

**SERAPAN FOSFOR OLEH TANAMAN JAGUNG PADA APLIKASI TEPUNG TULANG
AYAM DAN BAHAN ORGANIK DI TANAH LATOSOL**

**PHOSPHORUS ABSORPTION BY CORN PLANTS IN THE APPLICATION OF CHICKEN
BONE MEAL AND ORGANIC MATERIAL IN LATOSOL SOIL**

¹Lelanti Peniwiratri¹, Yanisworo Wijaya Ratih²

^{1,2}Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of chicken bone meal and organic materials on the absorption of P by corn plants grown in Latosol soil. The study used a two-factor Completely Randomized Design (CRD). The first factor, the dosage of chicken bone meal consists of 4 levels: without chicken bone meal (T0), chicken bone meal 2% (T1), 4% (T2), 6% (T3) of the weight of organic material. The second factor, the type of organic material consists of 3 levels: without organic material (B0), compost 3% of the weight of the soil (B1) and manure 3% of the weight of the soil (B2). Each treatment was repeated 3 times. The results showed that chicken bone meal and organic material fertilizers had a significant effect on increasing the available P of Latosol soil and P absorption by corn plants. The provision of chicken bone meal fertilizer 4% of the weight of organic material and compost 3% of the weight of the soil was the best result for increasing the availability of P in Latosol soil and P absorption in corn.

Key-words: Bone meal, Corn, Latosol soil, Organic material, Phosphorus

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tepung tulang ayam dan bahan organik terhadap serapan P tanaman Jagung yang ditumbuhkan di tanah Tanah Latosol. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama takaran tepung tulang ayam terdiri dari 4 aras: tanpa tepung tulang ayam (T0), tepung tulang ayam 2% (T1), 4% (T2), 6% (T3) dari berat bahan organik. Faktor kedua jenis bahan organik terdiri dari 3 aras: tanpa bahan organik (B0), kompos 3% dari berat tanah (B1) dan pupuk kandang 3% dari berat tanah (B2). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan pupuk tepung tulang ayam dan bahan organik berpengaruh nyata meningkatkan P tersedia tanah pada tanah Latosol dan serapan P oleh tanaman jagung. Pemberian pupuk tepung tulang ayam 4% dari berat bahan organik dan kompos 3% dari berat tanah merupakan hasil terbaik terhadap peningkatan ketersediaan P Tanah Latosol dan serapan P jagung.

Kata kunci: Bahan organil, Fosfor, Jagung, Tanah latosol, Tepung tulang

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Lelanti Peniwiratri. Email: lelanti@yahoo.com

PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro esensial yang berperan penting dalam pembentukan protein terutama dalam transfer metabolik *adenosine triphosphate* (ATP), fotosintesis dan respirasi. Peranan fosfor lainnya dalam pembentukan akar, mempercepat pembungaan, mempercepat matangnya buah, dan memperkuat tubuh tanaman. Fosfor sangat dibutuhkan saat proses pembelahan sel dalam jaringan meristem. Jika kebutuhan fosfor pada tanaman terpenuhi akan berpengaruh pada peningkatan pembelahan sel dan tinggi tanaman (Suprpto & Marzuki, 2005).

Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu tanaman pangan terpenting setelah padi dan gandum yang membutuhkan hara P dalam jumlah banyak. Tanaman ini membutuhkan tanah yang subur, gembur, berdrainase baik, pH tanah berkisar 5,6-7,0 (Syafuruddin *et al.*, 2015). Untuk pertumbuhan optimumnya, jagung membutuhkan 100 kg P per ha (Mulyanto *et al.*, 2015). Di Indonesia kebutuhan jagung dari tahun ke tahun terus meningkat namun rata-rata produksi nasional yang dicapai masih rendah. Tanaman jagung peka terhadap aspek kesuburan tanah terutama oleh rendahnya ketersediaan hara makro seperti fosfor. Sanchez (1992) menyatakan bahwa pengaruh utama rendahnya ketersediaan hara fosfor mengakibatkan terhambatnya perpanjangan akar dan bahkan menyebabkan kematian meristem ujung akar. Kerusakan pada meristem disebabkan terutama oleh terganggunya struktur dan fungsi plasmalema. Kerusakan ini mempermudah penetrasi Al ke dalam sitoplasma. Ion Al dapat berikatan dengan ligand-ligand yang ada dalam sitoplasma sehingga beberapa proses fisiologis terganggu. Jagung di Indonesia ditanam mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Dengan semakin menciutnya lahan di dataran rendah maka untuk memacu produksi Jagung dilakukan dengan memanfaatkan lahan di

dataran tinggi. Tanah Latosol merupakan salah satu tanah yang berkembang di dataran tinggi, penyebarannya cukup luas di Indonesia dan berpotensi untuk menumbuhkan Jagung. Tanah ini memiliki permasalahan diantaranya kemasaman yang tinggi sehingga menyebabkan kelarutan Ca rendah. Tingginya Al dan Fe menyebabkan fiksasi P tinggi sehingga ketersediaannya rendah. Tanah ini juga miskin bahan organik, Kapasitas Pertukaran Kation rendah, dan ketersediaan hara dari kation basa rendah (Firniasari, 2018). Untuk mengatasi permasalahan Tanah Latosol terutama rendahnya ketersediaan fosfor (P) perlu dilakukan manipulasi agar Tanah Latosol dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh Jagung. Manipulasi yang dapat dilakukan yaitu dengan pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik berupa kompos dan pupuk kandang.

Tulang ayam yang jumlahnya banyak berasal dari rumah pemotongan hewan, sisa industri pengolahan makanan dan sisa produk olahan pakan seperti fillet ayam, nugget, dan sosis ayam seringkali hanya dibuang dan ditimbun di permukaan tanah sehingga tumpukan tulang ayam menjadi limbah dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Tulang ayam mengandung fosfor 12-15% dan Ca 24-30% (Rasyaf, 2002), berdasarkan komposisi tersebut, maka tulang ayam berpotensi sebagai sumber fosfor (P) dan kalsium (Ca). Fosfor dan Kalsium pada tulang ayam tersimpan dalam kristal hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dan kalsium karbonat (CaCO_3), merupakan komponen yang terikat dalam struktur kolagen tulang sehingga keberadaannya belum tersedia. Pelepasan hidroksiapatit dan kalsium karbonat dari struktur kolagen tulang ayam bisa dilakukan perendaman dalam larutan basa, sedangkan pelarutan P dan Ca dari hidroksiapatit dan kalsium karbonat bisa dilakukan dengan pemberian asam. (Rusmana *et al.*, 2016)

Kompos yang berasal dari jaringan tanaman merupakan sumber bahan organik primer, sedangkan pupuk kandang yang berasal dari kotoran hewan merupakan sumber bahan organik sekunder. Bahan organik dalam proses dekomposisinya akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat melarutkan P dan Ca (Rahayu, 2009). Pemberian bahan organik tersebut diharapkan dapat mengoptimalkan pelepasan P dan Ca dari tepung tulang ayam. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik terhadap serapan P tanaman Jagung yang ditumbuhkan di tanah Latosol.

METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca, menggunakan tanah Latosol dari desa Tuksongo Kecamatan Borobudur, Magelang, diambil sedalam lapis olah (0 – 30 cm). Sifat-sifat tanah yang digunakan dalam penelitian tersaji dalam Tabel 1. Tulang ayam yang digunakan penelitian berasal dari Rumah Pemotongan Hewan di Muntilan. Tulang ayam tersebut memiliki komposisi seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Penelitian ini dilakukan dengan sistem pot menggunakan pola faktorial terdiri atas dua

faktor yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Faktor pertama adalah takaran tepung tulang ayam, terdiri dari 4 aras (Vebriyanti, 2011) yaitu tanpa tepung tulang ayam (T0); tepung tulang ayam 2 % dari bahan organik setara 5,88 g/pot (T1); tepung tulang ayam 4% dari bahan organik setara 11,76 g/pot (T2); tepung tulang ayam 6% dari bahan organik setara 17,64 g/pot (T3). Faktor kedua adalah jenis bahan organik, terdiri dari 3 aras (Sari et al., 2017) yaitu tanpa bahan organik (B0); kompos 3% dari berat tanah setara 294 g/pot (B1); pupuk kandang 3% dari berat tanah setara 294 g/pot (B2). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 36 pot percobaan.

Bahan Tanah Latosol seperti pada kondisi lapangan (sudah diketahui kadar lengasnya) diayak sehingga lolos mata saring 2 mm. Tanah ini dimasukkan ke dalam pot masing-masing sebanyak 9 kg tanah berat kering mutlak untuk media tanam jagung, dan sebanyak 1 kg berat kering mutlak untuk analisis P tersedia Tanah Latosol. Perlakuan diberikan dengan mencampurkan tepung tulang ayam masing-masing 0; 2%, 4% dan 6% dari berat tanah dan bahan organik masing-masing 3% dari berat tanah.

Tabel 1. Sifat Kimia Tanah Latosol Tuksongo

No	Sifat Kimia Tanah	Kadar	Harkat(*)
1	pH		
	a. H ₂ O	5,50	Masam
	b. KCl	5,30	Masam
2	C-organik (%)	1,95	Rendah
3	KPK (me %)	9,47	Rendah
4	P-tersedia (ppm)	9,05	Sangat Rendah

(* Menurut PPT.1983)

Tabel 2. Komposisi Tepung Tullang Ayam, Kompos, dan Pupuk Kandang

Parameter	Tepung Tulang Ayam	Kompos	Pupuk Kandang Sapi
C-organik (%)	15,34	18,39	15,39
P-total (%)	12,73	5,82	2,07
Ca-total (%)	23,00	0,19	0,53

Setelah dicampur rata antara tanah, tepung tulang ayam dan bahan organik, kemudian diberi air sampai tercapai kondisi kapasitas lapangan, selanjutnya campuran tersebut diinkubasi selama 1 bulan. Lengan tanah tetap dipertahankan pada kondisi kapasitas lapangan yaitu dengan cara penimbangan pot. Selisih antara berat pot pada waktu penimbangan dengan berat semula merupakan berat air yang harus ditambahkan. Setelah inkubasi berakhir dilakukan analisis P tersedia Tanah Latosol.

Sebagai bioassay untuk mengetahui tanggapan tanaman budidaya terhadap kondisi tanah akibat perlakuan, dilakukan penanaman jagung pada tanah-tanah dalam pot yang telah diperlakukan. Penanaman dilakukan pada contoh tanah dengan berat setara 9 kg tanah kering mutlak. Dalam setiap pot ditanam 3 benih jagung Hibrida. Pada umur 7 hari setelah tanam dilakukan penjarangan dengan menyisakan satu tanaman terbaik setiap pot. Tanaman dipelihara hingga mencapai pertumbuhan vegetatif maksimum yang ditandai munculnya bunga jantan. Setelah fase vegetatif maksimum tercapai dilakukan pengukuran berat kering tanaman, kadar P jaringan tanaman Jagung dan serapan P tanaman Jagung. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan dengan sidik ragam (ANOVA) dan untuk mengetahui perbandingan antar perlakuan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 % (Gomez & Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah di lokasi penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa Tanah Latosol yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah miskin hara dan memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Tabel 1 menunjukkan nilai pH H₂O (5,5) dan pH KCl (5,3) tergolong masam, hal ini disebabkan Tanah Latosol merupakan tanah yang berpelapukan lanjut dan terletak

pada daerah yang memiliki curah hujan cukup tinggi sehingga sering terjadi pencucian kation- kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na yang digantikan oleh Fe, H⁺ dan Al³⁺ (Damanik *et al.* 2010). Hilangnya basa – basa pada tanah tersebut menjadi penyebab utama kemasaman tanah. Rendahnya KTK tanah (9,47 me%) dipengaruhi oleh kurangnya kadar bahan organik, C Organik tanah ini tergolong rendah sebesar 1,95%. Hara P tersedia tergolong sangat rendah, yaitu 9,05 ppm, hal ini disebabkan karena Al dan Fe pada Tanah Latosol yang tergolong tinggi dapat mengikat P sehingga ketersediaan P berkurang dan tidak tersedia untuk tanaman (Damanik *et al.*, 2010).

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa tepung tulang ayam memiliki nilai C organik tinggi sebesar 15,34%. Kandungan P-total sebesar 12,73% (tinggi) dan nilai Ca-total sebesar 23% (tinggi). Diketahui pula bahwa komposisi kimia masing-masing bahan organik berbeda-beda (Tabel 2). Kandungan C-organik pada kompos lebih tinggi yaitu 18,39% sedangkan pupuk kandang 15,39%. Kadar P-total pada kompos sebesar 5,82% dan pupuk kandang 2,07%. Menurut Sari *et al.* (2017) kandungan unsur P menjadi tinggi pada pupuk organik karena terjadi mineralisasi bahan organik yang dikomposkan. Dalam tahap pematangan mikroorganisme akan mati dan kandungan P di dalam mikroorganisme akan bercampur dalam bahan kompos yang secara langsung akan meningkatkan kandungan P dalam kompos. Kadar Ca pada kompos adalah 0,19% dan pupuk kandang 0,53 %. Menurut Permentan (2011), persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik padat adalah memiliki kandungan C-organik 12% dan P total kurang dari 6%.

Tanggapan serapan P oleh tanaman Jagung terhadap pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik dapat dilihat dari parameter-parameter seperti P tersedia Tanah, berat kering

tanaman, kadar P Jaringan dan Serapan P Jagung.

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa pemberian tepung tulang ayam dan jenis bahan organik berpengaruh nyata terhadap P-tersedia Tanah Latosol. Ini berarti bahwa pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik berperan nyata dalam meningkatkan P-tersedia Tanah Latosol. P-tersedia pada Tanah Latosol meningkat seiring dengan peningkatan takaran tepung tulang ayam yang diberikan. Pemberian tepung tulang ayam 4% dari bahan organik (T2) nyata lebih tinggi daripada pemberian tepung tulang ayam 2% (T1) dan tanpa pemberian tepung tulang ayam (T0) namun tidak berbeda nyata dengan takaran di atasnya, 6% dari bahan organik (T3). Ini berarti semakin banyak tepung tulang ayam yang diberikan P-tersedia Tanah Latosol semakin tinggi. Tepung tulang ayam mempunyai kandungan P total tinggi yaitu senilai 12,73% (tabel 2). P-tersedia juga dapat meningkat karena peningkatan pH akibat pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena

ketersediaan P sangat dipengaruhi oleh pH tanah.

Absorpsi P dalam larutan tanah oleh Al dan Fe menurun saat pH meningkat, sehingga terjadi peningkatan P-tersedia Tanah Latosol. Penambahan bahan organik pada Tanah Latosol juga meningkatkan P tersedia Tanah Latosol. Pemberian kompos (B1) nyata lebih tinggi daripada tanpa pemberian bahan organik (B0), tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk kandang (B2). Ini berarti penambahan bahan organik berperan nyata meningkatkan P tersedia Tanah Latosol. Hal ini dikarenakan bahan organik berpengaruh terhadap ketersediaan P secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi.

Proses mineralisasi bahan organik mengakibatkan pelepasan P mineral (PO_4^{3-}) melalui aksi dari asam organik atau senyawa pengkelat dari hasil dekomposisi. Terjadi pelepasan P yang berikatan dengan Al dan Fe yang tidak larut menjadi bentuk terlarut.

Tabel 3. Pengaruh Tepung Tulang Ayam dan Bahan Organik terhadap P Tersedia Tanah Latosol, Berat Kering Tanaman Jagung, Kadar P Jaringan Tanaman Jagung, dan Serapan P Tanaman Jagung

Perlakuan	P-Tersedia Tanah (ppm)	Berat Kering Tanaman (mg)	Kadar P Jaringan (%)	Serapan P Jagung (mg/tanaman)
Tepung Tulang Ayam				
T0	31,48 c	55,59 b	0,1083 c	85,9 c
T1	40,20 b	66,58 ab	0,1426 b	129,4 b
T2	45,15 ab	66,70 ab	0,2157 a	145,0 ab
T3	51,47 a	72,72 a	0,2157 a	165,0 a
B0	35,79 q	46,93 q	0,1649 q	80,2 q
B1	44,24 p	72,04 p	0,1999 p	142,6 p
B2	46,19 p	77,25 p	0,2153 p	167,2 p
Interaksi Bahan Organik	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata, berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi T0 = Tanpa tepung tulang ayam, T1=Tepung tulang ayam 2 % dari bahan organik, T2 = Tepung tulang ayam 4 % dari bahan organik, T3 = Tepung tulang ayam 6 % dari bahan organik. B0 = tanpa bahan organik B1 = kompos 3% dari berat tanah B2 = pupuk kandang 3% dari berat tanah

Selain itu, bahan organik mengurangi jerapan fosfat karena asam humat dan asam fulvat memblokir situs pertukaran. Penambahan bahan organik mampu mengaktifkan proses penguraian bahan organik asli tanah dan membentuk kompleks fosfo-humat dan fosfo-fulvat yang dapat ditukar dan lebih tersedia bagi tanaman, fosfat dijerap oleh bahan organik secara lemah (Atmojo, 2003). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al* (2017), bahwa dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan P tersedia tanah masam. P-tersedia Tanah Latosol meningkat setelah penambahan tepung tulang ayam dan bahan organik. Pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik mampu meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman.

Kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Terjadi peningkatan berat kering tanaman jagung secara nyata seiring dengan peningkatan takaran tepung tulang ayam. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya hara P tersedia Tanah Latosol dan berkurangnya kelarutan unsur-unsur Al dan Fe yang menghambat pertumbuhan tanaman Jagung pada Tanah Latosol. Pemberian tepung tulang ayam 4% (T2) merupakan perlakuan terbaik dibandingkan tanpa pemberian tepung tulang ayam tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian tepung tulang ayam 2% (T1) dan 6% (T2). Pemberian tepung tulang ayam 2% (A1) dan 4% (A2) tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian tepung tulang ayam (T0). Ini berarti dengan penambahan tepung tulang ayam dalam jumlah yang lebih banyak dapat meningkatkan berat kering tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Lestari (2015) bahwa dengan penambahan tepung tulang ayam dalam jumlah yang banyak meningkatkan berat kering tajuk dan akar tanaman. Tepung tulang ayam mengandung P total dan Ca total berharkat tinggi (Tabel 2) sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penambahan bahan organik meningkatkan berat kering tanaman

secara nyata. Perlakuan pemberian kompos (B1) dan pupuk kandang (B2) nyata lebih tinggi daripada tanpa pemberian bahan organik (B0). Perlakuan pemberian kompos (B1) tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk kandang (B2). Adanya bahan organik dalam tanah mampu menyediakan unsur hara lebih banyak dan tersedia bagi kebutuhan tanaman sehingga meningkatkan bobot tanaman.

Dari Tabel 3 dapat diketahui pula bahwa pengaruh pemberian tepung tulang ayam dan bahan organik seiring dengan peningkatan takarannya mampu meningkatkan kadar P total dan Serapan P tanaman jagung. Peningkatan ini akibat membaiknya sistem perakaran tanaman yang dibuktikan dengan peningkatan berat kering tanaman Jagung seiring dengan meningkatnya takaran tepung tulang ayam dan bahan organik yang diberikan. Peningkatan berat kering akar disebabkan oleh meningkatnya P tersedia tanah akibat menurunnya aktifitas Al dan Fe oksida Tanah Latosol. Dalam hal ini fosfat merupakan anasir penting pada asam nukleat, NADP, ATP, protein dan koenzim mampu berperan pada awal pertumbuhan yaitu untuk pertumbuhan bahan akar dalam jumlah yang mencukupi, dengan demikian pembentukan akar pada awal pertumbuhan menjadi intensif yang pada akhirnya dapat mempengaruhi serapan P tanaman. Peningkatan kadar P dan serapan P tanaman Jagung akibat pemberian Tepung tulang ayam terbaik pada takaran 4% dari bahan organik (T2), pemberian takaran diatasnya (T3) memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Sedangkan pemberian kompos dan pupuk kandang 3% dari berat tanah memberikan hasil terbaik dan berbeda nyata dari kontrol.

KESIMPULAN

1. Pemberian tepung tulang ayam berpengaruh nyata meningkatkan P tersedia tersedia Tanah Latosol, dan serapan fosfor (P) tanaman jagung.

2. Pemberian bahan organik berpengaruh nyata meningkatkan P tersedia tersedia Tanah Latosol dan serapan fosfor (P) tanaman jagung.
3. Pemberian tepung tulang takaran 4% dari bahan organik dan pemberian kompos dan pupuk kandang masing-masing 3% dari berat tanah efektif meningkatkan P tersedia Tanah Latosol dan serapan hara P tanaman Jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, S.W. 2003. *Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Sebelas Maret University Press. Surakarta
- Damanik, M.M.B., Bachtiar, E.H., Fauzi., Sariffudin dan Hanum, H. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan.
- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Tiap Horizon Profil Tanah Masam. *Jurnal Agroekotek*. 10 (1) : 45-52.
- Gomez, K.A. & A.A.Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian* Terjemahan Sjamsuddin, E. Dan Baharsyah, J.S. (Edisi kedua). UI Press. Jakarta.
- Lestari, S.U. 2015. Efikasi Dosis Pupuk Tepung Tulang Ayam terhadap Ketersediaan P dan Pertumbuhan Tanaman Sorgum pada tanah PMK. *Jurnal Agroteknologi*. 5 (2).
- Mulyanto B.S, Supriyadi dan J. Purnomo. 2015. Analisis Tanah untuk Rekomendasi Pemupukan Pada Budidaya Jagung, Padi dan Ketela Pohon. *Journal of Sustainable Agriculture*. 30 (2).
- Permentan. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/Sr.140/10/2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenah Tanah.
- Rahayu, H. 2009. Pengaruh Penambahan Dosis Bahan Organik dan Dolomit terhadap Ketersediaan dan Serapan P dengan Indikator Tanaman Kacang Tanah pada Tanah Tanah Latosol. *Jurnal Sains Tanah* 2 (1).
- Rasyaf M. 2002. *Bahan Makanan Unggas di Indonesia*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Rusmana D., R. Wiradimadja, F.A. Noor, I. Mayasaroh dan W. Winarsih. 2016. Special Bone Meal Produk Hidrolisis Alkali Pada Tulang Ayam. *Jurnal Ziraa'ah*. 41(3).
- Sanchez, P.A. 1992. *Properties and Management of Soils in The Tropics*. John Wiley. New York.
- Sari M.N., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Jurnal Tanah dan Lahan*. 1(1).
- Suprpto & Marzuki. 2005. *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung*. Universitas Sumatera Utara Press. Sumatera Utara.
- Syafruddin, F., dan M. Akil. 2015. Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung. Available at: <https://syaf.com/20157/Pengelolaan-hara-pada-tanaman/>.