

Peningkatan Kualitas Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Proses Pengomposan sampah

Irwansyah Putra S¹, Hasni Kasim², Dhani Aryanto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian STIPER Kutai Timur
Jln. Soekarno Hatta No. 1 Sangatta, Kutai Timur, Kalimantan Timur Kode pos (75387)

² Program Studi Teknik Pertanian STIPER Kutai Timur
Jln. Soekarno Hatta No. 1 Sangatta, Kutai Timur, Kalimantan Timur Kode pos (75387)

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the character of the leachate from the composting process liquid waste as fertilizer, the effect of adding mengetau EM4 and long fermentation time a lesser quality liquid fertilizer produced. Making liquid fertilizer is made by fermentation anaero in a state of controlled space (homogeneous). The study was conducted by observing the effect of adding a starter EM4 doses (0, 15, 20 and 25 ml) and fermentation time (21 and 28 days) to the changes that occur in characters leachate. Quantitative data from the physical test (pH and temperature) and chemical tests (N, P and K) were analyzed by linear regression. The results showed that the addition of a starter and fermentation time will lower the pH of 4.00 according to the regression equation $Y_1 = 4.00 - 0,01X_1 - 0,01X_2$ temperature changes had no significant effect with an average temperature of 31°C and follow the equation $Y_2 = 30,98 + 0,02X_1 + 0,01X_2$. Likewise, no significant changes in N. The highest value of 189 ppm N at S2W1 and the lowest at 128 ppm in S0W0 and follows the equation $Y_3 = 150.70 + 0,24X_1 + 0,07X_2$. However, to change the P and K significantly. The highest P value of 330 ppm in S2W1 and the lowest was 94 ppm in S0W0. The equation changes in levels of P is $Y_4 = 124.11 + 1,41X_1 + 6,85X_2$. The highest K value of 484 ppm in S2W2 and the lowest value of 326 ppm in S0W2. Changes in the levels of K follows the equation $Y_5 = 392.35 + 4,81X_1 + 1,59X_2$.

Keywords : fertilizer, liquid, leachate, fermentation.

ABSTRAK

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui karakter lindi dari proses pengomposan sampah sebagai pupuk cair, mengetahui pengaruh penambahan EM4 dan lama waktu fermentasi terhadap kualitas pupuk cair yang dihasilkan. Pembuatan pupuk cair ini dilakukan dengan cara fermentasi anaero dalam keadaan ruang terkontrol (homogen). Penelitian dilakukan dengan mengamati pengaruh penambahan dosis starter EM4 (0, 15, 20 dan 25 ml) dan lama fermentasi (21 dan 28 hari) terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada karakter-karakter lindi. Data kuantitatif dari uji fisik (pH dan suhu) dan uji kimia (N,P dan K) dianalisa dengan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan starter dan lama fermentasi akan menurunkan pH dari 4,00 sesuai dengan persamaan regresi $Y_1 = 4,00 - 0,01X_1 - 0,01X_2$ Perubahan suhu tidak berpengaruh nyata dengan suhu rata-rata 31°C dan mengikuti persamaan $Y_2 = 30,98 + 0,02X_1 + 0,01X_2$. Demikian juga perubahan N tidak signifikan. Nilai N tertinggi sebesar 189 ppm pada S2W1 dan terendah sebesar 128 ppm pada S0W0 dan mengikuti persamaan $Y_3 = 150,70 + 0,24X_1 + 0,07X_2$. Namun untuk perubahan P dan K signifikan. Nilai P tertinggi sebesar 330 ppm pada S2W1 dan terendah sebesar 94 ppm pada S0W0. Persamaan perubahan kadar P adalah $Y_4 = 124,11 + 1,41X_1 + 6,85X_2$. Nilai K tertinggi sebesar 484 ppm pada S2W2 dan nilai terendah sebesar 326 ppm pada S0W2. Perubahan kadar K mengikuti persamaan $Y_5 = 392,35 + 4,81X_1 + 1,59X_2$.

Kata kunci : pupuk, cair, lindi, fermentasi.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pengomposan merupakan salah satu metode pengelolaan sampah, dimana metode tersebut bertujuan untuk mengurangi volume sampah atau merubah komposisi dan bentuk sampah menjadi produk yang bermanfaat. Pengolahan sampah tersebut dapat dilakukan langsung pada sumbernya, pada tempat yang dirancang khusus, Tempat Pembuangan Sementara (TPS) atau Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Dalam SNI T-13-1990-F tentang Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan, pengomposan didefinisikan sebagai sistem pengolahan sampah organik dengan bantuan mikroorganisme sehingga terbentuk pupuk organik (pupuk kompos).

Proses pengomposan sampah organik akan menghasilkan pupuk organik dan cairan yang biasa disebut dengan lindi. Menurut Darmahuri (2004), air lindi merupakan cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah atau dapat pula didefinisikan sebagai limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Penelitian Riansyah dan Wesen (2012), yaitu pemanfaatan lindi sebagai pupuk cair menggunakan penambahan daun lamtoro, dan bunga pada lindi. Perlakuan terbaik yaitu penambahan daun lamtoro dan lama fermentasi selama 14 hari, menghasilkan pupuk cair dengan rasio C/N 9. Penelitian yang lain dilakukan oleh Rilawati (2009), pembuatan pupuk cair dari lindi dengan bantuan mikroorganisme yang ada dalam Biosca menghasilkan kandungan tertinggi pada penambahan BIOSCA 5ml tiap liter lindi dan lama fermentasi 48 jam.

Pembuatan pupuk cair dari air lindi dapat dilakukan dengan bantuan bioaktivator yang lain misalnya EM4. Pada limbah cair tahu penggunaan EM4 dapat meningkatkan kandungan N, P dan K. Sedangkan penggunaan EM4 pada pembuatan pupuk cair dari lindi diharapkan dapat meningkatkan kandungan N, P dan K. Oleh karena itu perlu adanya penelitian komposisi starter EM4 dan lama fermentasi yang terbaik dalam pembuatan pupuk cair dari lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakter lindi hasil dari proses pengomposan sampah sebagai pupuk cair ?
2. Bagaimana pengaruh EM4 dan lama fermentasi untuk meningkatkan kualitas pupuk cair ?

1.3 Batasan Masalah

Air lindi yang digunakan berasal dari pengomposan sampah rumah tangga yang ada di PT. Tjokro Bersaudara, Sangatta.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakter lindi dari proses pengomposan sampah sebagai pupuk cair.
2. Mengetahui pengaruh penambahan EM4 dan lama waktu fermentasi terhadap kualitas pupuk cair yang dihasilkan.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui karakter lindi dari proses pengomposan sampah sebagai pupuk cair..
2. Mengetahui pengaruh penambahan EM4 dan lama fermentasi terhadap kualitas pupuk cair yang dihasilkan selama waktu 0 hari, 21 hari dan 28 hari

1.6 Hipotesis

Penambahan starter EM4 dan lama fermentasi mempengaruhi kualitas pupuk cair dari air lindi sisa pengomposan sampah rumah tangga.

2 Metode

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2014. Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sumberdaya Lahan dan Alam, Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur dan Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman.

2.2 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu

- jerigen ukuran 25 liter sebanyak 1 buah,
- botol plastik ukuran 1liter sebanyak 24 buah
- selang plastik 0,02 inci 4 meter,
- Corong sebanyak 1 buah ,
- lemari penyimpanan.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah air lindi dari proses pengomposan sampah sebanyak 24 liter dan EM-4 sebanyak 1.080 ml.

2.3 Prosedur Penelitian

Pembuatan pupuk cair ini dilakukan dengan cara fermentasi anaerob dalam keadaan ruang terkontrol (homogen). Penelitian dilakukan dengan mengamati pengaruh penambahan dosis starter EM4 (4 dosis) dan lama fermentasi (2 periode) terhadap perubahan-perubahan yang terjadi pada karakter-karakter lindi. Rincian dosis strater dan lama waktu fermentasi adalah sebagai berikut:

a. Dosis bahan starter (S), yaitu :

- S0 = konsentrasi bahan Em4 0 ml/1 ltr air lindi
- S1 = konsentrasi bahan Em4 15 ml/1 ltr air lindi
- S2 = konsentrasi bahan Em4 20 ml/1 ltr air lindi
- S3 = konsentrasibahan Em4 25ml/1 ltr air lindi

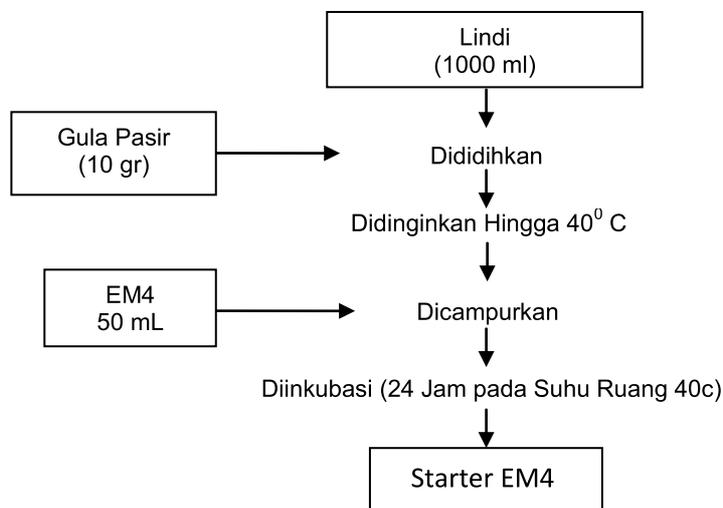
b. Lama fermentasi (W), yaitu :

- W1 = 21hari
- W2 = 28 hari

2.4 Proses Pembuatan Pupuk Cair

2.4.1 Preparasi Starter EM-4

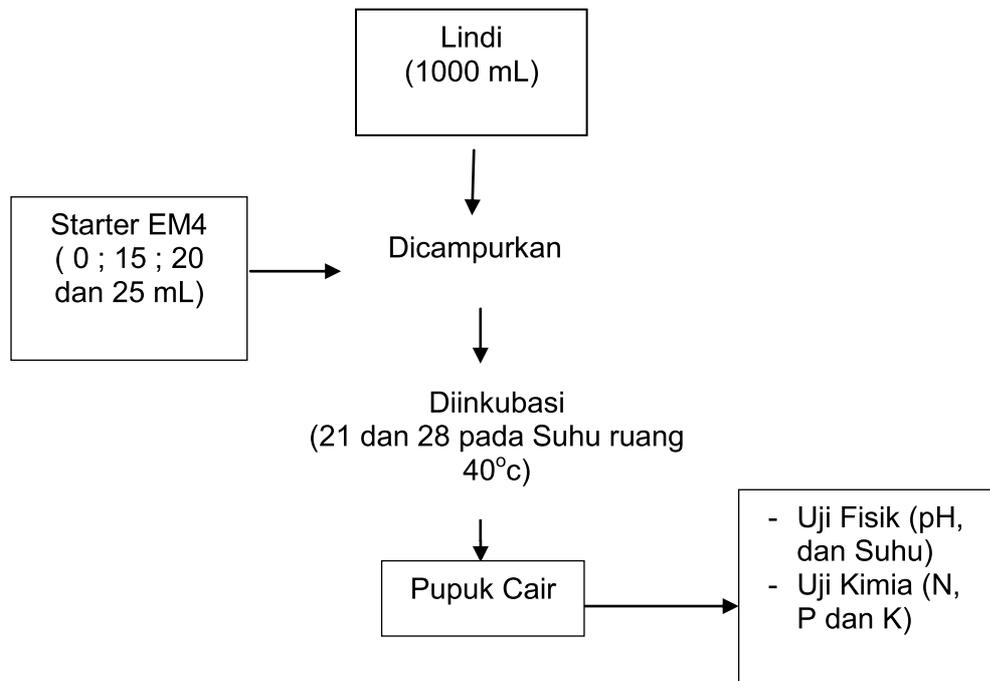
Starter EM4 diperoleh dengan cara mengaktifkan bakteri pada larutan EM-4. Tahapan pembuatan starter adalah dengan mendidihkan bahan limbah cair menggunakan campuran gula pasir 10 gr, kemudian didinginkan dengan campuran bakteri EM4 50 ml serta diinkubasi selama 24 jam dengan menggunakan suhu ruang 40⁰ C dengan menggunakan ember pembuatan air lindi sebanyak empat buah ember sedangkan setiap ember dibutuhkan 5 kg sampah organik, dengan menghasilkan air lindi sebanyak 2 - 3 liter air lindi dibutuhkan 40 kg sampah organik untuk mendapatkan 24 liter air lindi. Alur proses pembuatan starter terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Preparasi Starter EM

2.4.2 Pembuatan Pupuk Cair

Fermentasi Air lindi dilakukan dengan penambahan starter EM4 yang di campurkan pada air lindi dan selanjutnya diinkubasi selama 21 dan 28 hari. Pupuk cair yang dihasilkan kemudian dianalisa dengan uji fisik yaitu suhu dan pH serta uji kimia meliputi N, P, dan K. Diagram alir pembuatan pupuk cair dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur proses pembuatan pupuk cair dari air lindi secara anaerob

2.5 Analisis Data

Data uji laboratorium berupa data kuantitatif yaitu uji fisik pupuk cair yang meliputi pH, suhu, serta uji kimia pupuk cair meliputi uji kandungan N, P dan K. Pengambilan sampel dilakukan pada fermentasi 0 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Pengaruh dosis starter dan lama fermentasi terhadap perubahan karakter lindi di analisa menggunakan regresi dan korelasi linear berganda, dengan perubahan karakter lindi (suhu, pH, N, P, K) sebagai variabel terikat, dan penggunaan dosis starter dan lama fermentasi sebagai variabel bebas. Model regresi linear berganda yang hendak diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dimana:

Y : adalah perubahan karakter lindi

b_0 : adalah besarnya perubahan karakter lindi jika $X_1=X_2=0$

b_1 : adalah besarnya perubahan karakter lindi jika dosis starter mengalami kenaikan/penurunan, sedangkan lama fermentasi konstan/tetap

b_2 : adalah besarnya perubahan karakter lindi jika lama fermentasi mengalami kenaikan/penurunan, sedangkan dosis starter konstan/tetap.

X_1 : dosis starter EM4

X_2 : lama fermentasi

Untuk mengetahui besarnya pengaruh hubungan dosis starter dan lama fermentasi terhadap perubahan karakter lindi dihitung besarnya koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi menunjukkan kemampuan variabel bebas (dosis starter dan lama fermentasi) dalam menjelaskan perubahan yang terdapat pada karakter lindi. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{\text{Jumlah Kuadrat regresi}}{\text{Jumlah Kuadrat Total}}$$

Sedangkan, nilai koefisien korelasi (r) dihitung untuk mengetahui hubungan linear antara perubahan karakter lindi dengan dosis starter dan lama fermentasi, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$r = \sqrt{R^2}$$

Nilai jumlah kuadrat regresi dan jumlah kuadrat total diperoleh dari Tabel Analisis Sidik Ragam, hasil dari perhitungan sidik ragam regresi. Untuk mengetahui keterkaitan antar variabel bebas (dosis starter dan lama fermentasi) dilakukan analisis korelasi antar variabel. Untuk mempermudah analisis data, digunakan bantuan software komputer Microsoft excel.

Karakter lindi yang dianalisa dalam penelitian ini adalah suhu, pH, N, P, K, sehingga akan diperoleh 5 variabel terikat yaitu: Y_1 (pH), Y_2 (suhu), Y_3 (N), Y_4 (P), dan Y_5 (K).

3 Hasil Dan Pembahasan

3.1 Karakter Air Lindi Hasil Pengomposan

Proses pengomposan sampah rumah tangga dengan menggunakan bantuan EM4 selama 5 hari menghasilkan air lindi sebanyak 2 - 3 liter. Hasil tersebut tergantung dari kandungan air sampah yang dikomposkan. Pada penelitian ini air lindi rata-rata yang dihasilkan sebanyak 2,4 liter.

Karakter air lindi hasil pengomposan yang diperoleh kemudian diuji kandungan N, P, K, pH dan Suhu. Tabel 1 berikut menunjukkan karakter air lindi dibandingkan dengan air lindi yang diperoleh pada penelitian Riansyah (2012). Berdasarkan tabel 1 bahwa N, dari hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan nilai karakter air lindi lebih rendah dari penelitian Riansyah (2012). Hal tersebut dikarenakan bahan baku air lindi berbeda yaitu

Riansyah menggunakan daun lentoro serta bunga–bungaan, sedangkan penelitian ini menggunakan sampah rumah tangga.

Tabel 1. Karakter Air Lindi Hasil Pengomposan

No	Uraian	Hasil Penelitian	Riansyah (2012)
1	Nitrogen	0,0128%	0.02 %
2	Fosfor	0,0094%	0,014%
3	Kalium	0,0342%	0,20%
4	pH	4.02	7,90%
5	Suhu	31 °C	

3.2 Karakter pH Pupuk Cair

pH merupakan salah satu syarat dalam SNI untuk pupuk cair yaitu antara 6,0 sampai dengan 7 pH menunjukkan derajat keasaman dimana nilai 1 - 6 merupakan asam, 7 menunjukkan netral dan 8 - 14 menunjukkan basa.

Hasil perbaikan kualitas air lindi untuk pembuatan pupuk cair menunjukkan tingkat keasaman yang bertambah dari air lindi sebelum difermentasi mempunyai nilai 4 menjadi 3. Perubahan pH selama proses fermentasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH Pupuk Cair berdasarkan Dosis Starter dan Lama Fermentasi

Perlakuan	pH
S0W0	4,02
S0W1	3,84
S1 W1	3,83
S2 W1	3,85
S3 W1	3,86
S0 W2	3,71
S1 W2	3,76
S2 W2	3,75
S3 W2	3,71

Keterangan: S₀: Starter dosis 0 ml; S₁: Starter dosis 15 ml; S₂: Starter dosis 20 ml; S₃: Starter dosis 25 ml; W₀: Fermentasi 0 hari; W₁: Fermentasi 21 hari; W₂: Fermentasi 28 hari

Berdasarkan Tabel 2, pH menunjukkan penurunan selama proses fermentasi semakin lama pH semakin asam. Demikian juga semakin tinggi konsentrasi EM4 yang ditambahkan pH yang dihasilkan semakin asam. Hasil perhitungan regresi linier dengan menggunakan software microsoft excel ver. 2010 didapatkan persamaan perubahan pH sebagai berikut :

$$Y_1 = 4,00 - 0,01X_1 - 0,01X_2$$

Nilai koefisien determinasi (R²) untuk perubahan pH sebesar 0,77 dan nilai koefisien korelasi sebesar 0,60. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan dosis starter dan lama fermentasi cenderung menurunkan nilai pH, atau meningkatkan keasaman. Pengaruh penambahan starter dan lama fermentasi terhadap perubahan pH nyata/signifikan pada taraf 95%. Koefisien determinasi menunjukkan bahwa 77%

pengaruh dosis dan lama fermentasi terhadap perubahan pH dapat dijelaskan menggunakan persamaan 1. Hubungan antara perubahan pH terhadap dosis starter dan lama fermentasi mempunyai keeratan sebesar 0,60 (koefisien korelasi), yang berarti bahwa 60% perubahan pH dipengaruhi oleh dosis starter dan lama fermentasi. Nilai koefisien regresi ($b_1 = 0,01$ dan $b_2 = 0,01$) menunjukkan bahwa setiap perubahan dosis 1 ml dan lama fermentasi 1 hari terjadi penurunan dosis lindi sebesar 1%.

3.3 Karakter Suhu Pupuk Cair

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi, dimana suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan mikroorganisme pada proses fermentasi. Menurut Black (2002) suhu pertumbuhan bakteri mesofil adalah 20-45°C dan optimum pada suhu 37°C. Sedangkan suhu yang diperoleh pada penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Pupuk Cair berdasarkan Dosis Starter dan Lama Fermentasi

Perlakuan	Suhu (°C)
S0W0	31
S0W1	31
S1 W1	30,9
S2 W1	31,1
S3 W1	31,27
S0 W2	30,41
S1 W2	31,2
S2 W2	31,3
S3 W2	31,2

Keterangan: S₀: Starter dosis 0 ml; S₁: Starter dosis 15 ml; S₂: Starter dosis 20 ml; S₃: Starter dosis 25 ml; W₀: Fermentasi 0 hari; W₁: Fermentasi 21 hari; W₂: Fermentasi 28 hari. Berdasarkan Tabel 3, suhu rata-rata pada proses fermentasi adalah 31°C. Suhu tersebut merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme. Hasil perhitungan regresi linear berganda untuk perubahan suhu didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_2 = 30,98 + 0,02X_1 - 0,01X_2$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) untuk perubahan suhu sebesar 0,76 dan nilai koefisien korelasi sebesar 0,58. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan dosis starter cenderung menaikkan suhu dan lama fermentasi cenderung menurunkan suhu. Pengaruh penambahan starter dan lama fermentasi terhadap perubahan suhu tidak nyata/signifikan pada taraf 95%, menunjukkan bahwa perubahan suhu pupuk cair tidak dipengaruhi oleh besarnya dosis starter dan lama fermentasi. Besar kemungkinan cenderung dipengaruhi oleh suhu kamar. Koefisien determinasi menunjukkan bahwa 76% pengaruh dosis dan lama fermentasi terhadap perubahan suhu dapat dijelaskan

menggunakan persamaan 2. Hubungan antara perubahan suhu terhadap dosis starter dan lama fermentasi mempunyai keeratan sebesar 0,58 (koefisien korelasi), yang berarti bahwa 51% perubahan suhu dipengaruhi oleh dosis starter dan lama fermentasi. Nilai koefisien regresi ($b_1 = 0,02$ dan $b_2 = -0,01$) menunjukkan bahwa setiap perubahan dosis 1 ml dengan lama fermentasi tetap terjadi peningkatan suhu sebesar 2%, serta perubahan lama fermentasi selama 1 hari dengan dosis tetap menurunkan suhu sebesar 1%. Perubahan suhu yang relatif kecil tersebut menguatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pemberian perlakuan dosis dan lama fermentasi terhadap suhu. Rincian mengenai analisis regresi dan korelasi perubahan pH dan suhu terdapat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

3.4 Karakter N, P, dan K

Pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung dua atau tiga unsur hara primer yaitu N, P, K sedangkan unsur Mg, Ca, S disebut sekunder, dan dilengkapi unsur hara mikro, pupuk tersebut dikategorikan pupuk majemuk lengkap (Agromedia.2008). Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat (Hadisuwito, 2007).

Pupuk cair hasil fermentasi dari air lindi mengandung beberapa unsur hara yang merupakan unsur hara primer pada pupuk. Unsur hara tersebut adalah N, P dan K. Hasil fermentasi air lindi didapatkan unsur hara N, P dan K yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran N, P, dan K pupuk cair berdasarkan dosis starter dan lama fermentasi

Perlakuan	Nitrogen (ppm)	Fosfat (ppm)	Kalium (ppm)
SOWO	128	94	392
SOWI	172	306	395
S1 W1	181	312	431
S2 W1	189	330	438
S3 W1	172	329	462
S0 W2	148	307	326
S1 W2	135	313	374
S2 W2	155	318	484

Keterangan: S₀: Starter dosis 0 ml; S₁: Starter dosis 15 ml; S₂: Starter dosis 20 ml; S₃: Starter dosis 25 ml; W₀: Fermentasi 0 hari; W₁: Fermentasi 21 hari; W₂: Fermentasi 28 hari

Berdasarkan data pada Tabel 4, unsur hara nitrogen perubahan yang terjadi tidak signifikan, baik berdasarkan lama fermentasi maupun dosis EM4 yang diberikan. Unsur hara fosfat mengalami peningkatan yang dipengaruhi oleh dosis dan lama fermentasi.

Sedangkan unsur hara kalium berbeda nyata yang dipengaruhi oleh dosis yang ditambahkan tetapi untuk lama fermentasi tidak berpengaruh.

3.4.1 Kadar Nitrogen (N)

Hasil perhitungan regresi linear berganda untuk perubahan N (Y_3) didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_3 = 150,70 + 0,24X_1 + 0,07X_2$$

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa persamaan Y_3 tidak nyata / signifikan pada taraf uji 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pola perubahan nitrogen tidak dapat ditentukan berdasarkan dosis starter dan lama fermentasi yang digunakan. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa percobaan dalam penelitian yang dilakukan tidak mengubah kadar N.

Tabel 5. Karakter perubahan lindi berdasarkan unsur N, P, dan K

Unsur	Koefisien Determinasi	Koefisien Korelasi
Nitrogen	0,12	0,01
Fospat	0,92	0,84
Kalium	0,85	0,72

Tidak adanya pengaruh yang nyata dari dosis starter dan lama fermentasi terhadap perubahan kandungan N dapat dijelaskan berdasarkan koefisien determinasi dari persamaan linear hasil pengamatan (Y_3). Pengaruh dosis starter dan lama fermentasi terhadap perubahan kandungan N adalah sebesar 0,12 (koefisien korelasi). Hal ini berarti bahwa hanya 12% perubahan nitrogen yang dapat dilihat dari persamaan regresi linear yang ada. Pengaruh dosis starter dan lama fermentasi positif namun sangat rendah (0,01), yang berarti hanya terdapat 1% keterkaitan antara dosis starter dan lama fermentasi terhadap perubahan N. Hasil tersebut menguatkan bahwa percobaan yang dilakukan tidak mengubah kadar N pada cairan. Pola perubahan kandungan N terlihat seperti Gambar 5, dimana setelah 21 hari kadar N cenderung menurun.

Perubahan konsentrasi N dengan dosis starter berbeda terhadap waktu dapat dilihat pada grafi yang disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik perubahan konsentrasi N dengan dosis starter berbeda terhadap waktu

3.4.2 Kadar Fospat (P)

Hasil perhitungan regresi linear berganda untuk perubahan P (Y_4) didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_4 = 124,11 + 1,41X_1 + 6,85X_2$$

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa persamaan Y_4 nyata / signifikan pada taraf uji 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pola perubahan fosfat dapat ditentukan berdasarkan dosis starter dan lama fermentasi. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa percobaan dalam penelitian yang dilakukan mengubah kadar P.

Koefisien determinasi P berdasarkan persamaan regresi linear adalah 0,92, yang berarti 92% perubahan kandungan P dapat ditentukan menggunakan persamaan regresi linear berganda Y_4 .

Koefisien korelasinya adalah 0,84, yang berarti 84% perubahan kadar P dalam cairan dikarenakan dosis starter dan lama fermentasi yang diterapkan. Koefisien regresi ($b_1= 1,41$ dan $b_2= 6,85$) menguatkan terjadinya perubahan P, dimana jika dosis starter konstan/tetap maka akan terjadi penambahan kandungan P sebesar 685% , dan jika lama fermentasi konstan/tetap akan terjadi penambahan P sebesar 141%. Dengan demikian Percobaan yang dilakukan dapat meningkatkan kadar K dalam cairan. Pola perubahan kandungan P terlihat seperti gambar 6, dimana setelah 21 hari kadar P cenderung menurun.

Grafik perubahan konsentrasi P dengan dosis starter berbeda terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perubahan konsentrasi P dengan dosis starter berbeda terhadap waktu

3.4.3 Kadar Kalium (K)

Hasil perhitungan regresi linear berganda untuk perubahan K (Y_5) didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_5 = 392,35 + 4,81X_1 - 1,59X_2$$

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa persamaan Y_5 nyata / signifikan pada taraf uji 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pola perubahan kalium dapat ditentukan berdasarkan dosis starter dan lama fermentasi. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa percobaan dalam penelitian yang dilakukan mengubah kadar K. Grafik perubahan konsentrasi K dengan dosis starter berbeda terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perubahan konsentrasi K dengan dosis starter berbeda terhadap waktu.

Koefisien determinasi K berdasarkan persamaan regresi linear adalah 0,85, yang berarti 85% perubahan kandungan K dapat ditentukan menggunakan persamaan regresi linear berganda Y_5 . Koefisien korelasinya adalah 0,72, yang berarti 72% perubahan kadar K dalam cairan dikarenakan dosis starter dan lama fermentasi yang diterapkan. Koefisien regresi ($b_1 = 4,81$ dan $b_2 = -1,59$) menguatkan terjadinya perubahan K, dimana jika dosis starter konstan/tetap maka akan terjadi penurunan kandungan K sebesar 159% , dan jika lama fermentasi konstan/tetap akan terjadi penambahan K sebesar 481%. Namun kombinasi dosis starter dan lama fermentasi dapat meningkatkan kadar K dalam cairan. Pola perubahan kandungan P terlihat seperti gambar 6, dimana setelah 21 hari kadar K cenderung menurun.

Keterkaitan antara karakter perubahan lindi dikuatkan dengan analisis korelasi seperti pada lampiran 3. Hasil analisis menguatkan bahwa perubahan nitrogen berkaitan lemah dengan kondisi dosis starter (11%) dan lama fermentasi (6%). Perubahan kandungan P sangat kuat kaitannya dengan kondisi dosis starter (55%) dan lama fermentasi (90%). Sedangkan, Perubahan K berkaitan erat dengan dosis starter (81%), namun berkaitan lemah dengan lama fermentasi (14%).

3.5 Karakteristik Perubahan Lindi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada suhu kamar dapat berlangsung aktifitas bakteri yang mampu menguraikan sampah organik menjadi unsur-unsur yang

dapat digunakan menjadi pupuk cair. Hal ini ditunjukkan dari adanya perubahan pH dari bahan yang disiapkan menjadi pupuk. Pupuk cair mengalami penurunan pH seiring waktu. Penurunan pH menunjukkan adanya peningkatan keasaman yang disebabkan terurainya unsur-unsur asam. Selain itu, konsentrasi limbah cair yang diuji pada penelitian ini memiliki pH awal yang asam (4,02). Namun, pH awal pada limbah cair tersebut berada pada ambang batas normal keasaman pupuk cair menurut standar mutu pupuk cair Indonesia (4,0 – 8,0). Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui efektifitas penggunaan EM4 dalam pembuatan pupuk cair. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian, percobaan ini tidak dapat menghasilkan pupuk cair yang optimal dilihat dari terjadinya penurunan pH. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya aktifitas bakteri asam yang bereaksi dalam percobaan ini.

Salah satu komponen utama yang terdapat dalam EM4 adalah bakteri *Lactobacillus*. Bakteri ini mampu hidup pada pH 4 – 5 atau lebih rendah. Bakteri ini menghasilkan asam laktat dan optimal dalam mengurai selulosa yang terkandung banyak dalam tanaman. Dapat diduga kuat bahwa bakteri ini yang berperan besar dalam penurunan pH pada penelitian ini. Naiknya konsentrasi asam laktat pada penelitian ini menyebabkan terjadinya penurunan pH.

Tingginya tingkat keasaman pada lindi hasil percobaan mengakibatkan tidak berkembangnya bakteri pengurai yang dapat menghasilkan N, P, dan K. Hal ini ditunjukkan pada hasil analisis regresi linear berganda yang menunjukkan hasil tidak nyata/signifikan pada perubahan komposisi N, P, dan K yang diuji di laboratorium. Besar kemungkinan bahwa kondisi keasaman yang menghambat perkembangan bakteri. Salah satu bakteri yang diharapkan dalam penelitian ini adalah bakteri *Azotobacter* yang mampu mengikat nitrogen. Namun, bakteri tersebut tidak dapat hidup pada pH dibawah 5.5. Demikian juga bakteri fotosintetik dan pelarut fosfat, yang diharapkan kehadirannya, tidak dapat tumbuh pada pH dibawah 4. Untuk itu perlu dilakukan manipulasi konsentrasi pupuk cair agar diperoleh kondisi pH yang memungkinkan bakteri-bakteri tersebut dapat tumbuh

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah rumah tangga yang dikomposkan dan menghasilkan cairan. Dapat diduga bahwa limbah rumah tangga pada bahan pengomposan memiliki campuran yang menghasilkan pH tinggi. Untuk menghasilkan pupuk cair yang optimal perlu dilakukan seleksi terhadap limbah rumah tangga. Agar dapat digunakan sebagai pupuk cair, limbah rumah tangga yang dikomposkan sebaiknya berasal dari limbah/sampah yang berasal dari sayuran atau tumbuh-tumbuhan yang mengandung banyak selulosa. Besar pH yang baik untuk makanan berkisar antara 7,0 – 8,0. Dengan demikian limbah rumah tangga yang tersebut dapat dikonversi menjadi pupuk cair tanpa harus dilindi seperti prosedur dalam penelitian ini.

Penggunaan lindi untuk pupuk cair dapat lebih optimal jika terlebih dahulu pH lindi awal sebelum difermentasi terlebih dahulu ditingkatkan pada kadar netral pada kisaran pH 7 sehingga memungkinkan aktifitas bakteri lain (*non lactobasillus*) hidup pada cairan lindi. Cara menetralsir cairan tersebut dapat menggunakan kapur atau senyawa NaOH . Dengan demikian tujuan untuk memperoleh pupuk cair hasil pelindian yang ramah lingkungan bagi pengguna maupun tanaman dapat terwujud.

4 Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Lindi yang berasal dari proses pengomposan memiliki karakteristik pH 4.02. suhu 31°C, Nitrogen 128 ppm, Fosfat 94 ppm dan Kalium 392 ppm.
2. Penggunaan EM4 semakin tinggi dosis dan lama proses fermentasi akan menurunkan pH 1% dengan nilai rata-rata 4,00. Nilai N, P dan K tertinggi berturut-turut 189 ppm (S2W1), 330 ppm (S2W1) dan 484 ppm (S2W2). Nilai terendah dari N, P dan K berturut-turut 128 ppm (S0W0), 94 ppm (S0W0) dan 326 ppm (S0W2).

4.2 Saran

Penggunaan lindi untuk pupuk cair perlu dilakukan netralisasi menggunakan kapur atau senyawa NaOH agar diperoleh pH yang tepat sebagai medium pertumbuhan bakteri pengurai lindi.

Daftar Pustaka

- AgroMedia Pustaka, Jakarta (2006)
- Black, Jacquelyn G. 2002. *Microbiology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Damanhuri dan Padmi, Tri, 2004, *Pengelolaan Sampah*. Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Efendi, H.(2003) Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan Yogyakarta.
- Finsten, M.S. & J.A. Hogan. 1993. Integration of composting process microbiology, for biodegradation. *Applied Microbiology & Biotechnology* 51: 125-133.
- Indriani, Y.H., 2005. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Miller, F. 1991. Biodegradation of solid wastes by composting. Dlm. Martin, A.M. *Biological degradation of wastes*, hlm. 1-30. London: Elsevier
- P.D., K. Nakasaki, M. Shoda & H. Kubota. 1987. Thermal balance in composting operations. *J. Ferment, Technol*, 65(2):199-209.
- Pagga, U. 1999. Compostabel packaging material-test methods and limit values

- Polprasert, C. 1989. *Organic waste recycling*. Chichester:John Wiley & Sons Bach.
- Simamora MS, Ir. Suhut, dan Ir. Salundik, Msi; *Meningkatkan Kualitas Pupuk*, PT
- Sugiharto (1987/2005) *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, Jakarta; UIP 6-7
- Sulistyo Putro, H. 2003. Studi Biokonversi Sampah Organik oleh Mikroba Probiotik Menggunakan Model Sampah Organik dalam Reaktor Sederhana. *Prosiding Pemilihan Peneliti Remaja Indonesia II*. LIPI Jakarta
- Suryati, Teti, Bijak & Cerdas Mengelola sampah, Jakarta; Agro Media PUSTAKA, 2009
- Tcobanoglous, G., Vigil, S., 1993, "Integrated Solid Wastes Management Issues", International Edition Mc Grow Hill, New York.
- Yuono D., 2005. *Pupuk Organik*, Penebar Swadaya, Jakarta. British Columbia