

# Pembenah Tanah dan Mikroba Pelarut P untuk Meningkatkan Efektivitas Pupuk NPK pada Jagung di Lahan Kering Masam

## *Soil Amendments and P Solubilizing Microbes to Increase the Effectiveness of NPK Fertilizers on Maize in an Acid Upland Soil*

Yoyo Soelaeman\*, Maswar, dan Umi Haryati

Balai Penelitian Tanah

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16114, Indonesia

\*E-mail: yoyo\_soelaeman@yahoo.com

---

Naskah diterima 23 Agustus 2016, direvisi 27 Desember 2016, disetujui diterbitkan 23 Januari 2017

---

### ABSTRACT

Maize farmers on the acid upland soil generally relied on the use of chemical NPK fertilizers. Application of an organic soil-amendments and P (phosphate) solubilizing microbes in a such soil is expected to substitute the use of NPK fertilizer without reducing the yields. The research aims were to study the effectiveness of biochar, cow manure and P solubilizing microbe applications to substitute NPK fertilizers on the growth and productivity of maize (var. P 27). The research was conducted from January to June 2014 on an acid upland soil at Tamanbogo Experimental Farm, Lampung, using randomized block design with four replications. The treatment consisted of Control (T1), NPK fertilizer at rate of recommended dose (T2); biochar 5 t/ha + 50% of NPK (T3); P solubilizing microbes 5 g/plant + 50% of NPK (T4); Cow manure 5 t/ha + 50% of NPK (T5) and biochar 5 t/ha + P solubilizing microbes of 5 g/plant + cow manure 5 t/ha + 50% of NPK (T6). Results showed that combination of 50% rate of NPK + cow manure gave the best growth and productivity of P27 maize. Plant height was 29% higher, leaf number was 8% more and stem diameter was 47% larger. The yield of dried grain of P27 variety was 12% higher and Relative Agronomic Effectiveness (RAE) was 39% larger, and the B/C ratio was 2.10. The use of NPK could be reduced to a half rate if 5 t/ha cow manure is applied to the soil.

Keywords: Maize, acid upland soil, soil amendments, P solubilizing microbes, NPK fertilizers.

### ABSTRAK

Usahatani jagung di lahan kering masam umumnya lebih memprioritaskan pada penggunaan pupuk anorganik NPK. Aplikasi pembenah tanah organik dan mikroba pelarut P pada usahatani jagung di lahan kering masam diharapkan dapat mensubstitusi penggunaan pupuk anorganik tanpa mengurangi hasil tanaman. Penelitian bertujuan untuk mempelajari efektivitas biochar, kotoran hewan (kohe), dan mikroba pelarut P dalam mensubstitusi penggunaan pupuk NPK yang tercermin dari pertumbuhan dan produktivitas jagung hibrida P27, *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE), dan B/C rasio. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2014 di lahan kering masam Kebun Percobaan (KP) Tamanbogo, Lampung, menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Perlakuan terdiri atas: kontrol (T1), pupuk

NPK dosis rekomendasi (T2); biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T3); mikroba pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi (T4); kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T5), dan biochar 5 t/ha + mikroba pelarut P 5 g/tanaman + kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T6). Hasil penelitian menunjukkan kombinasi 50% pupuk NPK dosis rekomendasi + kohe 5 t/ha (T5) memberikan pertumbuhan dan produktivitas jagung terbaik. Tinggi tanaman 29% lebih tinggi, jumlah daun 8% lebih banyak, dan diameter batang 47% lebih besar. Hasil biji kering jagung hibrida varietas P27 mencapai 12% lebih tinggi, RAE 39% lebih besar dengan B/C rasio 2,10.

Kata kunci: Jagung, lahan kering masam, pembenah tanah, mikroba pelarut P, pupuk NPK.

### PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produktivitas jagung di lahan kering masam, pupuk anorganik NPK sering digunakan tanpa pupuk organik. Bahan organik diperlukan dalam usahatani pada lahan kering masam karena tanah mempunyai beberapa faktor pembatas, termasuk tingkat kesuburan yang rendah, pH rendah, C-organik, basa-basa dapat tertukar, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation rendah (Rochayati dan Dariah 2012). Pada tanah demikian, tanaman mengalami keracunan Al dan Fe (Roghieh *et al.* 2013, Rochayati dan Dariah 2012). Petani beranggapan penggunaan pupuk NPK pada dosis tinggi akan memberikan hasil yang tinggi. Namun tidak selalu demikian, karena ketersediaan unsur hara yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor pembatas yang terdapat pada lahan kering masam.

Hasil penelitian Maswar (2013) di lahan kering masam menunjukkan penggunaan 5 t/ha kotoran hewan (kohe) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk NPK dosis rekomendasi (200 kg urea + 125 kg SP36 +

50 kg KCl/ha) berpengaruh terhadap tinggi tanaman, biomasa, dan hasil biji kering jagung yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan penggunaan 75% pupuk NPK dosis rekomendasi (300 kg urea + 225 kg SP36 + 75 kg KCl/ha), masing-masing dengan hasil biji kering 4,01 t dan 4,21 t/ha.

Penggunaan kohe dan biochar sebagai pembenah tanah atau mikroba pelarut P diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan hara tanah bagi tanaman. Kohe sebagai pembenah tanah organik berasal dari kotoran hewan dan sisa pakan, sedangkan biochar merupakan serbuk kaya karbon (C) hasil konversi limbah organik melalui proses pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas/*pyrolysis* (Lima *et al.* 2008, Nurida *et al.* 2015).

Aplikasi kohe dan biochar memberikan pengaruh positif terhadap kualitas tanah dan hasil tanaman pada lahan kering masam jika dikombinasikan dengan pupuk NPK (Nurida *et al.* 2015, Balai Penelitian Tanah 2014). Namun, penggunaan kohe atau biochar secara tersendiri tidak dapat meningkatkan hasil tanaman karena kandungan unsur hara dalam pembenah tanah organik tersebut tidak memadai (Maswar 2013 dan Nurida *et al.* 2009). Biochar memberikan pengaruh positif terhadap retensi hara (Laird *et al.* 2010, Major *et al.* 2010), kapasitas tukar kation (KTK) (Liang *et al.* 2006), kapasitas tanah memegang air (Krisnakumar *et al.* 2014, Thies and Rillig 2009, Liang *et al.* 2006, Nurida *et al.* 2015), pH tanah (Chan *et al.* 2009, Nurida *et al.* 2009), memperbaiki kegemburan tanah, mengurangi penguapan air dari tanah, menekan perkembangan penyakit tanaman, dan menciptakan habitat yang baik untuk mikroorganisme simbiotik (Nurida *et al.* 2015, Josep *et al.* 2010).

Pupuk hayati pelarut P berisi mikroba nonsimbiotik yang dapat menyediakan hara P dalam tanah melalui proses pelarutan P potensial oleh kelompok mikroba pelarut P, sehingga menjadi tersedia bagi tanaman (Suriadikarta dan Manungkalit 2006). Puspitawati *et al.* (2013) mengemukakan mikroba (pupuk hayati) pelarut P dapat berisi bakteri pelarut P dan fungi pelarut P yang dapat hidup secara sinergis. Banik dan Dey (1982) dalam Ginting *et al.* (2006) menyatakan jenis fungi pelarut P lebih efektif melarutkan P dalam bentuk aluminium fosfat (kondisi masam), sedangkan bakteri pelarut P lebih efektif melarutkan P dalam bentuk kalsium fosfat (kondisi basa).

Pemupukan P dalam jangka panjang di lahan kering masam ternyata tidak menyediakan P bagi tanaman, karena pada pH tanah rendah (masam) sebagian besar P terikat oleh Al dan Fe (Rochayati dan Dariah 2012). Pemanfaatan pupuk hayati/mikroba dalam bentuk fungi pelarut P merupakan upaya untuk meningkatkan

ketersediaan P bagi tanaman sehingga dapat mensubstitusi penggunaan pupuk P anorganik. Valverde *et al.* (2006) mengemukakan inokulasi mikroba pelepas P juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara menghasilkan asam-asam organik.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efektivitas pupuk NPK yang dikombinasikan dengan pembenah tanah organik dan bakteri pelarut P pada usahatani jagung pada lahan kering masam.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Tamanbogo, Lampung pada musim hujan (MH) 2014 dengan ketinggian tempat 300 m di atas permukaan laut, dan curah hujan rata-rata 2.000-2.500 mm/tahun. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, empat ulangan. Sebagai tanaman indikator adalah jagung hibrida varietas Pioneer 27 (P27). Perlakuan terdiri atas kontrol (T1), NPK rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha) (T2), Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha) (T3), pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi (T4), kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T5), dan biochar sekam padi 5 t/ha + kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi (T6).

Petak percobaan berukuran 4 m x 5 m. Jagung hibrida varietas P27 ditanam dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm, satu tanaman/lubang, sehingga populasi tanaman pada setiap perlakuan adalah 100 tanaman.

Perlakuan pembenah tanah biochar dan kohe disebar merata sebelum tanam pada setiap petak sesuai perlakuan, kemudian dicampur merata dengan tanah pada kedalaman 15-20 cm menggunakan cangkul dan diinkubasikan selama 7 hari. Pupuk hayati pelarut P diberikan pada saat tanam bersamaan dengan aplikasi satu per tiga bagian dosis pupuk urea dan seluruh pupuk SP36 dan KCl. Pupuk hayati dan campuran pupuk NPK (urea, SP36, dan KCl) diberikan secara tugal pada lubang yang berbeda pada jarak 5 cm dari lubang tanam jagung, kemudian ditutup dengan tanah untuk menghindarkan kontak langsung antara benih dengan pupuk. Dua per tiga dosis pupuk urea sisanya diberikan pada saat tanaman berumur 30 hari setelah tanam (HST) secara tugal pada jarak sekitar 10 cm dari lubang tanam, dilanjutkan dengan pembumbunan. Penyirangan, pengairan, dan pemberantasan organisme pengganggu tanaman (OPT) dilakukan sesuai keperluan.

Sebelum aplikasi perlakuan, 5 subcontoh tanah diambil dari setiap ulangan, dicampurkan secara merata dalam ember plastik, kemudian diambil sekitar 1 kg

tanah untuk dianalisis di laboratorium. Komponen sifat tanah yang dianalisis adalah pH, tekstur (pasir, debu, dan liat), C-organik, N-total, P terekstrak HCl 25% dan Bray 1, K terekstrak HCl 25%, KTK terekstrak  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N pH 7, kejenuhan basa dan Al terekstrak KCl 1 N yang ditetapkan berdasarkan petunjuk Eviati dan Sulaeman (2012).

Peubah pertumbuhan dan hasil tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan hasil biji kering jagung. Tinggi tanaman diamati pada setiap minggu, sejak tanaman berumur 14 HST sampai menjelang panen. Hasil jagung berupa pipilan kering dengan kadar air sekitar 19% dari masing-masing petak perlakuan ditimbang.

Efektivitas setiap perlakuan terhadap hasil jagung dianalisis menggunakan *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) menurut Machay dan Gregg (1984), dengan cara membandingkan pencapaian hasil dari setiap perlakuan terhadap hasil dengan perlakuan pupuk standar/dosis pupuk rekomendasi. RAE dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{RAE} = \frac{\text{Hasil pada pupuk yang diuji} - \text{hasil pada kontrol}}{\text{Hasil pada perlakuan pupuk standar} - \text{hasil pada kontrol}} \times 100\%$$

Untuk mengetahui kelayakan usahatani dilakukan analisis finansial menggunakan B/C rasio. Peubah pertumbuhan dan hasil tanaman dianalisis menggunakan program *SAS System for Linear Models* (Ramon *et al.* 1992). Perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan analisis Uji beda nyata terkecil-*Least Significant Differences* (LSD) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan yang diteliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah sebelum penelitian disajikan pada Tabel 1. Secara umum, karakteristik tanah penelitian bertekstur lempung liat berpasir dan bereaksi sangat masam (pH 3,53). Kandungan C-organik dan N total tanah sangat rendah, kandungan P tersedia (Bray 1) sangat tinggi, P potensial terekstrak HCl 25% termasuk sedang, kandungan K sangat rendah, kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa tanah sangat rendah.

Data analisis tanah memberikan gambaran bahwa tanaman jagung pada lahan kering masam (Ultisols) memerlukan pupuk N dan K serta bahan organik atau pembenah tanah organik untuk meningkatkan kandungan C tanah dan menurunkan kejenuhan Al. Tingkat kejenuhan Al tanah sebelum penelitian adalah 42,7%, termasuk sangat tinggi (Eviati dan Sulaeman

Tabel 1. Hasil analisis tanah Ultisols sebelum penelitian di KP Tamanbogo, Lampung Timur, MH 2014.

Parameter sifat tanah	Satuan	Nilai	Kategori
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>		3,53	Sangat masam
Textur			Lempung liat berpasir
Pasir	%	50,33	
Debu	%	28,33	
Liat	%	21,33	
Bahan Organik			
C	%	0,84	Sangat rendah
N	%	0,06	Sangat rendah
C/N	-	16,00	Sedang
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray	mg/kg	68,33	Sangat tinggi
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl	mg/100 g	38,33	Sedang
K <sub>2</sub> O HCl	mg/100 g	6,00	Sangat rendah
KTK	cmol(+)/kg	3,79	Sangat rendah
KB	%	14,00	Sangat rendah
Al-dd	cmol(+)/kg	1,62	Sangat rendah
Kejenuhan Al	%	42,7	Sangat tinggi

2012), sedangkan kejenuhan basa termasuk sangat rendah. Hal ini sesuai dengan sifat tanah Utisols pada umumnya, yang berasal dari bahan induk yang mengandung kation basa rendah dan berada di wilayah dengan curah hujan tinggi, sehingga kation basa dalam tanah mudah tercuci dan tererosi oleh aliran permukaan (*run off*).

Kandungan hara N, P dan K biochar yang digunakan pada penelitian lebih rendah, tetapi mempunyai kandungan C lebih tinggi dibandingkan dengan kohe (Nurida *et al.* 2015, Maswar dan Soelaeman 2015). Perbandingan C dan N (C/N) pada kohe mendekati nilai C/N tanah, berkisar antara 12-20 (Setyorini *et al.* 2006). Hal ini menunjukkan kohe yang digunakan pada penelitian sudah terdekomposisi sempurna. Rasio C dan N pada biochar sangat tinggi karena dalam proses pembuatannya terjadi pembakaran tidak sempurna sehingga kandungan C tinggi dan N rendah. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman, penggunaan biochar memerlukan tambahan pupuk N.

### Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator utama untuk mengetahui pertumbuhan tanaman jagung. Dalam penelitian ini, tinggi tanaman jagung hibrida varietas P27 pada perlakuan kontrol (T1) paling rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan pada perlakuan lainnya (T2, T3, T4, T5 dan T6) (Tabel 2). Pemupukan NPK dengan dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha, T2) nyata meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan kontrol (T1). Hal ini mengindikasikan

budidaya jagung pada lahan kering masam (Ultisols) mutlak memerlukan pupuk NPK.

Substitusi 50% pupuk NPK dosis rekomendasi oleh pembenah tanah biochar, pupuk kandang, atau penggunaan pupuk hayati pelarut P mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dibandingkan dengan hanya menggunakan pupuk NPK dosis rekomendasi (Gambar 1). Hal ini menunjukkan pertumbuhan jagung pada lahan kering masam tidak optimal bila diberikan pupuk NPK saja.

Perlakuan NPK rekomendasi (T2), biochar sekam padi, kohe atau pupuk hayati pelarut P disertai dengan 50% NPK dosis rekomendasi (T3, T4, dan T5) nyata menambah jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 2 dan Gambar 2). Jumlah daun terbanyak (16 lembar) dicapai oleh perlakuan T5 (kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi).

**Diameter Batang dan Umur Berbunga**

Diameter batang pada perlakuan T6 nyata lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol (T1) dan perlakuan NPK dosis rekomendasi (T2). Diameter batang pada perlakuan NPK dosis rekomendasi (T2) rata-rata 1,39 cm, nyata lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan pemupukan 50% NPK dosis rekomendasi + kohe, biochar atau pupuk hayati pelarut P. Hal ini

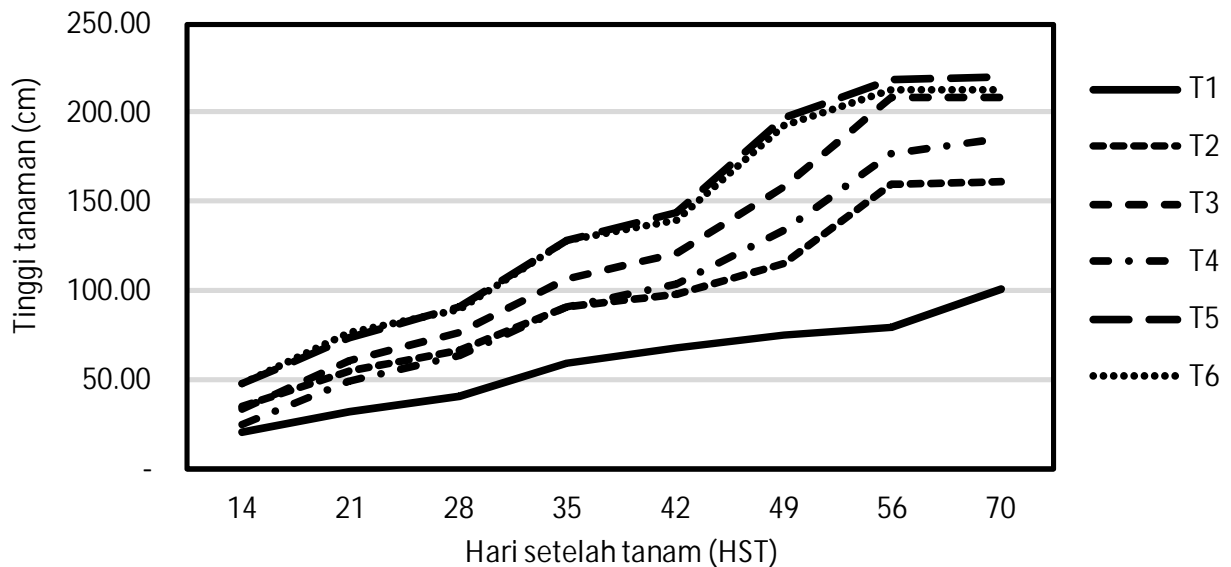
membuktikan budi daya jagung pada tanah Ultisol memerlukan perbaikan kualitas tanah melalui penggunaan pembenah tanah.

Pemberian pupuk NPK pada jagung pada lahan kering masam (Ultisols) berpengaruh terhadap waktu keluar bunga jantan. Pada perlakuan kontrol atau tanpa

Tabel 2. Tinggi tanaman dan jumlah daun jagung varietas hibrida varietas P27 pada saat panen, KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.

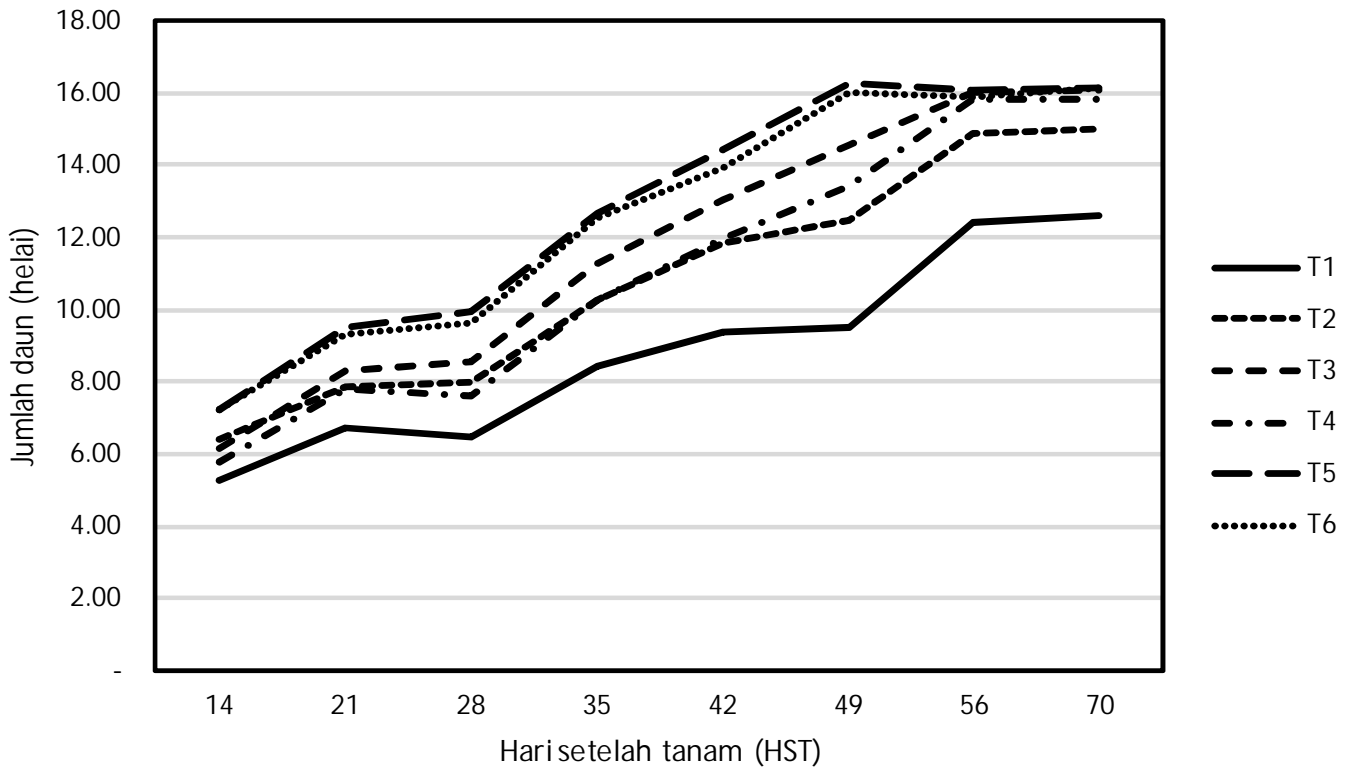
Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (lembar)
T1	101 d	12,4 b
T2	161 c	14,9 a
T3	204 a	16,1 a
T4	186 b	15,8 a
T5	209 a	16,1 a
T6	209 a	15,9 a

T1: Kontrol (tanpa perlakuan), T2: pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha), T3: Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha), T4: Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi, T5: Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi. T6: Biochar 5 t/ha + Kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi. Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD.



- T1 : Kontrol (tanpa perlakuan),
- T2 : Pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha).
- T3 : Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha)
- T4 : Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi,
- T5 : Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi
- T6 : Biochar 5 t/ha + kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi

Gambar 1. Tinggi tanaman jagung hibrida varietas P27 berdasarkan umur tanaman. KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.



- T1 : Kontrol (tanpa perlakuan),
- T2 : Pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha).
- T3 : Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha)
- T4 : Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi,
- T5 : Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi
- T6 : Biochar 5 t/ha + kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi

Gambar 2. Jumlah daun jagung hibrida varietas P27 berdasarkan umur tanaman. KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.

Tabel 3. Diameter batang pada saat panen dan umur keluar bunga jantan jagung hibrida varietas P27. KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.

Perlakuan	Diameter batang (cm)	Umur keluar bunga jantan (HST)
T1	0,96 c	64 a
T2	1,39 b	58 b
T3	1,99 a	50 c
T4	1,89 a	59 b
T5	2,05 a	45 d
T6	2,16 a	46 d

T1: Kontrol (tanpa perlakuan), T2: pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36 dan 100 kg KCl/ha), T3: Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36 dan 50 kg KCl/ha), T4: Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi, T5: Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi dan T6: Biochar 5 t/ha + Kohe 5 t/ha + Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi. Angka-angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% uji LSD.

pemupukan NPK (T1), waktu keluar bunga jantan nyata paling lambat dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk NPK (T2, T3, T4, T5, dan T6). Pada sisi lain, penggunaan kombinasi pupuk NPK dengan kohe mempercepat keluar bunga jantan (perlakuan T5 dan T6).

### Hasil Biji Kering dan *Relative Agronomic Effectiveness (RAE)*

Hasil biji kering tertinggi ( $6,24 \pm 0,78$  t/ha) dicapai oleh perlakuan kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T5), nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kombinasi pupuk anorganik dan organik mampu meningkatkan produktivitas jagung.

Penggunaan kohe 5 t/ha yang disertai dengan 50% NPK dosis rekomendasi (T5) memberikan nilai RAE tertinggi, mencapai 238,1%. Nilai RAE terkecil dicapai oleh perlakuan pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50%

NPK dosis rekomendasi (T4), yaitu 135,6%. Dengan basis perlakuan NPK dosis rekomendasi (T2) sebagai pembanding, penggunaan kohe atau biochar 5 t/ha mampu mensubstitusi pupuk NPK sebanyak 50% dari dosis rekomendasi.

Tabel 4. Hasil biji kering jagung varietas hibrida P-27 dan RAE. KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.

Perlakuan	Hasil biji kering (t/ha)	RAE
T1	0,55 ± 0,33 d	-
T2	2,94 ± 1,56 c	100,00
T3	4,63 ± 0,74 b	170,71
T4	3,79 ± 0,81 bc	135,56
T5	6,24 ± 0,78 a	238,08
T6	4,43 ± 1,19 b	162,34

T1: Kontrol (tanpa perlakuan), T2: Pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha), T3: Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha), T4: Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi, T5: Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi dan T6: Biochar 5 t/ha + kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi. Angka-angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% uji LSD

### Pendapatan dan Kelayakan Usahatani Jagung

Hasil analisis finansial masing-masing perlakuan pada Tabel 5 menunjukkan biaya terbesar usahatani jagung pada lahan kering masam adalah untuk tenaga kerja yang berkisar antara 33-54% dari biaya total. Biaya benih jagung hibrida varietas Pioner 27 berkisar antara 10-42%, pupuk 36-69%, pestisida dan herbisida 1-3%, dan biaya penunjang lainnya 0,3-0,6% dari biaya total.

Perlakuan kohe dengan dosis 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (T5) memberikan B/C tertinggi (2,10), diikuti oleh perlakuan pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi (T4) dan perlakuan NPK rekomendasi (T2), masing-masing 1,53 dan 1,22.

Penggunaan biochar (T3) memberikan hasil biji kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk NPK rekomendasi dan pupuk hayati pelarut P, tetapi kenaikan hasil akibat aplikasi biochar tidak dapat menutup biaya produksi yang dikeluarkan. Penggunaan pupuk hayati pelarut P 250 kg/ha memerlukan biaya lebih kecil daripada aplikasi biochar sehingga nilai ekonomi akibat kenaikan hasil dapat menutup biaya produksi yang dikeluarkan. Perlakuan kontrol (T1) dan

Tabel 5. Analisis finansial usahatani jagung varietas hibrida varietas P27, KP Tamanbogo, Lampung, MH 2014.

Parameter	Nilai finansial (Rp)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tenaga kerja	1.625.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.450.000	2.550.000
Benih Jagung P27	1.260.000	1.260.000	1.260.000	1.260.000	1.260.000	1.260.000
Pupuk						
- Urea	-	760.000	380.000	380.000	380.000	380.000
- SP36	-	600.000	300.000	300.000	300.000	300.000
- KCl	-	800.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Pukan					2.500.000	1.500.000
Biochar			5.000.000			5.000.000
Pelarut P				1.250.000		1.250.000
Insektisida	13.500	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000
Herbisida	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Karung plastik	12.500	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Tali rapia	3.600	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
Jumlah	3.004.600	6.021.000	9.941.000	6.191.000	7.441.000	12.791.000
Hasil (t/ha)	0,55	2,94	4,63	3,79	6,24	4,43
Nilai Hasil	1.375.000	7.350.000	11.575.000	9.475.000	5.600.000	11.075.000
Keuntungan	(1.629.600)	1.329.000	1.634.000	3.284.000	8.159.000	(1.716.000)
B/C	0,46	1,22	1,16	1,53	2,10	0,87

Harga pupuk urea Rp.1.900/kg, SP 36 Rp.2.400/kg, KCl Rp.8.000/kg, Benih jagung P 27 Rp. 315.000/5 kg, kohe: Rp. 500/kg, pupuk hayati pelarut P 5.000/kg, biochar Rp.1.000/kg, upah tenaga kerja Rp. 50.000/HOK, harga jagung pipilan kering Rp. 2.500/kg.

T1: Kontrol (tanpa perlakuan), T2: Pupuk NPK dosis rekomendasi (400 kg urea, 300 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha),

T3: Biochar 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi (200 kg urea, 150 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha),

T4: Pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi, T5: Kohe 5 t/ha + 50% NPK dosis rekomendasi dan

T6: Biochar 5 t/ha + kohe 5 t/ha + pupuk hayati pelarut P 5 g/tanaman + 50% NPK dosis rekomendasi.

kombinasi antara biochar, pupuk pelarut P dan kohe disertai dengan 50% NPK dosis rekomendasi (T6) memberikan B/C yang berkisar antara 0,46-0,87 yang secara finansial tidak layak.

## KESIMPULAN

Aplikasi kombinasi pupuk NPK 50% dosis rekomendasi dengan biochar atau pupuk hayati pelarut P, atau pupuk kandang (kohe) pada tanaman jagung di lahan kering masam nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung dibandingkan dengan hanya menggunakan pupuk NPK. Penggunaan biochar, kohe, dan pupuk hayati pelarut P dapat mensubstitusi sebagian pemakaian pupuk NPK.

Dari aspek ekonomi, aplikasi biochar, kohe, atau pupuk hayati pelarut P bersamaan dengan 50% pupuk NPK dosis rekomendasi nyata meningkatkan nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) dan B/C rasio. Hasil biji dan keuntungan optimum budi daya jagung hibrida varietas P27 pada lahan kering masam cukup dengan aplikasi setengah (50%) dosis NPK rekomendasi, yaitu 200 kg urea + 150 kg SP36 + 50 kg KCl/ha ditambah pembenah tanah kohe atau biochar minimal 5 t/ha, atau pupuk hayati 5 g/tanaman.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung (Muchtar, SP, MSi.) dan Sdr. Subardi sebagai teknisi lapang yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah. 2014. Inovasi teknologi pengelolaan lahan sawah dan lahan kering berkelanjutan. Laporan Tahunan 2013. Bogor: Balai Penelitian Tanah. 132p.
- Chan, K.Y., Z.H. Xu, J. Lehmann, and S. Joseph. 2009. Biochar: Nutrient properties and their enhancement. *In: Biochar for Environmental Management Science and Technology*. Eartscan, London & Sterling, pp.67-84.
- Eviati dan Sulaeman. 2012. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk, Edisi 2. Bogor: Balai Penelitian Tanah. 234p.
- Ginting, R.C.B., R. Saraswati, dan E. Husen. 2006. Mikroorganisme pelarut P. *Dalam: Simanungkalit, R.D.M., D.A.Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.)*. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, pp.141-158.
- Josep, S.D., M. Camps-Arbestain, Y. Lin, P. Munroe, C.H. Chia, J. Hook, L. van Zwieten, S. Kimber, A. Cowie, B.P. Singh, J. Lehmann, N. Foidl, R.J. Smernik, and J.E. Amonete. 2010. An investigation into the reaction of biochar in soil. *Aust. J. Soil Res.* 48:501-515.
- Krisnakumar, S., A.G. Rajalakshmi, B. Balagnesh, P. Manikandan, C. Vinoth, and V. Rajendran. 2014. Impact of biochar on soil health. *International Journal of Advanced Research* 2(1):933-950.
- Laird, D.A., P.D. Fleming, D.D. Davis, R. Horton, B. Wang, and D.I. Karlen. 2010. Impact of biochar amendments on the quality of a typical midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158:443-449.
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'Neil, Joil Sci. Soc. A.O. Skjemstad, J. Theis, F.J. Luizao, J. Peterson, and E.G. Neves. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:179-1730.
- Lima, I.M., A.J. Mcaloon, and A.A. Boateng. 2008. Activated carbon from broiler litter: process description and cost of production. *Biomass Bioenergy* 32:568-572.
- Machay, A.D., J.K. Syers, and P.E.H. Gregg. 1984. Ability of chemical extraction procedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27(1):219-230.
- Major, J., J. Lehmann, D. Kinyangi, J. Grossman, J. Oneill, and B. Skjemstad. 2010. Fate of soil applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Global Change Biology* 16:1366-1379.
- Maswar and Y. Soelaeman. 2015. Effects of organic and chemical fertilizer input on biomass production and carbon dynamics in maize farming on ultisols. *Agrivita Journal of Agricultural Science* 38(2):133-141.
- Maswar. 2013. Laporan akhir penelitian pengelolaan lahan pada berbagai sistem usahatani berbasis efisiensi karbon. Bogor: Balai Penelitian Tanah (tidak dipublikasi).
- Nurida, N.L., A. Dariah, dan A. Rachman. 2009. Kualitas limbah pertanian sebagai bahan baku pembenah berupa biochar untuk rehabilitasi lahan. *Prosiding Seminar Nasional dan Dialog Sumberdaya Lahan Pertanian*.p.209-215.
- Nurida, N.L., A. Rachman, dan Sutono. 2015. Biochar pembenah tanah yang potensial. *Penyunting: Soelaeman, Y. dan J. Purnomo*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD). Press 2015. 49p.
- Puspitawati, M.D., Sugiyanta, dan I. Anas. 2013. Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat untuk mengurangi dosis pupuk P anorganik pada padi sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia* 41(3): 188-195.
- Ramon, C., R.J. Freud and, and P.C. Spector. 1992. SAS systems for linier models, Third Edition. SAS Series in Statistical Applications. SAS Institute Inc.
- Rochayati, S. dan A. Dariah. 2012. Pengembangan lahan kering masam, peluang, tantangan dan strategi serta teknologi pengelolaan. p.187-204. *Dalam: Prospek Pertanian Lahan Kering Dalam Mendukung Ketahanan Pangan*. A. Dariah *et al. (Eds.)* Jakarta: IAARD Press.
- Roghieh, H., J. Barcelo, and C. Poschennieder. 2013. Amelioration of iron toxicity: A mechanism for aluminium-induced growth stimulation in tea plant. *Journal of Inorganic Biochemistry* 28183-187.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E. Kosman. 2006. Kompos. *Dalam: Simanungkalit, R.D.M., D. A.Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.)*. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. p.11-40.

- Suriadikarta, D.A. dan R.D.M. Simanungkalit. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. *Dalam*: Simanungkalit, R.D.M., D. A.Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. p.1-10.
- Thies, J. E. and M.C. Rillig. 2009. Characteristic of biochar: Biological Properties. *In*: Lehmann, J. And S. Joseph (Eds.): Biochar for Environmental Management Science and Technology. Earthscan, London. p. 85-106.
- Valverde, A., A. Burgos, T. Fiscella, R. Rivas, E. Velazquez, C.Rodriguez-Barrueco, E. Cervates, M. Chamber, and J.M. Igual. 2006. Differential effects of co inoculations with *Pseudomonas jesseii* PS06 (a phosphate solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* c-2/2 strain in the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field condition. *Plant Soil* 287:43-50.
-