Sayuran. *Biodiversitas*. 7(1): 77-80.

Reviewer: **Dr. Eridani, M.Si**  
**Dr. Yenny Wuryandari**