

## REHABILITASI LAHAN MARGINAL TIPE ENTISOLS MELALUI PEMBONGKARAN BAHAN INDUK DAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

### *Rehabilitation of Marginal Land Entisols Type Through Demolition Material Parent and Addition of Organic Matter*

Sari Wahyuni, Rachma

Program studi Teknik Kimia Industri, Akademi Teknik Industri Makassar

E-mail : srwahyuni4@gmail.com

**Abstrak** - Rehabilitasi Lahan Marginal Tipe Entisols Melalui Pembongkaran Bahan Induk dan Penambahan Bahan Organik. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Pangkep dari Bulan April sampai Oktober 2013. Penelitian menggunakan model Rancangan Petak Terpisah, dengan Petak Utama (PU) adalah Pembongkaran Tanah 30 cm (P1) dan Pembongkaran Tanah 60 cm (P2), sedangkan Anak Petak (AP) adalah komposisi kompos limbah padat organik : K1= 10 ton/ha, K2= 20 ton/ha, K3= 30 ton/ha, K4= 40 ton/ha. Parameter yang diamati adalah fisik dan kimia tanah yaitu : kerapatan lindak, kadar air tanah, KTK tanah, pH tanah, kandungan N, P, K, dan C-organik tanah, sedangkan parameter tanaman adalah tinggi tanaman. Hasil yang diperoleh berdasarkan hasil analisa sidik ragam pada interaksi antara Pembongkaran tanah dan komposisi gulma berbeda nyata, dan berdasarkan hasil analisa uji lanjutan BNT diperoleh 1) Interaksi antara perlakuan pembongkaran tanah (P) dengan pemberian kompos limbah padat organik (K) pada tanah berpengaruh nyata terhadap penurunan kerapatan lindak tanah (Bulk Density), peningkatan kadar air tanah, penurunan pH tanah, peningkatan KTK tanah, peningkatan kandungan N, P dan C-organik tanah. 2) Interaksi antara perlakuan pembongkaran tanah (P) dengan pemberian kompos gulma (K) pada tanah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung.

**Kata kunci** : Entisol, Pembongkaran tanah, Kompos, limbah padat organik

#### PENDAHULUAN

Tanah Entisols banyak terdapat di Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan, penyebarannya meliputi daerah beriklim kering dengan curah hujan kurang dari 1500 mm/tahun. Tanah Entisols banyak terdapat di dataran tinggi, dan daerah-daerah dasar lereng pegunungan. Tanah-tanah ini tergolong marginal dan penggunaannya tidak optimal disebabkan karena kondisi fisik tanah yang tidak memungkinkan untuk tujuan budidaya tanaman. Tanah Entisols cenderung tidak mengalami perkembangan solum yang dalam dikarenakan faktor iklim dalam hal ini curah hujan yang rendah di mana proses infiltrasi air dan pencucian air ke dalam solum tanah kurang sehingga pembentukan horizon tanah terhambat. Kondisi tersebut menyebabkan tanah Entisols memiliki solum dangkal dan hanya memiliki solum A dan C. Solum A atau lapisan atas memiliki ketebalan yang bervariasi (10-30 cm) dan

didominasi oleh mineral pasir dan kuarsa tanah, sedangkan solum C didominasi oleh batuan induk yang belum melapuk sempurna, dan sulit ditembus oleh air dan perakaran tanaman. Kondisi tersebut menjadi faktor-faktor pembatas terhadap usaha budidaya tanaman, sehingga usaha penggunaannya kerap kali diarahkan untuk tujuan non budidaya tanaman.

Pengolahan tanah yang intensif dapat mengurangi kepadatan tanah Entisols. Pembongkaran tanah sampai pada solum C atau bahan induk diharapkan dalam mengurangi hambatan fisik perakaran dan permeabilitas air. Solum C yang tersingkap diharapkan dapat melapuk dengan cepat, namun kecepatan pelapukannya sangat bergantung dengan iklim, komponen penyusun tanah dan sistem pengolahan tanah (Angers, 1998 dalam Gajic et al., 2006). Untuk mempercepat proses pelapukan tersebut pemberian bahan organik merupakan alternatif yang



berpeluang. Penggunaan bahan organik dapat memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah, dengan memberikan bahan organik ke dalam tanah, maka struktur tanah menjadi lebih remah karena sifat bahan organik yang elastis, disamping itu kemampuan tanah dalam memegang air juga meningkat (Jakub et al., 2013). Kandungan bahan organik dalam tanah juga dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme sehingga proses dekomposisi dapat berjalan lebih cepat (Diaz et al., 2007). Berdasarkan hal tersebut, maka kombinasi antara pembongkaran tanah dan penggunaan bahan organik diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik tanah Entisols sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data tentang usaha peningkatan produktivitas tanah Entisols dan kemungkinannya untuk usaha pembudidayaan tanaman Jagung, sehingga status tanah marginal yang dimiliki oleh tanah Entisols menjadi berubah menjadi tanah yang produktif dan dapat ditanami oleh tanaman budidaya.

Tanah Entisols yang banyak terdapat di Kabupaten Pangkep tergolong tanah marginal yang sulit dibudidayakan. Tanah tersebut tergolong kelas N1 dengan faktor penghambat berupa kedalaman tanah yang dangkal. Usaha untuk meningkatkan produktivitasnya menjadi sesuai untuk tujuan budidaya tanaman dapat diusahakan melalui upaya pembongkaran bahan induk, dengan harapan bahan induk tersebut bila terekspos dapat melapuk, sehingga faktor penghambat fisik tanah dapat dikurangi. Proses pelapukan tersebut juga dapat dipercepat dengan memberikan input berupa tambahan bahan organik ke dalam tanah, sehingga aktivitas mikroorganisme yang akan melakukan proses dekomposisi juga dapat meningkat. Pemanfaatan

mikroorganisme dalam mempercepat proses pelapukan dapat dilakukan dengan cara pemberian biakan bakteri yang berasal dari EM4 yang diharapkan akan berkembang biak dengan cepat akibat adanya bahan organik yang berasal dari kompos gulma yang diperoleh dari sekitar lokasi penelitian.

Apabila proses dekomposisi bahan induk tanah telah terjadi, maka tanah diharapkan siap dan dapat mendukung pertumbuhan tanaman, Dalam penelitian ini dipilih tanaman Jagung, sebab tanaman tersebut berumur pendek, mudah diukur pertumbuhan dan produksinya dan dapat dijadikan indikator kesuburan tanah dengan melihat perkembangan bintil akar yang terbentuk.

Berdasarkan data-data yang diperoleh baik dari faktor tanah dan tanaman, maka dapat direkomendasikan suatu paket teknologi tentang cara pengelolaan tanah Entisols dari statusnya sebagai tanah marginal menjadi tanah yang produktif dan sesuai untuk tujuan budidaya tanaman.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tahapan Penelitian**

Secara umum penelitian ini dibagi atas tiga tahapan, yaitu : survai, pengamatan kondisi fisik tanah, uji coba dengan tanaman indikator.

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan, dengan mengambil lokasi lahan yang memiliki jenis tanah Entisols.

### **Metode Penelitian yang digunakan**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT).

Petak Utama (PU) adalah pembongkaran tanah yang terdiri atas 2 level yaitu :

P1 = pembongkaran tanah pada kedalaman 30 cm



P2 = pembongkaran tanah pada kedalaman 60 cm.

Anak Petak (AP) adalah pemberian bahan organik kompos gulma, yang terdiri atas 4 level, yaitu :

K1 = kompos gulma 10 ton/ha

K2 = kompos gulma 20 ton/ha

K3 = kompos gulma 30 ton/ha

K4 = kompos gulma 40 ton/ha

Kombinasi perlakuan yang diperoleh adalah:

P1K1 P2K1

P1K2 P2K2

P1K3 P2K3

P1K4 P2K4

Setiap kombinasi perlakuan terdiri atas 2 unit pengamatan dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh total pengamatan  $8 \times 2 \times 3 = 48$  plot pengamatan.

Plot-plot pengamatan yang dibuat adalah berupa media tanam yang diubah menjadi bedengan hasil pembongkaran tanah, dengan luasan bedengan 1 m x 1,5 m. Bedengan tersebut menjadi media tumbuh tanaman dan tempat pengambilan sampel kondisi fisik-kimia tanah.

#### **Pelaksanaan penelitian**

Penelitian diawali dengan kegiatan survai untuk menentukan lokasi penelitian, kemudian setelah diperoleh lokasi penelitian yang sesuai dengan jenis tanah yang diharapkan, maka dilakukanlah perlakuan pembongkaran tanah seperti pada Petak Utama (PU) yang kemudian disusul dengan perlakuan pemberian kompos gulma seperti pada perlakuan Anak Petak (AP). Setelah setiap perlakuan pada Petak Utama dan Anak Petak telah siap, maka dilakukanlah penanaman jagung untuk melihat respon tanaman terhadap perlakuan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi fisik tanah dan pertumbuhan tanah, dan pengamatan dilakukan pada akhir percobaan.

Adapun parameter yang digunakan untuk pengamatan kondisi fisik tanah adalah :Tekstur tanah Kerapatan Lindak (Bulk Density), Kadar air tanah. Sedangkan parameter yang digunakan untuk mengukur kondisi kimia tanah adalah :Analisis pH tanah, Analisis N, P dan C-organik tanah. Sedangkan parameter tanaman yang digunakan adalah tinggi tanaman.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Tekstur tanah**

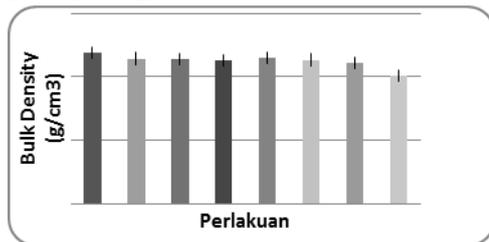
Berdasarkan hasil analisa laboratorium, diperoleh data tekstur tanah : Pasir : 15 %, Debu : 45 %, Liat : 40 %. Hasil analisa tekstur tanah menunjukkan bahwa tekstur tanah didominasi oleh partikel debu, disusul oleh liat dan pasir. Hal ini memberikan gambaran bahwa tanah memiliki kemampuan mengikat unsur hara yang sangat kecil, karena kemampuan tanah dalam mengikat hara dipengaruhi oleh tekstur liat yang tinggi dan dominan. Oleh karena itu tanah yang ada di lokasi penelitian memiliki kemampuan menyerap hara yang rendah, hal ini mungkin dapat terbaca pada data pH tanah. Untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menyeraphara dan meningkatkan nilai pH tanah, bahan organik menjadi suatu alternatif yang memungkinkan dalam meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat hara. Dengan adanya perlakuan penggunaan gulma sebagai kompos, diharapkan dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, sehingga pemberian unsur hara N dan P dalam tanah menjadi lebih berguna bagi tanah dan tanaman.

### **2. Bulk Density**

Berdasarkan hasil analisa sifat fisik tanah di laboratorium, diperoleh nilai Bulk Density (BD) pada tanah di lokasi percobaan adalah :  $1,37 \text{ g/cm}^3$ . Nilai BD ini tergolong besar, yang berarti tanah tersebut memiliki kepadatan tanah yang cukup tinggi. Dengan



penggunaan kompos pada lokasi penanaman diharapkan dapat menurunkan nilai BD tanah, sehingga dapat memperbaiki porositas tanah dan mengurangi kepadatan tanah, seperti yang diperoleh pada data hasil penelitian yang diamati pada akhir percobaan, dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar 1.



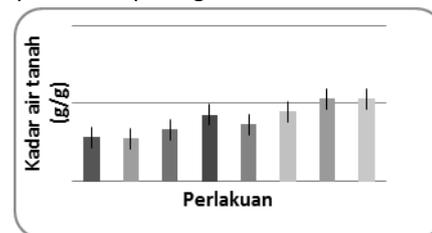
Gambar 1. Rata-rata Bulk Density tanah pada setiap perlakuan pada 85 hari setelah perlakuan.

Pada gambar 1 terlihat bahwa pada interaksi antara pembongkaran tanah 60 cm dan pemberian kompos gulma 40 ton/ha (P2K4) memperlihatkan rata-rata nilai Bulk Density (BD) yang terendah dan berdasarkan hasil uji lanjutan BNT pada taraf 0,05 berbeda nyata dengan interaksi antara pembongkaran tanah 30 cm dan pemberian kompos gulma 10 ton/ha (P1K1), tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi lainnya. Hal ini disebabkan karena pembongkaran tanah 60 cm dapat memperbaiki struktur tanah untuk menjadi lebih gembur, dan penggunaan kompos gulma 40 ton/ha dapat memberikan tambahan bahan organik pada tanah secara signifikan memberikan pengaruh dalam memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga tanah menjadi lebih gembur dan porositas tanah meningkat. Weber et al (2007) menyatakan bahwa bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang, memperbaiki aerasi dan drainase serta merangsang pertumbuhan akar tanaman. Dengan adanya penggunaan kompos, diharapkan struktur tanah menjadi lebih gembur dan tanah menjadi lebih poros dan

pada akhirnya nilai BD tanah menjadi lebih rendah.

### 3. Kadar air tanah

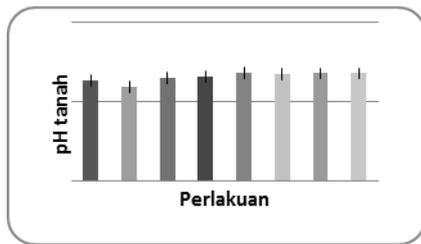
Kadar air tanah merupakan proporsi kandungan air tanah yang dapat terikat oleh tanah dalam bentuk air yang terikat (*water holding*). Banyaknya kandungan air tanah berbanding lurus dengan nilai bulk density, semakin gembur tanah, maka semakin besar kemampuannya untuk mengikat air. Tanah yang gembur banyak memiliki ruang pori, baik pori makro maupun mikro. Semakin banyak pori makro, maka semakin banyak pula air yang dapat diikat oleh tanah (Abdollahi et al., 1987 dalam Jakub et al., 2013). Semakin banyak air yang diikat, maka tanah memiliki persediaan air yang banyak untuk nantinya akan diserap oleh perakaran tanaman. Adapun data kadar air tanah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata kadar air tanah pada 85 hari setelah penanaman jagung

### 4. pH Tanah

Berdasarkan hasil analisa pH tanah pada awal percobaan. Tanah di lokasi percobaan memiliki nilai pH rata-rata 5,3. Hal ini menggambarkan bahwa tanah di lokasi percobaan memiliki nilai pH yang agak masam. Setelah dilakukan percobaan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma, maka diperoleh gambaran nilai pH pada lokasi percobaan seperti pada gambar 3.



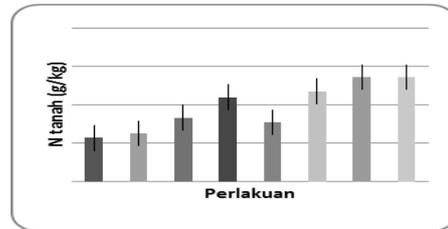
Gambar 3. Rata-rata pH tanah pada 85 hari setelah perlakuan

Berdasarkan hasil pengamatan pH tanah setelah perlakuan dan 85 hari setelah perlakuan, terlihat terjadi peningkatan pH tanah dari 5,3 menjadi rata-rata nilai pH 6. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa dengan penggunaan kompos gulma dapat meningkatkan pH tanah, karena penggunaan kompos sebenarnya sama dengan penggunaan bahan organik pada tanah. Dengan adanya pemberian bahan organik dalam tanah, maka logam-logam berat yang terlarut dalam tanah dapat dijerap oleh gugus hidroksil (-OH) yang ada pada bahan organik yang berasal dari kompleks serapan tanah (Pulleman et al., 2005).

#### 5. Kandungan N tanah

Sumber bahan organik dari jenis tumbuh-tumbuhan merupakan sumber utama N yang terdekomposisi oleh aktivitas mikroorganisme tanah (Abdollahi et al., 2013). Kandungan N dalam tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan organik dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Rennenberg et al., 2009). Semakin tinggi kandungan N dari bahan organik berarti nilai nisbah C/N dari bahan organik tersebut rendah, sehingga kecepatan dekomposisi bahan organiknya menjadi lebih cepat tersedia bagi tanaman apabila diberikan ke dalam tanah. Kompos Gulma dapat menjadi penyumbang kandungan N yang cukup tinggi pada tanah. Dalam percobaan ini meningkatkan jumlah kandungan N dalam tanah juga dipengaruhi oleh perlakuan pemberian kompos tersebut.

Berdasarkan hasil percobaan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma, diperoleh data kandungan nilai N dalam tanah seperti pada gambar 4.



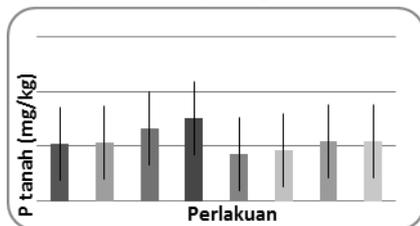
Gambar 4. Rata-rata kandungan N tanah pada 85 hari setelah perlakuan

Berdasarkan hasil pengamatan yang terlihat pada gambar 5, perbedaan nyata nampak di dalam Petak Utama pada perlakuan pembongkaran tanah 30 cm (P1) dan pembongkaran tanah 60 cm (P2), Hal ini juga memberikan pengaruh perbedaan nyata pada perlakuan pemberian kompos gulma 10, 20, 30, 40 ton/ha dari kedua blok petak utama tersebut. Interaksi antara pembongkaran tanah 60 cm dan pemberian kompos gulma 40 ton/ha memperlihatkan nilai rata-rata kandungan N tanah yang terbaik. Hal ini memberikan gambaran bahwa pembongkaran tanah menyediakan kondisi yang baik bagi perkembangan dan aktivitas bakteri tanah yang akan merombak bahan organik menjadi sumber nitrogen (N) tanah yang berasal dari kompos gulma.

#### 6. Kandungan P dalam tanah

Unsur P dalam tanah merupakan unsur yang sulit tersedia. Karena unsur P sangat dipengaruhi oleh keberadaan logam-logam yang larut di dalam tanah. Unsur P di dalam tanah sangat mudah diikat oleh logam-logam berat seperti Al dan Fe kemasaman tanah dalam hal ini pH tanah juga dapat digunakan sebagai parameter untuk menilai ketersediaan P di dalam tanah. Dengan adanya penambahan bahan organik di dalam tanah, maka diharapkan logam-logam yang larut di dalam tanah dapat diikat oleh gugus -OH pada bahan organik, sehingga P di dalam tanah

menjaditersebut (Sarwono, 2003). Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dengan kombinasi perlakuan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma, nilai kandungan P dalam tanah dapat terlihat pada gambar 5.

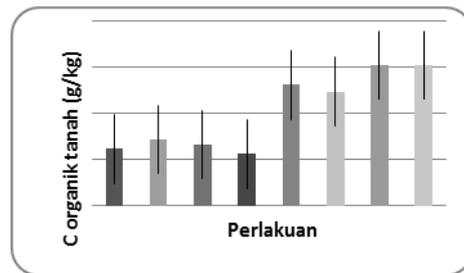


Gambar 5. Rata-rata kandungan P dalam tanah pada 85 hari setelah perlakuan

Berdasarkan gambar 5, terlihat bahwa perlakuan yang memberikan nilai rata kandungan P yang terbaik adalah pada perlakuan pembongkaran tanah 30 cm dan pemberian kompos gulma 40 ton/ha (P1K4), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata kandungan P dalam tanah berdasarkan hasil percobaan adalah 25,83 mg/kg, nilai tersebut masih tergolong rendah untuk kandungan P yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman.

### 7. Kandungan C-organik tanah

Perlakuan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma diharapkan dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah, karena dengan pembongkaran tanah maka tanah menjadi lebih gembur, porous dan aerasi menjadi baik, di mana kondisi ini dapat mendukung aktivitas dan perkembangan bakteri, ditambah lagi dengan pemberian kompos gulma yang dapat menjadi sumber bahan organik yang akan dimanfaatkan oleh bakteri dan diuraikan menjadi C-organik tanah. Adapun rata-rata kandungan C-organik tanah dapat dilihat pada gambar 6.



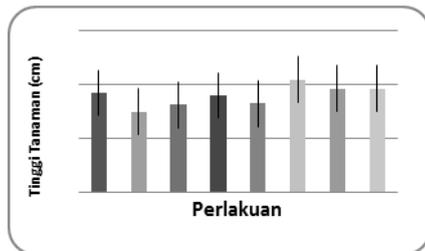
Gambar 6. Rata-rata kandungan C-organik tanah pada 85 hari setelah perlakuan

Berdasarkan hasil uji tanah di laboratorium nilai C-organik awal adalah 15,76 g/kg tanah. Nilai C-organik tersebut tergolong rendah pada tanah. Dengan adanya pemberian kompos diharapkan kandungan C-organik tanah dapat meningkat. Kandungan C-organik tanah berperan dalam aktivitas mikroorganisme tanah, semakin tinggi nilai C-organik, maka aktivitas mikroorganisme juga semakin tinggi, karena nilai tersebut memberikan gambaran jumlah bahan organik yang telah didekomposisi oleh mikroorganisme di dalam tanah (Naeth and Wilkinson, 2013). Berdasarkan gambar 6, terlihat peningkatan kandungan C-organik tanah terjadi pada perlakuan pembongkaran 60 cm, dan pemberian kompos 10, 20, 30, dan 40 ton/ha (P2K1, P2K2, P2K3, dan P2K4). Keempat perlakuan ini hampir dominan berbeda nyata dengan perlakuan pembongkaran tanah 30 cm (P1) dengan takaran kompos yang sama. Hal ini memberikan gambaran bahwa terdapat interaksi antara pembongkaran tanah dan pemberian kompos terhadap kandungan C-organik tanah. Pembongkaran tanah dapat mengemburkan tanah, memperbaiki porositas dan aerasi tanah, sehingga dapat mendukung kegiatan bakteri dan mikroorganisme dalam merombak dan mendekomposisi bahan organik yang berasal dari kompos gulma menjadi C-organik tanah.

### 8. Tinggi tanaman jagung

Perlakuan pembongkaran tanah (P) dan Pemberian kompos gulma pada tanah

diharapkan dapat memperbaiki kondisi fisik tanah di sekitar perakaran tanaman, sehingga dapat mempengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Adapun data pengamatan rata-rata tinggi tanaman jagung dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Rata-rata tinggi tanaman jagung pada 85 setelah perlakuan

Pada gambar 7, terlihat bahwa pada pengamatan rata-rata tinggi tanaman berdasarkan hasil uji BNT 0,05 tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan. Hal ini menggambarkan bahwa pertambahan tinggi tanaman tidak dipengaruhi oleh perlakuan pembongkaran tanah maupun penambahan bahan organik tanah. Rata-rata tinggi tanaman jagung tidak memberikan pola yang jelas berdasarkan interaksi antara perlakuan pembongkaran tanah dan pemberian kompos gulma pada tanah.

## SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa Interaksi antara perlakuan pembongkaran tanah (P) dengan pemberian kompos gulma (K) pada tanah berpengaruh nyata terhadap penurunan kerapatan lindak tanah (Bulk Density), peningkatan kadar air tanah, penurunan pH tanah, peningkatan kandungan N, P, C-organik tanah dan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung.

### Saran

Pada jenis tanah Entisol yang bersolum dangkal untuk tujuan budidaya

tanaman perkebunan, disarankan untuk menambah perlakuan pembongkaran tanah pada kedalaman 60 cm dan pencampuran tanah dengan kompos gulma yang dibarengi dengan penanaman tanaman legum penutup tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, L., P. Schjonning, S. Elmholt And L. J. Munkholm. 2013. The Effent Of Organic Matter Application And Intensive Tillage And Traffic On Soil Structure Formation And Stability. *Soil And Tillage Research*. Vol 136, Pp. 28-37. ISSN: 0167-1987.
- Gajic, B., G. Dugalic And N. Djurovic. 2006. Comparison Of Soil Organic Matter Content, Agregate Composition And Water Stability Of Gleyic Fluvisol From Adjacent Forest And Cultivation Area. *Agronomy Research* 4(2), 499-508.
- Jacob, E., Lukas, P., Jaroslav, Z., Antonin, K., Michaela, S. E. 2013. Effect Of Increased Doses Of Compost To Prepare Reclamation Substrate On Soil Respiration And Content Of Mineral Nitrogen In The Soil. *Journal Of Interdisciplinary Research*.
- Naeth, M.A. And S.R. Wilkinson. 2013. Can We Built Better Compost Use Of Waste Drywall To Enhance Plant Growth On Reclamation Sites. *Journal Of Environmental Management*
- Pulleman, M. M., Six, J., Van Breeman, N. And Jongmans, A.G. 2005. Soil Organic Matter Distribution And Microaggregate Characteristics As Affected By Agricultural Management And Earthworm Activity. *Eur. J. Soil Science*. 56, 453-467.
- Rennenberg, H., M. Dannenmann, A. Gessler, J. Simon And H. Papen. 2009. Nitrogen Balance In Forest Soils, Nutritional Limitation Of Plants Under Climate Change Stresses. *Plant Biology*. Vol. 11, Pp 4-23. ISSN: 14358603.
- Sarwono. H. 2003. IlmuTanah. Akademika Prescindo. Jakarta
- Weber, J., A. Karczewska, J., Drozd, M., Licznar, E. Jamroz And A. Kocowicz. (2007). Agricultural And Ecological Aspect Of Sandy Soil As Affected By The Aplication Of Municipal Solid Waste Compost. *Soil Biology And Biochemistry*. Vo 39, No 6, Pp 1294-1302. ISSN: 0038-0717