

## KAJIAN KARAKTERISTIK FISIK PUPUK ORGANIK GRANUL DENGAN DUA JENIS BAHAN PEREKAT

### (THE STUDY OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF GRANULAR ORGANIC FERTILIZER WITH TWO ADHESIVES)

Ni Wayan Arya Utari<sup>1</sup>, Tamrin<sup>2</sup>, Sugeng Triyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup> Staf Pengajar Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : [niwayanaryautari@yahoo.com](mailto:niwayanaryautari@yahoo.com)

Naskah ini diterima pada 4 November 2014; revisi pada 9 Desember 2014;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 3 Januari 2015

#### ABSTRACT

*Granular organic fertilizer is a fertilizer that is partially or completely derived from organic materials in the form of dense granules. The objectives of this research were to evaluate the effect of adhesives materials and their compositions on the physical characteristics of granular organic fertilizer produced. This research was conducted at the Bioprocess and Post Harvest Engineering Laboratory and also at Power and Agricultural Machinery Laboratory, Department of Agricultural Engineering, Lampung University. The design of this study used Randomized Complete Block (RCB) with factorial arrangement and three replications. The first factor consisted of two levels : clay and starch. The second factor were the percentage of the adhesives materials : 5%, 8%, 11%. Each experimental unit weighted 4 kg raw materials of the organic fertilizer. The results showed that 11% of clay is the most optimal adhesive for making granular organic fertilizers. Higher percentage of adhesives materials tended to increase bulk density, durability, water absorption, and dispersion time of the granular organic fertilizer. However, statistically the type of adhesives materials and their composition had significant effect only on percentage of granule size for 2-5 mm and dispersion time.*

*Keywords: Granular organic fertilizer, clay, and starch*

#### ABSTRAK

Pupuk organik granul merupakan pupuk yang sebagian atau seluruhnya berasal dari bahan-bahan organik yang berbentuk butiran padat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perekat dan komposisi perekat terhadap karakteristik fisik pupuk organik granul yang dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen serta Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan penelitian ini menggunakan RAK faktorial dan dilakukan tiga kali ulangan. Faktor pertama terdiri dari dua taraf yaitu tanah liat dan tepung tapioka. Faktor kedua yaitu persentase perekat yang terdiri dari tiga taraf yaitu 5%, 8%, 11%. Ukuran tiap unit percobaan yaitu 4 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah liat dengan persentase 11% merupakan perlakuan yang paling optimal untuk pembuatan pupuk organik granul. Hasil penelitian juga menunjukkan kecenderungan semakin tinggi persentase bahan perekat maka nilai bulk density (densitas kamba), durabilitas, dan waktu dispersi pupuk organik granul semakin tinggi. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa bahan perekat berpengaruh nyata pada nilai persentase ukuran granul (2-5mm) dan waktu dispersi, namun tidak berpengaruh nyata pada nilai densitas kamba, daya serap air, dan durabilitas.

Katakunci : Pupuk organik granul, tanah liat, tepung tapioka

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kesadaran petani akan dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia maka petani mulai beralih menggunakan pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang sebagian atau seluruhnya berasal dari hewan maupun tumbuhan yang berfungsi sebagai penyuplai unsur hara tanah. Penggunaan pupuk organik curah yang biasa digunakan oleh petani ternyata memiliki beberapa kelemahan, yaitu diantaranya menimbulkan debu dan overdosisnya tanaman terhadap pelepasan nutrisi secara mendadak.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengubah bentuk pupuk organik curah ke pupuk organik granul atau pelet. Hal tersebut dikarenakan pupuk granul atau pelet tidak menimbulkan debu, dapat mencegah terjadinya segregasi, mencegah overdosisnya tanaman terhadap pelepasan nutrisi yang mendadak, serta memperbaiki penampilan dan kemasan produk (Wahyono, dkk. 2011). Menurut Kuyik, dkk., (2013), respon tanaman jagung manis dengan perlakuan pupuk kandang dan pupuk organik granul memberikan respon terbaik terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan pupuk anorganik (NPK) dan perlakuan pupuk kandang saja. Pupuk organik granul yang ada di pasaran juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mudah pecah dan hancur, maka dari itu perlu ditambahkan bahan perekat dalam proses pembuatannya.

Perekat yang digunakan sebagai campuran dapat berupa perekat alami dan buatan. Bahan perekat yang digunakan harus mempunyai sifat rekat yang baik, tidak membahayakan tanaman, mudah ditemukan, dan harga yang terjangkau (Isroi, 2009).

Melihat hal tersebut maka dilakukan penelitian Kajian Karakteristik Fisik Pupuk Organik Granul dengan Dua Jenis Bahan Perekat. Bahan perekat yang digunakan yaitu tanah liat dan tepung tapioka. Kedua bahan perekat ini dipilih karena mudah ditemukan, harganya relatif terjangkau dan terbukti sebagai bahan perekat. Menurut Hardika, dkk., (2013), tepung tapioka

mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi air yang menyebabkan melekatnya partikel satu dengan partikel yang lainnya pada bahan baku sehingga terbentuk granular. Menurut Puspitasari (2009), dari hasil pengujian briket batu bara, apabila konsentrasi tanah liat yang digunakan sebagai bahan perekat semakin tinggi maka briket akan mempunyai tegangan yang semakin tinggi pula.

Melalui penelitian ini diharapkan adanya pengaruh dari dua jenis bahan perekat terhadap kualitas pupuk organik granul yang dihasilkan dengan mengaplikasikan persentase perekat yang berbeda (5%, 8%, 11%). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perekat dan komposisi perekat terhadap karakteristik fisik pupuk organik granul yang dihasilkan.

## II. BAHAN DAN METODA

### 2.1. Waktu, Tempat, Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga bulan Juni 2014 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen dan Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat mesin granulator, alat penyemprot, neraca manual, neraca digital, cawan, oven, *sieve shaker* tipe Meinzer II 2 Amp (F), ayakan tepung manual, baskom, tampah, gelas beker, stopwatch, dan desikator. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk organik curah yang diperoleh dari toko, air, aquades, tepung tapioka, dan tanah liat.

### 2.2. Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor yaitu jenis perekat dan persentase perekat yang ditambahkan. Perekat terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu tanah liat dan tepung tapioka, sedangkan faktor perbandingan persentase perekat terdiri dari 3 (tiga) taraf yaitu 5%, 8%, 11%. Masing-masing variasi perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Analisis data menggunakan software SAS dengan 6 (enam) kombinasi perlakuan (Tabel 1) dan dilakukan 3 kali ulangan. Jumlah sampel untuk setiap unit percobaan yaitu 4 kg.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

Notasi	Perlakuan	Persentase
P1D1	Persentase pupuk organik curah dengan tanah liat	95% : 5%
P1D2	Persentase pupuk organik curah dengan tanah liat	92% : 8%
P1D3	Persentase pupuk organik curah dengan tanah liat	89% : 11%
P2D1	Persentase pupuk organik curah dengan tepung tapioka	95% : 5%
P2D2	Persentase pupuk organik curah dengan tepung tapioka	92% : 8%
P2D3	Persentase pupuk organik curah dengan tepung tapioka	89% : 11%

2.2.2 Pembuatan pupuk organik granul

Pupuk kompos organik dan bahan perekat yang akan dibuat granul diayak terlebih dahulu untuk mendapatkan partikel halus dan seragam. Setelah mendapatkan bahan yang halus, selanjutnya bahan baku dan bahan perekat dicampur sesuai dengan persentase yang telah ditentukan. Proses selanjutnya yaitu granulasi yang dilakukan tiga kali ulangan pada setiap perlakuannya. Kecepatan granulasi pada mesin granulator yang digunakan yaitu 28 RPM. Proses granulasi dilakukan hingga granul terbentuk dengan ukuran rata-rata diameter granul 2-5 mm selama ±10 menit. Setelah butiran-butiran granul terbentuk lalu butiran granul dikeluarkan dari pan granulator. Melakukan proses granulasi yang sama dengan perlakuan lainnya.

Setelah proses granulasi selesai, langkah selanjutnya yaitu dilakukan pengeringan dengan penjemuran langsung di bawah sinar matahari. Penjemuran terus dilakukan hingga kadar air (*water content*) bahan (butiran granul) 9%-12%. Proses selanjutnya yaitu pengayakan. Ayakan yang digunakan yaitu ayakan dengan diameter lubang 2- 5 mm. Butiran-butiran granul diletakkan diayakan dan menggoyangkan perlahan selama 10 menit. Setelah pengayakan selesai, butiran granul dengan diameter lubang 2-5 mm ditimbang.

2.2.3 Parameter Pengamatan

1). *Bulk Density* (Densitas kamba)

Densitas pupuk organik granul dihitung dengan rumus:

$$\rho \left( \frac{g}{cm^3} \right) = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:  $\rho$  = densitas ( $\frac{g}{cm^3}$ )

m = massa pupuk (g)

v = volume pupuk ( $cm^3$ )

2). Persentase Ukuran Granul 2- 5 mm

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mendapatkan ukuran diameter granul yang sesuai dengan standar yaitu 2-5mm. Persentase ukuran granul dapat dihitung dengan rumus:

$$\%UG = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

%UG = persentase ukuran granul 2-5 mm (%)

$m_1$  = massa pupuk 2- 5 mm

$m_2$  = massa pupuk total (g)

3). Durabilitas

Uji durabilitas digunakan untuk mengetahui kualitas fisik granul yaitu mengetahui persentase jumlah granul yang masih utuh setelah melalui perlakuan fisik dengan alat mekanik. Langkah-langkah dalam pengujian ini yaitu menyiapkan pupuk organik granul 500 gram. Lalu memasukan granul yang ditimbang tersebut ke alat mesin getar (*shaker*) dan dinyalakan selama 10menit. Setelah 10 menit, alat mesin dimatikan dan ditimbang granul yang masih utuh/tidak pecah. Nilai durabilitas dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ Durabilitas} = \frac{m_o}{m_i} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

$m_o$  = massa granul yang utuh (g)

$m_i$  = massa granul sebelum uji (g)

4). Daya Serap Air (DSA)

Daya serap air merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui daya penyerapan granul terhadap air saat granul terendam dalam air. Pengujian ini dilakukan dengan menimbang 5 gram pupuk granul yang akan diuji. Kemudian granul direndam dengan air hingga seluruh permukaan granul tertutup air selama 1 jam. Setelah itu rendaman disaring dan dimasukkan ke dalam cawan. Setelah itu cawan dimasukkan ke dalam oven dan didinginkan dalam desikator

selama ±5 menit serta ditimbang. Daya serap granular air dihitung dengan persamaan:

$$\text{Daya serap} = \frac{m_a - m_b}{m_a} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

dimana :

$m_a$  = massa granular basah (g)

$m_b$  = massa granular kering (g)

5). Waktu Dispersi

Waktu dispersi diuji dengan cara memasukkan 5 gram pupuk organik granular ke dalam gelas beker yang berisi 100 ml air. Mendinginkan dan mencatat waktu hancurnya granular, waktu hancur yang lebih lama akan menunjukkan karakteristik fisik granular yang semakin baik pula.

**2.3. Analisis Data**

Data-data hasil pengamatan dan perhitungan dianalisis dengan sidik ragam menggunakan software SAS dan uji lanjut dengan BNT.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Bulk Density (Densitas kamba)**

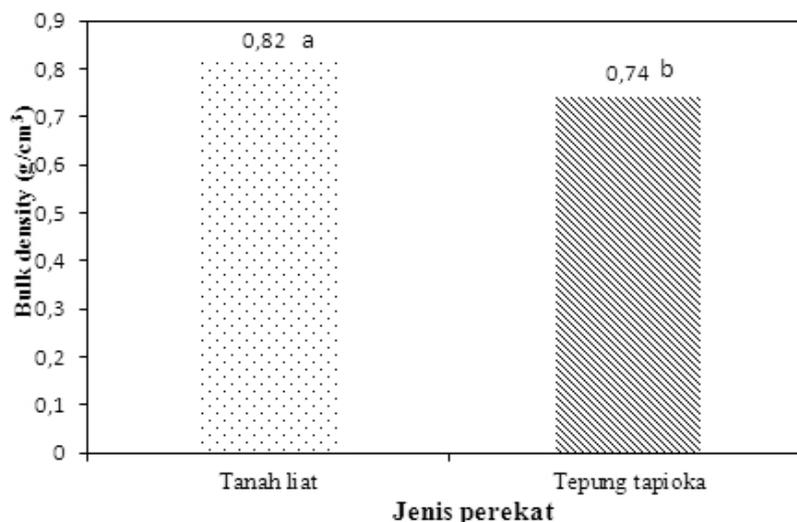
Menurut hasil sidik ragam menggunakan program SAS (RAK Faktorial), uji BNT menunjukkan bahwa interaksi jenis perekat dan persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai densitas kamba, namun faktor jenis perekat sangat signifikan terhadap nilai densitas (Gambar 1), sedangkan faktor persentase bahan perekat tidak signifikan terhadap nilai densitas kamba.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa persentase perekat tidak berbeda secara signifikan terhadap nilai densitas kamba. Hal tersebut dikarenakan persentase yang diberikan memiliki interval perekat yang tidak terlalu jauh (3%). Pupuk organik granular dengan bahan perekat tanah liat mempunyai nilai densitas kamba yang lebih tinggi daripada pupuk organik granular dengan bahan perekat tepung tapioka. Hal tersebut dapat disebabkan karena tanah liat mempunyai daya lekat yang kuat sehingga partikel penyusun granular lebih rapat (rongga udara lebih sedikit).

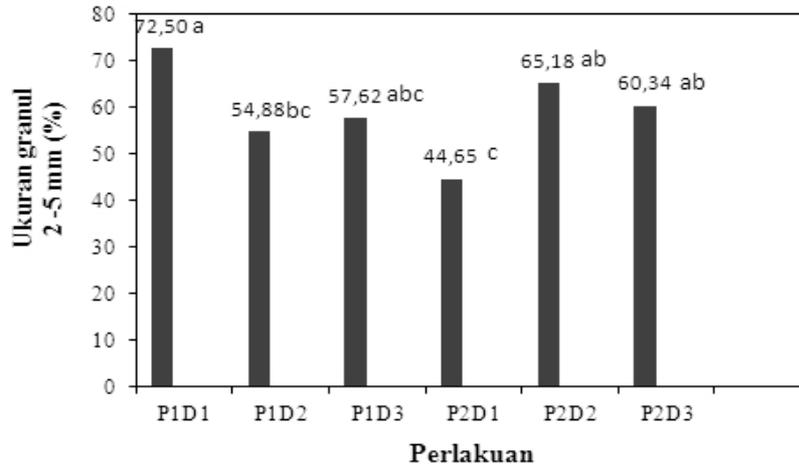
Selain itu ukuran granular juga mempengaruhi nilai densitas. Ukuran granular yang lebih kecil akan meningkatkan nilai densitas karena ukuran yang lebih kecil akan mengisi ruang atau celah antarpartikel sehingga massa granular lebih besar dibandingkan dengan granular yang berukuran lebih besar.

**3.2 Persentase Ukuran Granular 2-5 mm**

Menurut hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis perekat dan persentase perekat berpengaruh nyata terhadap persentase ukuran granular 2-5 mm (Gambar 2). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kecepatan putaran granulator, jumlah air yang digunakan, serta keefektifitasan proses pengadukan. Perubahan ukuran granular yang dihasilkan dipengaruhi oleh suplai air yang diberikan, berat dan kadar air bahan yang digunakan (Heim, dkk., 2004).



Gambar 1. Grafik pengaruh perekat terhadap densitas kamba



Gambar 2. Grafik persentase keseragaman granul tiap perlakuan

Semakin banyak air yang disemprotkan ke bahan pada saat proses granulasi maka granul yang terbentuk cenderung akan semakin besar ukurannya. Menurut Gluba (2011), tetesan air yang disemprotkan diatas permukaan bahan baku, secara signifikan dapat mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan dari granular inti. Hal ini dibuktikan pada data jumlah air yang digunakan pada tiap perlakuannya seperti pada Tabel 2.

Pada grafik tersebut terlihat persentase granul yang diharapkan (2-5 mm) tertinggi yaitu pupuk organik granul dengan menggunakan bahan perekat tanah liat daripada tepung tapioka. Ukuran granul juga dapat dipengaruhi

oleh lamanya proses granulasi karena semakin lama waktu granulasi maka granul yang terbentuk akan cenderung lebih besar. Menurut Sivakumar dan Gomathi (2012), semakin lama waktu granulasi maka efisiensi produksi granular semakin meningkat.

### 3.3 Durabilitas

Menurut hasil sidik ragam (RAK Faktorial) dengan program SAS menunjukkan bahwa interaksi jenis perekat dan persentase tidak berpengaruh nyata terhadap nilai. Dari hasil uji faktor 1 dan faktor 2 pada  $\alpha = 5\%$ , menunjukkan bahwa faktor 1 (jenis perekat) dan faktor 2 (persentase perekat) tidak signifikan terhadap nilai durabilitas (Tabel 3).

Tabel 2. Penggunaan air pada tiap perlakuan

Perlakuan	Jumlah air (ml)
P1D1	2440
P1D2	2820
P1D3	2680
P2D1	2930
P2D2	2100
P2D3	1720

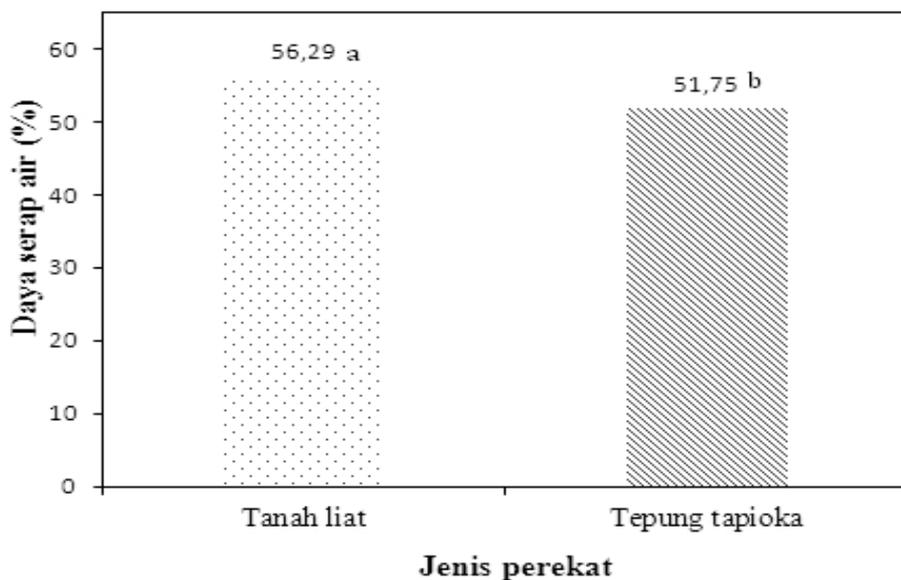
Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam pada nilai Durabilitas

Sumber Keseragaman	DB	Tipe I	Rata-rata Kuadrat	Nilai F	Probability
Ulangan	2	49.431	24.715	5.06	0.030
Faktor 1	1	0.000	0.000	0.00	0.999
Faktor 2	2	8.734	4.367	0.89	0.439
Faktor 1*Faktor 2	2	10.426	5.213	1.07	0.379

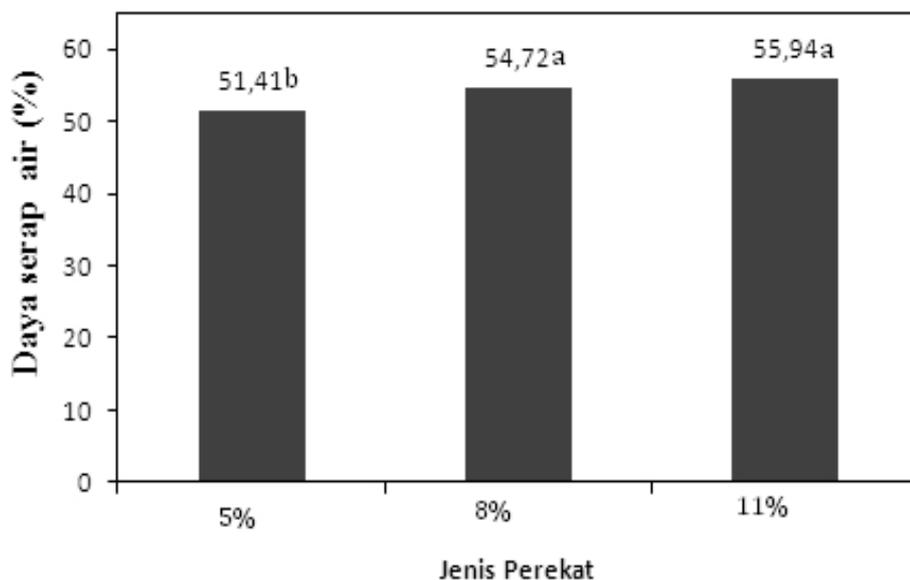
Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa faktor 1 (jenis perekat) dan faktor 2 (persentase perekat) tidak signifikan terhadap nilai durabilitas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik granul yang dibuat dengan bahan perekat baik tanah liat maupun tepung tapioka dengan persentase 5%, 8%, dan 11% memiliki nilai durabilitas yang tidak berbeda nyata. Tidak adanya perbedaan tersebut disebabkan karena kedua jenis bahan perekat memiliki daya lekat yang cukup tinggi sehingga pupuk organik granul yang dihasilkan bertekstur keras dan tidak mudah hancur.

### 3.4. Daya Serap Air

Menurut hasil sidik ragam (RAK Faktorial) menunjukkan bahwa interaksi jenis perekat dan persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai daya serap air. Hasil uji faktor 1 dan faktor 2, menunjukkan bahwa faktor jenis perekat signifikan terhadap nilai daya serap air (Gambar 3), begitu juga faktor persentase bahan perekat sangat signifikan terhadap persentase daya serap air (Gambar 4).



Gambar 3. Grafik pengaruh perekat terhadap nilai daya serap air



Gambar 4. Pengaruh persentase perekat terhadap nilai daya serap air

Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase bahan perekat maka semakin tinggi pula daya serap airnya. Daya serap pada pupuk organik granul dengan bahan perekat tanah liat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik granul berbahan perekat tepung tapioka, sedangkan jika dibandingkan dengan pupuk organik granul tanpa bahan perekat nilai daya serap air memiliki nilai paling kecil yaitu 40,28%. Daya serap air tertinggi terdapat pada pupuk organik granul dengan menggunakan bahan perekat tanah liat dengan persentase daya serap air sebesar 56,29% yang berarti penyerapan granul terhadap air maksimal sebanyak 56,29%. Hal ini dikarenakan sifat tanah liat yang mempunyai ruang pori yang cukup sehingga daya pegang terhadap air sangat kuat. Kondisi ini dikarenakan dominasi fraksi liat menyebabkan terbentuknya banyak pori-pori mikro sehingga luas permukaan sentuhnya menjadi sangat luas.

### 3.4 Waktu Dispersi

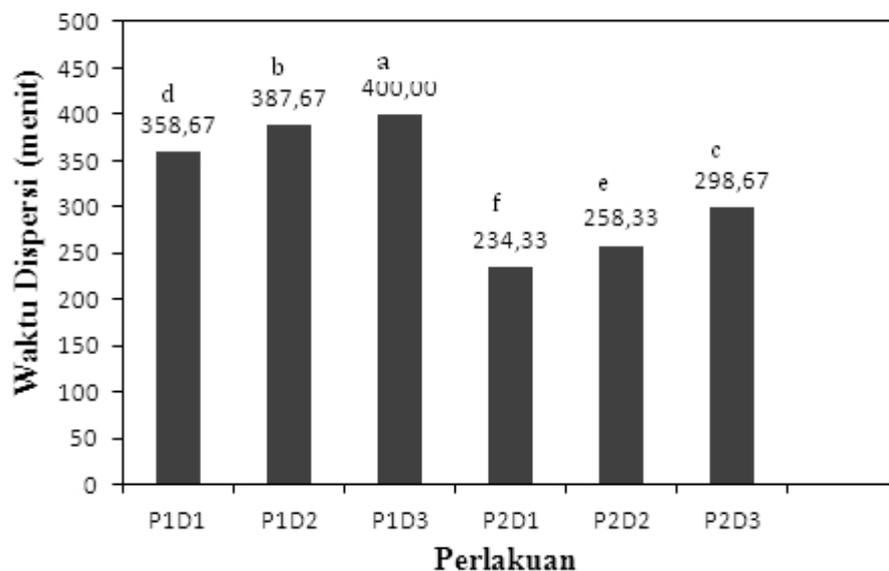
Menurut hasil sidik ragam (RAK Faktorial) dengan program SAS dengan nilai  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa interaksi jenis perekat dan persentase perekat signifikan terhadap waktu. Hasil uji lanjut pada  $\alpha = 5\%$ , menunjukkan bahwa semua kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap waktu dispersi (Gambar 5).

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak persentase bahan perekat maka

waktu hancur semakin lama. Hal ini dikarenakan karena daya lekat antar granul yang lebih rendah sehingga granul akan lebih cepat hancur. Jika granul terlalu cepat hancur maka akan terjadi pelepasan nutrisi yang lebih cepat.

Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa pupuk organik granul yang diberi bahan perekat tanah liat memiliki rata-rata nilai waktu hancur lebih lama dibandingkan dengan bahan perekat tepung tapioka. Hal ini dapat disebabkan tanah liat memiliki permeabilitas (tingkat keserasan tanah untuk dilalui aliran massa air) atau perkolasi (kecepatan aliran air untuk melewati massa tanah) yang lambat sehingga bahan-bahan amelioran (penyubur tanah, seperti kapur dan pupuk organik) yang diberikan tidak akan cepat hilang (Hanafiah, 2007).

Pupuk organik granul dengan bahan perekat tepung tapioka 5% memiliki waktu hancur tercepat 234,33 menit (3,9 jam) dan memiliki waktu hancur lebih lama dibandingkan dengan pupuk organik granul tanpa bahan perekat (153,6 menit). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mardiana (2011), sifat pati dengan kandungan amilosa tinggi akan mempunyai sifat kering dan cenderung meresap air lebih banyak (higroskopis) sehingga granul akan lebih cepat hancur dan senyawa organik dari zat yang mengandung amilum akan lebih mudah terdekomposisi (Nurhidayati, dkk., 2008)



Gambar 5. Grafik waktu dispersi tiap perlakuan

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan kecenderungan semakin tinggi persentase bahan perekat maka nilai *bulk density*, daya serap, durabilitas, dan waktu hancur pupuk organik granul semakin tinggi. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis perekat dan persentase perekat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *bulk density*, nilai durabilitas, dan daya serap air, namun berpengaruh nyata terhadap nilai persentase ukuran granul (2 -5 mm) dan waktu dispersi. Jenis perekat yang paling optimal untuk pembuatan pupuk organik granul yaitu tanah liat dengan perbandingan persentase pupuk organik curah dengan tanah liat adalah 89% berbanding 11%. Pupuk organik granul dengan perekat tanah liat dan tepung tapioka dapat mencegah overdosisnya tanaman terhadap pelepasan nutrisi secara mendadak dengan waktu hancur perendaman yang lebih lama.

##### 4.2. Saran

Perekat tanah liat dan tepung tapioka dapat diaplikasikan dalam pembuatan pupuk organik granul, sehingga kualitas fisik pupuk organik granul lebih bermutu dan dapat mencegah overdosisnya tanaman terhadap pelepasan nutrisi secara mendadak karena memiliki waktu hancur perendaman yang lebih lama. Saat pembuatan pupuk organik granul perlu diperhatikan jumlah air yang disemprotkan ke bahan ( $\pm 400$  ml/kg) dan waktu granulasi ( $\pm 10$  menit) sehingga pupuk organik granul yang dihasilkan lebih bermutu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gluba, T. dan A. Obraniak. 2011. Nucleation and Granule Formation During Disc Granulation Process. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 48(1):113 – 120.
- Hanafiah, K., A. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Rajagrafindo Persada : Jakarta. 358 hlm.
- Hardika, G, Warji, dan B. Lanya. 2013. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Granulator

Beras Jagung. *Jurnal Teknik Pertanian*. 2(2):67- 76.

Heim, A., R. Kazmierczak dan A. Obraniak. 2004. The Effect of Equipment and Process Parameters on Torque During Disk Granulation of Bentonite. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 3(8): 157 – 166.

Isroi. 2009. *Pupuk Organik Granul : Sebuah Petunjuk Praktis*. C.V Andi Offset : Yogyakarta. 50 hlm.

Kuyik, A. R., P. Tumewu, D. M. F. Sumampow, dan E. G. Tulungen. 2013. Respons Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik. *Cocos*. 2(4):8-10.

Mardiana, A. 2011. *Karakteristik Pelet Kompos Berbasis Kotoran Kambing Hasil Biofiltrasi Sebagai Pupuk*. Skripsi. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia. Depok.

Nurhidayati, I. Pujiwati, A. Solichah, Djuhari, dan A. Basit. 2008. *e-books Pertanian Organik*. Universitas Negeri Malang : Malang. 185 hlm.

Puspitasari, T. C. 2009. *Pengaruh Beberapa Tingkat Konsentrasi Perekat yang Terbuat Dari Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Batu Bara*. Skripsi. Fakultas Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Sivakumar, A. dan P. Gomathi. 2012. Pelletized Fly Ash Lightweight Aggregate Concrete: A Promising Material. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*. 3(2): 42 -48.

Wahyono, S., F. L. Sahwan, dan F. Suryanto. 2011. *Membuat Pupuk Organik Granul Dari Aneka Limbah*. PT Argomedia Pustaka : Jakarta. 114 hlm.