

SKRIPSI
PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN BATUAN
FOSFAT ALAM (BFA) TERHADAP KETERSEDIAAN PHOSPHATE (P)
TANAH LATOSOL

Disusun oleh :

SYAILENDRA ARYA WICAKSANA

NIM :134140140



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

2021

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN BATUAN
FOSFAT ALAM (BFA) TERHADAP KETERSEDIAAN PHOSPHATE (P)
TANAH LATOSOL**

SKRIPSI

**Skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta**

Oleh:

Syailendra Arya Wicaksana

134140140



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

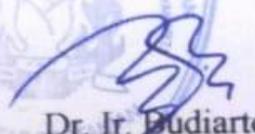
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dan Batuan Fosfat Alam (BFA) Terhadap Ketersediaan Phosphate (P) Tanah Latosol
Nama Mahasiswa : Syailendra Arya Wicaksana
Nomor Mahasiswa : 134140140
Program Studi : Agroteknologi

Menyetujui :

	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I Ir. Didi Saidi, M.Si		22/2/2021
Pembimbing II Dr. Ir. Miseri Roeslan Afany, MP.		22/2/2021
Penelaah I Dr. Ir. Djoko Mulyanto, MP.		2/3/21
Penelaah II Ir. Lelanti Peniwiratri, MP.		26/2/2021

Fakultas Pertanian
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Dekan


Dr. Ir. Budiarto, M.P.

NIP. 19620418 199003 1 002

Tanggal : 09 MAR 2021

PERNYATAAN

Saya dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini yang berjudul “Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Alam (BFA) Terhadap Ketersediaan P Tanah Latosol” adalah karya penelitian saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Perguruan Tinggi lain. Saya juga menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam Skripsi ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Apabila pernyataan saya ini terbukti tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Januari 2021
Yang Membuat Pernyataan

Syailendra Arya Wicaksana
NIM 134140140

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bendan, Kota Pekalongan, Jawa Tengah pada tanggal 17 Februari 1997. Saat menulis Skripsi ini, penulis berumur 23 tahun. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Sasmitono dan Ibu Dian Nusawati. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas di Kecamatan Batang, Kabupaten Batang Jawa Tengah. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta Fakultas Pertanian, Jurusan Agroteknologi. Penulis selama menempuh pendidikan pernah mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa UPN “Veteran” Yogyakarta dan pernah menjadi anggota sie perlengkapan pada kegiatan Orientasi mahasiswa pada tahun 2017.

Penulis menyelesaikan Kuliah Kerja Profesi (KKP) di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN) Pati Jawa Tengah selama 2 bulan pada tahun 2017. Kemudian penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler angkatan 63 tahun 2017 selama 1 bulan di Dusun Kloposawit, Desa Girikerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Yogyakarta

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN BATUAN FOSFAT ALAM (BFA) TERHADAP KETERSEDIAAN PHOSPHATE (P) TANAH LATOSOL

Oleh : Syailendra Arya Wicaksana
Dibimbing oleh : Didi Saidi dan Miseri Roeslan Afany

ABSTRAK

Latosol yang tersebar di Indonesia terkendala di P tersedia, yang dapat diatasi dengan aplikasi batuan fosfat dan pupuk kandang sapi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat terhadap P tersedia Latosol. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan, faktor pertama adalah dosis batuan fosfat dengan 4 taraf yaitu 0 kg/ha; 200 kg/ha; 400 kg/ha dan 600 kg/ha. Faktor kedua adalah dosis pupuk kandang sapi dengan 3 taraf yaitu 0 ton/ha, 10 ton/ha dan 20 ton/ha. Parameter pendahuluan meliputi pH tanah, C-Organik, KPPT, dan P tersedia. Parameter yang diamati pada pupuk kandang sapi yaitu pH H₂O, C-Organik, humat fulvat dan P tersedia. Sedangkan pada batuan fosfat alam meliputi pH H₂O, C-Organik, Kemampuan Penyemat Fosfat Tanah (KPPT) dan P tersedia sedangkan parameter setelah perlakuan meliputi pH H₂O, C-Organik, KPPT, dan P tersedia. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan data pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dengan dilanjutkan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Penelitian menunjukkan hasil pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap pH H₂O, C-organik, KPPT dan P tersedia. Tetapi, cenderung memberikan peningkatan pada parameter KPPT dan P tersedia. Aplikasi batuan fosfat berpengaruh nyata terhadap pH H₂O dan P tersedia, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap C-Organik dan KPPT. Pemberian batuan fosfat alam cenderung memberikan peningkatan pada pH H₂O, KPPT dan P tersedia. Pemberian pupuk kandang sapi dengan batuan fosfat berpengaruh nyata terhadap pH H₂O, namun tidak berpengaruh nyata terhadap C – Organik, P tersedia dan Kemampuan Penyemat Fosfat Tanah (KPPT). Terdapat adanya interaksi setelah pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat pada pH H₂O tetapi tidak terdapat interaksi pada C-Organik, KPPT dan P tersedia. Pemberian Pupuk Kandang sapi 20ton/hektar dan Batuan fosfat alam 600kg/hektar memberikan hasil terbaik pada parameter kemampuan penyemat fosfat tanah (KPPT).

Kata Kunci : Batuan fosfat, Ketersediaan P, Latosol, Pupuk kandang sapi

***THE EFFECT OF ADDING COW MANURE AND NATURAL PHOSPHATE
ROCKS (BFA) TO THE AVAILABLE OF PHOSPHATE (P) IN
LATOSOL SOIL***

By Syailendra Arya Wicaksana
Supervised by Didi Saidi and Miseri Roeslan Afany

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of cow manure and rock phosphate on available P latosol. This research was conducted at the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, UPN "Veteran" Yogyakarta. This research method uses factorial Completely Randomized Design (CRD) with 2 factors and 3 replications, the first factor is the doses of phosphate rock with 4 levels, namely 0 kg / ha; 200 kg / ha; 400 kg / ha and 600 kg / ha. The second factor is the doses of cow manure with 3 levels, namely 0 tonnes / ha, 10 tonnes / ha and 20 tonnes / ha. Preliminary parameters including soil pH, C-Organic, KPPT, and P available. The parameters observed in cow manure were pH H₂O, C-Organic, humic fulvic and P available. Meanwhile, natural phosphate rock includes pH H₂O, C-Organic, Ability to Embed Soil Phosphate (KPPT) and P available, while the parameters after treatment include pH H₂O, C-Organic, KPPT, and P available. To determine the effect of the treatment, the observation data were analyzed by variance Analysis (ANOVA) and continued using the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the 5% level. The research showed that cow manure had no significant effect on pH of H₂O Latosol, P available, and KPPT, and C-Organic but increased on KPPT and P available. The application of rock phosphate effect significantly to pH of H₂O Latosol and P available, but had no effect on the C-Organic and KPPT but application of rock phosphate tends to give an increase on the pH of H₂O Latosol, KPPT and P available. The application of cow manure with rock phosphate had a significant effect on pH of H₂O, but had no significant effect on C – Organic, P available and KPPT. There was an interaction after giving cow manure and rock phosphate at H₂O pH but no interaction on C-Organic, KPPT and P available. Application of cow manure 20tons/hectare and rock phosphate 600kg/hectare gave the best result on soil phosphate embedding capability.

Keywords: rock phosphate, P available, Latosol, cow manure

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dan Batuan Fosfat Alam (BFA) Terhadap Ketersediaan P Tanah Latosol”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program strata-1 di Fakultas Pertanian, Program Studi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Budiarto selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
2. Ir. Didi Saidi, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan.
3. Dr. Ir. Miseri Roeslan Afany, MP, selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan.
4. Dr. Ir. Djoko Mulyanto, MP, selaku Dosen Penelaah I atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan.
5. Ir. Lelanti Peniwiratri, MP, selaku Dosen Penelaah II atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan.
6. Seluruh keluarga besar dan kedua orangtua yang telah memberikan motivasi dalam penulisan penelitian skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Agroteknologi 2014 yang telah membantu memberi dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa proposal ini belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Karakteristik Latosol.....	5
B. Unsur P.....	6
C. Batuan Phospat.....	7
D. Pupuk Kandang Sapi	9
BAB III. METODE PELAKSANAAN.....	11
A. Waktu dan Tempat	11
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	11
C. Metode Penelitian	12
D. Tata Laksana Penelitian	12
E. Parameter Penelitian	13
F. Analisis Data Penelitian	14

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
A. Sifat Kimia Tanah dan Pupuk Sebelum Perlakuan.....	15
B. Sifat Kimia Tanah Setelah Perlakuan	16
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
A. Kesimpulan.....	27
B. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan	12
Tabel 2. Sifat Kimia Tanah Sebelum Perlakuan	15
Tabel 3. Analisis Sifat Kimia Pupuk Kandang Sapi	15
Tabel 4. Analisis sifat kimia Batuan fosfat alam	15
Tabel 5. Pengaruh Terhadap pH H ₂ O Tanah	17
Tabel 6. Pengaruh Terhadap C-Organik Tanah	19
Tabel 7. Pengaruh Terhadap KPPT Tanah.....	21
Tabel 8. Pengaruh Terhadap P Tersedia Tanah	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Terhadap pH H ₂ O Tanah.....	17
Gambar 2. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Terhadap C-Organik Tanah.....	20
Gambar 3. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Terhadap KPPT Tanah.....	22
Gambar 4. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Terhadap P Tersedia Tanah.....	24

BAB I

PENDAHULLUAN

A. Latar Belakang

Tanah latosol merupakan jenis tanah yang banyak dijumpai di daerah tropik, tersebar di sebagian besar kepulauan Indonesia, dan merupakan tanah dominan kedua setelah tanah podsolik (Soeprattohardjo, 1975). Tanah latosol kaya seskuioksida, akan tetapi miskin unsur-unsur basa. Brady (1974) mengemukakan bahwa tanah latosol adalah tanah mineral yang kadar nitrogen dan fosfornya hampir selalu terdapat dalam jumlah yang kecil. Tanah ini memiliki masalah dengan adanya fiksasi fosfat yang tinggi karena banyak mengandung Al dan Fe, akibatnya fosfor tidak tersedia bagi tanaman. Latosol yang memiliki pH masam, dengan P-tersedia dari sangat rendah hingga rendah dan KPK rendah (Wijanarko, dkk. 2007). Unsur mikro dalam jumlah yang tinggi berpotensi meracuni tanaman.

Unsur fosfat (P) merupakan salah satu unsur esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pembentukan rambut akar dan perkembangan akar. Namun sebagian besar bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Adapun peranan fosfat bagi tanaman yaitu memperkuat tegaknya batang agar tanaman tidak mudah rebah, pembentukan bunga, buah dan biji serta memperkuat daya tahan terhadap penyakit (Hanafiah, 2005).

Penggunaan fosfat alam secara langsung mempunyai keuntungan antara lain harga setiap P_2O_5 lebih murah keuntungan lainnya adalah dapat menghemat tenaga kerja (Adiningsih et al, 1998). Fosfat alam yang berasal dari batuan beku umumnya digunakan sebagai bahan baku industri pupuk P. Sedangkan fosfat alam yang berasal dari batuan endapan atau sedimen yang mempunyai reaktivitas tinggi dapat digunakan secara langsung sebagai pupuk (Hartatik, 2011). Penggunaan batuan phospat dipilih untuk penelitian karena untuk menutupi kelemahan dari penggunaan pupuk kimia. Kelemahan utama pupuk kimia yaitu harga pupuk dari tahun ke tahun terus meningkat.

Selain itu menurut Muller (1985) pada tanah masam P dari pupuk kimia yang larut air akan sangat cepat menurun efektivitasnya.

Pupuk organik banyak mengandung unsur hara makro dan mikro yang diperlukan oleh tanaman. Salah satunya adalah unsur hara fosfor. Unsur hara fosfor sangat diperlukan oleh tanaman namun tidak mudah tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan karena unsur hara fosfor terdapatnya dalam bentuk senyawa kompleks yang sulit untuk didegradasi. Tanaman menyerap unsur fosfor (P) dari tanah dalam bentuk ion fosfat terutama H_2PO_4^- yang terdapat di dalam tanah (Basriman, 2011; Praja, 2011).

Unsur P merupakan unsur hara makro utama bagi tanaman selain N dan K. Unsur P berperan penting pada proses fotosintesis, metabolisme karbohidrat, dan proses transfer energi dalam tubuh tanaman. Permasalahan utama dari unsur P ini adalah ketersediaannya yang rendah sampai sangat rendah di tanah, karena adanya fiksasi oleh anasir penjerap P seperti Al^{3+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} (Handayani dan Ernita, 2008).

Pupuk fosfat pada prinsipnya endapan fosfat alam dari batuan yang mengandung fosfat, Fe dan tulang binatang (Purbajanti, 2013). Fosfat memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Fosfat sebagai pengatur metabolisme fotosintesis dan metabolisme karbohidrat dalam tanaman, dimana dianggap sebagai faktor pembatas pertumbuhan (Lukiwati et al., 2012). Pupuk sumber fosfat dapat diperoleh dari beberapa sumber, misalnya SP-36 yang beredar dipasaran dengan harga cukup tinggi dan batuan fosfat (BP). SP-36 merupakan pupuk sumber P yang berasal dari BP tetapi telah direaksikan dengan asam fosfat. Sifat SP36 yang sudah larut air menjadikan keunggulan pupuk tersebut, tetapi harga yang mahal mengurangi keuntungan petani. BP sebagai bahan dasar pembuatan SP36 sebenarnya dapat diterapkan pada lahan pertanian, tetapi diperlukan perlakuan khusus sebelum penerapan agar kelarutan dalam air meningkat. Penggunaan pupuk P-alam sebagai sumber fosfat sebagai pupuk P alternatif. Penggunaan yang langsung

diberikan pada tanah tidak begitu dianjurkan karena sifat batuan fosfat alam yang tidak larut air (Tuherkih dan Dariah, 2009).

Penambahan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Hasil dekomposisi bahan organik yang berupa asam-asam organik dapat membentuk ikatan khelasi dengan ion Al dan Fe sehingga dapat menurunkan kelarutan ion Al dan Fe, maka dengan begitu ketersediaan P menjadi meningkat. Asam-asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik juga dapat melepaskan P yang terjerap sehingga ketersediaan P meningkat (Nurhayati et al 1986).

Menurut Bhatti et al. (1998), asam-asam organik sederhana seperti asam oksalat merupakan salah satu senyawa penting dalam proses pelepasan jerapan P. Mekanisme asam oksalat dalam meningkatkan ketersediaan P, dapat dengan menggantikan P yang terjerap melalui pertukaran ligan pada permukaan Al dan Fe oksida. Selain itu juga dapat dengan melalui pelarutan permukaan logam oksida dan melepaskan P yang terjerap, serta dapat juga melalui pengkompleksan Al dan Fe pada larutan, lalu mencegah pengendapan ulang dari senyawa P-logam dan penjerapan P oleh Al dan Fe.

Pemilihan pupuk kandang sapi dikarenakan di dalam pupuk kandang sapi terdapat asam-asam organik yang mampu untuk menggantikan posisi P pada tanah yang sebelumnya diikat oleh senyawa Al dan Fe menjadi mudah tersedia bagi tanaman. Selain itu, dalam pupuk kandang sapi terkandung urin serta abu bekas pembakaran yang bersifat basa sehingga mampu menaikkan pH tanah latosol yang tergolong dalam kategori agak masam.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pupuk kandang sapi terhadap P Latosol?
2. Bagaimana pengaruh Batuan Fosfat (BFA) terhadap P Latosol?
3. Bagaimana pengaruh interaksi pupuk kandang sapi dan batuan fosfat terhadap P Latosol?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap ketersediaan P Latosol.
2. Mengetahui pengaruh pemberian Batuan Fosfat Alam (BFA) terhadap ketersediaan P Latosol.
3. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan Batuan Fosfat Alam (BFA) terhadap ketersediaan P Latosol.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber informasi tentang penggunaan batuan phospat dengan penambahan pupuk kandang sapi untuk memperbaiki ketersediaan phospat pada tanah latosol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Latosol

Latosol adalah kelompok tanah yang mengalami proses pencucian dan pelapupuk kandang lanjut, perbedaan horizon tidak jelas, dengan kandungan mineral primer dan hara rendah, pH rendah 4.5 – 5.5, kandungan bahan organiknya relatif rendah, konsistensinya gembur, stabilitas agregat tinggi, terjadi akumulasi seskuioksida dan pencucian silika. Warna tanah merah, coklat kemerah-merahan atau kekuning-kuningan atau kuning tergantung dari komposisi bahan induk, umur tanah, iklim dan elevasi.

Latosol di Indonesia merupakan tanah mineral yang berbahan induk tufa vulkan, bahan vulkan intermedier dan basa, mempunyai kedalaman solum setebal 1.5 –10 m, menyebar pada ketinggian 10 – 1000 m diatas permukaan laut dengan topografi bergelombang, berbukit atau bergunung, mempunyai horison terselubung, warna merah sampai kuning, bertekstur liat, struktur remah sampai gumpal dan berkonsistensi gembur (Dudal dan Soeprahardjo, 1975).

Dominsai mineral liat kelompok kaolinit pada Latosol memungkinkan terbentuknya struktur remah, karena kaolinit memiliki sifat plastisitas dan kohesi sangat rendah. Plastisitas dan kohesi yang sangat rendah ini merangsang drainase dalam yang sangat baik, sehingga memungkinkan pengolahan tanah dilakukan setelah hujan lebat tanpa menyebabkan kerusakan sifat fisik yang berat.

Kandungan silika yang rendah, seskuioksida tinggi dan kandungan Al dan Fe tinggi pada Latosol menyebabkan fosfat mudah terikat dan membentuk senyawa Al-P dan Fe-P sehingga ketersediaan P dalam tanah rendah atau kurang tersedia bagi tanaman. Sifat lain dari Latosol adalah kapasitas tukar kation rendah. Hal ini sebagian disebabkan oleh kadar bahan organik yang rendah dan sebagian oleh sifat liat hidro-oksida (Soepardi, 1983).

B. Unsur P

Ketersediaan fosfat sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu pH tanah, ion Fe, Al, Mn larut, ketersediaan Ca, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik. Tingkat keasaman (pH), bahan organik tanah, dan bahan induk dapat mempengaruhi ketersediaan P dalam tanah (Kuswandi, 1993). Tanah di Indonesia umumnya bersifat masam, dimana kelarutan unsur Fe, Al yang tinggi akan mengikat P menjadi senyawa Al-P dan Fe-P yang merupakan bentuk P tidak tersedia. Selain itu bahan organik tanah juga mempengaruhi ketersediaan P karena apabila jumlah bahan organik dalam tanah rendah, maka ketersediaan P juga menjadi rendah, karena bahan organik merupakan salah satu sumber P yang dapat meningkatkan ketersediaan P. Sedangkan bahan induk merupakan sumber P yang alami, karena bahan induk merupakan pembentuk tanah (Tan, 1982).

Fosfat di dalam tanah terdapat dalam bentuk fosfat anorganik dan fosfat organik. Bentuk anorganiknya berupa senyawa-senyawa Ca-fosfat, Fe-fosfat dan Al-fosfat. Fosfat organik mengandung senyawa-senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroba dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid dan fitin. Materi organik yang berasal dari sampah tanaman mati dan membusuk kaya akan sumber-sumber fosfat organik. Sedangkan fosfor anorganik ditentukan oleh faktor pH tanah, ion Fe, Al, dan Mn larut (Sutedjo, 1996).

Ketersediaan P dapat ditingkatkan melalui tindakan budidaya, antara lain dengan penambahan bahan organik, pengapuran, pemberian pupuk, dan bioteknologi (Aisyah D.S., 1992). Penambahan bahan organik menghasilkan senyawa organik di dalam tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan P melalui pembentukan kompleks organo-fosfat yang mudah diasimilasi oleh tanaman, penggantian anion H_2O pada tapak adsorpsi, penyelimutan oksida Fe / Al oleh humus yang membentuk suatu lapisan pelindung dan mengurangi adsorpsi P, serta meningkatkan jumlah P organik yang dimineralisasi menjadi P anorganik (Tisdale, dkk 1993).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfor dalam tanah menurut Winarso (2005) adalah :

1. Tipe liat

Fiksasi P akan lebih kuat pada liat tipe 1: 1 daripada tipe 2 : 1. Tipe liat 1 : 1 yang banyak mengandung kaolinit lebih kuat mengikat P. Disamping itu oksida hidrous dari Al dan Fe pada tipe liat 1 : 1 juga ikut menjerap P.

2. Reaksi tanah

Ketersediaan dan bentuk-bentuk P di dalam tanah sangat erat hubungannya dengan kemasaman (pH) tanah. Pada kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH antara 5,5 – 7. Ketersediaan P akan menurun bila pH tanah lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7. Adsorpsi P dalam larutan tanah oleh Fe dan Al oksida dapat menurun apabila Ph meningkat. Apabila kemasaman makin rendah (pH makin tinggi) ketersediaan P juga akan berkurang oleh fiksasi Ca dan Mg yang banyak pada tanah- tanah alkalin. P sangat rentan untuk diikat baik pada kondisi masam maupun alkali (Winarso, 2005).

Semakin lama antara P dan tanah bersentuhan, semakin banyak P terfiksasi. Dengan waktu Al akan diganti oleh Fe, sehingga kemungkinan akan terjadi bentuk Fe –P yang lebih sukar larut jika dibandingkan dengan Al –P (Winarso, 2005).

C. Batuan Phospat

Fosfat alam merupakan sumber pupuk P yang efektif dan murah serta dapat meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman, hanya saja kualitas pupuk fosfat alam sangat bervariasi tergantung pada kandungan P_2O_5 . Oleh karena itu, penggunaan fosfat alam secara langsung perlu memperhatikan kadar P_2O_5 total dan tersedia serta reaktivitasnya (Hartatik, 2011).

Di alam terdapat sekitar 150 jenis mineral fosfat dengan kandungan P sekitar 1-38% P_2O_5 . Sebagian fosfat alam ditemukan dalam bentuk apatit. Pada umumnya deposit fosfat alam berasal dari batuan sedimen dalam bentuk karbonat fluorapatit yang disebut francolite $(Ca_{10-x-y}Na_xMg_y(PO_4)_6$

$z(\text{CO}_3)_z\text{F}_{0,4z}\text{F}_2$), sedangkan deposit berasal dari batuan beku dan metamorfik biasanya dalam bentuk fluorapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) dan hidroksi apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Adapun deposit yang berasal dari ekskresi burung dan kelelawar (guano) umumnya ditemukan dalam bentuk karbonat hidroksi apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4,\text{CO}_3)_6(\text{OH})_2$). Mineral lain seperti kuarsa, kalsit, dan dolomit umumnya juga ditemukan dalam mineral apatit sebagai secondary mineral.

Selain fosfat dan karbonat, di dalam batuan fosfat alam terkandung berbagai unsur seperti Ca, Mg, Al, Fe, Si, Na, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cd, Hg, Cr, Pb, As, U, V, F, Cl. Unsur utama di dalam fosfat alam antara lain P, Al, Fe, dan Ca. Secara kimia, fosfat alam dapat dikategorikan menjadi fosfat alam dengan dominasi Ca-P atau Al-P dan Fe-P sedangkan unsur lain merupakan unsur ikutan yang bermanfaat dan sebagian lain kurang bermanfaat bagi tanaman. Unsur ikutan yang perlu diwaspadai adalah kandungan xv logam berat yang cukup tinggi dalam fosfat alam, seperti Cd, Cr, Hg, Pb, dan U (Kasno a, dkk. 2012).

Pupuk fosfat alam berasal dari batuan fosfat yang digiling halus sehingga dapat langsung digunakan sebagai pupuk. Fosfat alam berasal dari proses geokimia yang terjadi secara alami, yang biasa disebut deposit batuan fosfat. Batuan fosfat dapat ditemukan di alam sebagai batuan endapan atau sedimen, batuan beku, batuan metamorfik, dan guano. Fosfat alam yang berasal dari batuan beku umumnya digunakan sebagai bahan baku industri pupuk P. Sedangkan fosfat alam yang berasal dari batuan endapan atau sedimen yang mempunyai reaktivitas tinggi dapat digunakan secara langsung sebagai pupuk (Hartatik, 2011).

Pada umumnya kekahatan P pada lahan demikian diatasi dengan pemberian P-pupuk kimia yang larut air. Kelemahan utama cara ini adalah harga pupuk kimia dari tahun ke tahun terus meningkat; selain itu menurut Muller (1985) pada tanah masam P dari pupuk kimia yang larut air akan sangat cepat menurun efektivitasnya, terutama apabila sebelumnya tidak dikapur. Fosfat alam (FA) mempunyai prospek yang baik untuk menggantikan pupuk kimia, karena harganya lebih murah, mempunyai

efektivitas relatif sama atau bahkan lebih baik dari TSP dan menghemat energi serta ramah terhadap lingkungan karena tidak perlu melalui proses industri untuk mengubah FA menjadi TSP. Selain itu FA juga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah terutama karena mengandung Ca dan Mg serta beberapa unsur mikro seperti Fe, Cu, dan Zn yang relatif lebih tinggi daripada pupuk P kimia.

D. Pupuk Kandang Sapi

Telah lama diketahui bahwa kotoran ternak dapat bermanfaat bagi tanaman digunakan sebagai pupuk kandang yang umumnya dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pembenahan tanah. Pupuk kandang berbentuk cair, yang berupa urine dan padat yang berupa kotoran ternak. Kandungan unsur hara dalam kotoran ternak yang penting untuk tanaman antara lain unsur makro nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dan unsur mikro kalsium, magnesium, tembaga, borium, dll. Ketiga unsur diatas yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman, karena masing – masing memiliki fungsi yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman (Sutejo,1987).

Pupuk kandang merupakan hasil limbah dari sisa pakan ternak dan kotoran ternak yang telah mengalami dekomposisi. Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari campuran kotoran ternak, urin, dan sisa pakan (Lukiwati et al., 2012; Purbajanti, 2013). Pemberian pupuk kandang selain dapat menambah tersedianya unsur hara, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Ari, 2007). Pupuk kandang termasuk pupuk organik mampu memperbaiki sifat fisik tanah atau kesuburan tanah tetapi lambat tersedia (Lukiwai dkk. 2012).

Penelitian tentang pupuk kandang dapat dikatakan sebagai bahan pembenah tanah, karena pemberian pupuk kandang pada tanah masam dapat memperbaiki drainase, porositas, permeabilitas benih, dan pori air tersedia (Shanti, 2009). Penggunaan pupuk kandang sebaiknya melewati proses dekomposisi agar memberikan hasil maksimal pada lahan pertanian. Pupuk kandang “plus” merupakan pupuk kandang yang ditambahkan batuan fosfat

alam (BFA) dalam proses dekomposisi. Lukiwati dkk (2012) berkesimpulan penggunaan batuan fosfat alam (BFA) yang dicampurkan dengan pupuk kandang saat dekomposisi mampu meningkatkan kelarutan P. Proses dekomposisi pada pembuatan pupuk kandang menghasilkan asam-asam organik yang dapat melarutkan P pada batuan phospat menjadi tersedia sehingga pemberian pada tanaman akan mudah terserap (Soelaeman, 2007).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2019 sampai bulan September 2019 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang dilakukan dengan percobaan pot. Sampel tanah diambil dari desa Nglanggeran Kecamatan Pathuk Kabupaten Gunungkidul Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1.1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi :

- a. Pot
- b. Sekop kecil.
- c. Timbangan.
- d. Gelas ukur
- e. Kayu
- f. Plastik

1.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian, meliputi :

- a. Contoh tanah latosol
- b. Batuan Fosfat
- c. Pupuk kandang sapi
- d. Aquades

C. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 2 faktor setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 sampel yaitu sebagai berikut

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam (BFA)			
	B0	B1	B2	B3
S0	S0B0	S1B1	S1B2	S1B3
S1	S1B0	S2B1	S2B2	S2B3
S2	S2B0	S3B1	S3B2	S3B3

Faktor pertama yaitu pupuk kandang sapi (Pristiwanto dkk, 2017) yang terdiri dari 3 taraf yaitu

$$S0 = 0 \text{ ton/ha} = 0\text{g} / \text{pot}$$

$$S1 = 10 \text{ ton/ha} = 187,5\text{g} / \text{pot}$$

$$S2 = 20 \text{ ton/ha} = 375\text{g} / \text{pot}$$

Faktor kedua yaitu Batuan Fosfat Alam (BFA) (Pristiwanto dkk, 2017) yang terdiri dari 4 taraf yaitu

$$B0 = 0 \text{ ton/ha} = 0\text{g} / \text{pot}$$

$$B1 = 200 \text{ kg/ha} = 3,75\text{g} / \text{pot}$$

$$B2 = 400 \text{ kg/ha} = 7,5\text{g} / \text{pot}$$

$$B3 = 600 \text{ kg/ha} = 11,25\text{g} / \text{pot}$$

D. Tata Laksana Penelitian

Perlakuan batuan phospat dan pupuk kandang sapi terhadap tanah latosol

1. Latosol dikering anginkan, kemudian disaring lolos mata ayakan 2 mm ditimbang seberat 4kg setara berat kering mutlak.
2. Latosol sebanyak 4kg setara berat kering mutlak dimasukkan ke dalam pot plastik.
3. Pupuk kandang sapi dikering anginkan dan diayak terlebih dahulu dengan mata ayakan 2mm.

4. Batuan fosfat alam (BFA) dikering anginkan, ditumbuk lalu diayak dengan mata ayakan 2mm.
5. Menambahkan batuan fosfat alam (BFA) dan pupuk kandang sapi sesuai takaran perlakuan ketanah dalam pot plastik dengan takaran perlakuan dan diaduk sampai merata,
6. Menambahkan air hingga pada kondisi kapasitas lapang, yaitu sebanyak 1,28 liter. Kemudian diaduk kembali hingga merata
7. Tanah yang sudah di perlakuan diinkubasi selama 60 hari dan air dipertahankan dalam kondisi kapasitas lapang dengan cara ember ditutup menggunakan karung plastik agar menjaga kelembaban dan air tidak menguap.
8. Setelah diinkubasi selama 60 hari, contoh tanah dalam pot plastik diambil untuk analisis di laboratorium.

E. Parameter Penelitian

1. Parameter Pendahuluan
 - a. pH H₂O dengan perbandingan tanah dan H₂O 1:2,5 dengan menggunakan pH meter (Afany, 2000).
 - b. C-Organik dengan metode Walkley & Black (Afany, 2000).
 - c. Kemampuan Pengikat Phospat Tanah dengan metode Spektrofotometry (Afany,2000)
 - d. P tersedia dengan metode Bray (Afany, 2000).
2. Parameter Pupuk kandang sapi
 - a. C-Organik dengan metode Walkley & Black (Afany, 2000).
 - b. pH H₂O dengan perbandingan bahan dan H₂O 1:2,5 dengan menggunakan pH meter (Afany, 2000)
 - c. P total dengan metode Destruksi basah pengekstrak H₂SO₄ dan H₂O₂ (Afany, 2000)
 - d. Humat Fulvat dengan ekstraksi NaOH dan Analysis C metode Walkly and Black (Afany, 2000)

3. Parameter Batuan Fosfat
 - a. pH H₂O dengan menggunakan pH meter (Afany, 2000).
 - b. P Total dengan metode spektrofotometry (Afany,2000)
4. Parameter setelah perlakuan
 - a. pH H₂O dengan perbandingan tanah dan H₂O 1:2,5 dengan menggunakan pH meter (Afany, 2000).
 - b. C-Organik dengan metode Walkley & Black (Afany, 2000).
 - c. Kemampuan Pengikat Phospat Tanah dengan metode Spektrofotometry (Afany,2000)
 - d. P tersedia dengan metode Bray (Afany, 2000).

F. Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil laboratorium kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*), dan untuk mengetahui berbeda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test / DMRT*) pada jenjang 5% (Soemartono, 1985).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Kimia Tanah dan Pupuk Sebelum Perlakuan

Beberapa sifat kimia sampel tanah dari Dusun Karang Sari, Desa Nglangeran, Kecamatan Pathuk, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tabel

Tabel 2. Sifat Kimia Tanah Sebelum Perlakuan

Parameter	Hasil	Harkat
pH H ₂ O	6.0	Agak Masam
C-Organik (%)	0.18	Sangat Rendah
Kemampuan Pengikat Phospat Tanah (ppm)	1086.35	
P Tersedia Bray (ppm)	2.053	Sangat rendah

Harkat menurut Landon, (1984)

Tabel 3. Kandungan pupuk kandang sapi

Parameter	Hasil
pH H ₂ O	8.1
Kadar C-Organik (%)	25
Kadar (Humat + fulvat) (%)	9.5
P Total (%)	0.37

Tabel 4. Analisis sifat kimia Batuan fosfat alam

Parameter	Hasil
pH H ₂ O	6.0
P Total (% P ₂ O ₅)	20.7

Hasil analisis tanah di lokasi penelitian yang tidak diberi perlakuan menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki kadar C – Organik yang

sangat rendah yaitu sebesar 0.18% yang termasuk dalam harkat sangat rendah. Secara umum, bahan organik tanah memiliki peranan yang penting dalam siklus karbon dan hara serta perubahan pH tanah (Wang et al., 2013). Nilai pH (H₂O) sebesar 6.0 dan tergolong ke dalam pH tanah yang agak masam. Tanah tersebut memiliki nilai Kemampuan Pengikat Phospat Tanah yang tergolong tinggi sebesar 1086.35 ppm karena pada tanah latosol mengandung oksida Al dan Fe serta memiliki pH yang relatif masam. Sedangkan Hasil analisis pada tanah asli di lokasi penelitian memiliki nilai P tersedia sebesar 2.053 ppm.

Setelah melakukan analisis pada pupuk kandang sapi dan batuan phospat alam, hasil analisis pupuk kandang memiliki C-Organik sebesar 25%, dengan pH H₂O 8.1. pH yang tergolong agak alkalis dan diharapkan mampu untuk memperbaiki nilai pH tanah latosol yang agak masam. Pupuk kandang tersebut memiliki kadar humat+fulfat sebesar 9.5 dan P total 0.37%. Dengan hasil analisis tersebut sudah memenuhi persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah SK Mentan no: 28/Permentan/SR.130/B/2009 dan dapat diaplikasikan ke tanah. Kandungan P total dengan nilai 20,7% yang termasuk dalam mutu B berdasarkan syarat mutu pupuk fosfat alam pertanian SNI 02-3776-2005. Batuan phospat alam yang di analisis memiliki pH H₂O yang agak masam sebesar 6,0. Tetapi, kemampuan meretensi fosfat tergolong rendah dengan nilai sebesar 910.2 ppm

B. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat alam Terhadap Ketersediaan P Tanah Latosol

Pengaruh Pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam terhadap ketersediaan P tanah latosol dapat diamati dari parameter kimia tanah latosol diantaranya : pH (H₂O), KL, C- organik, KPPT, P larut air.

1. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Alam Terhadap pH (H₂O) Tanah Latosol

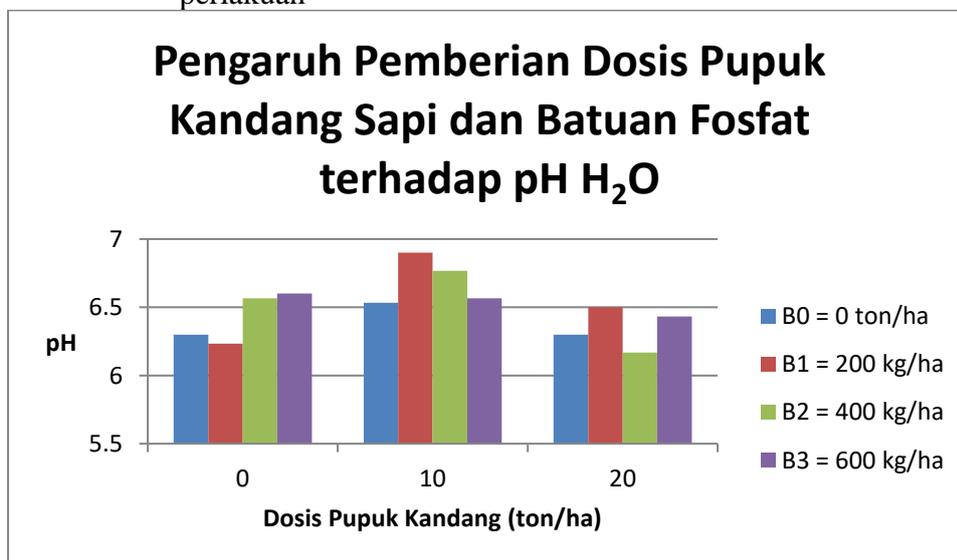
Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH (*potential of hydrogen*). Nilai pH

menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Selain ion H^+ dan ion-ion lain di dalam tanah ditemukan pula ion OH^- yang jumlahnya berbanding terbalik dengan ion H^+ . Apabila kandungan H^+ dan OH^- adalah sama, maka tanah bereaksi netral (Hardjowigeno 2003). Rerata pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam terhadap pH tanah disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 5. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam terhadap pH (H_2O) tanah latosol

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
S0	6.2 cde	6.23 de	6.56 abcd	6.6 abc	6.39
S1	6.53 bcd	6.9 a	6.76 ab	6.56 abcd	6.69
S2	6.2 cde	6.5 bcde	6.16 e	6.43 bcde	6.32
Rerata	6.31	6.54	6.49	6.53	(+)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata, berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan



Gambar 1. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Batuan Fosfat terhadap pH H_2O Tanah

Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan dalam tabel 4 diketahui pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam memberikan hasil yang berbeda nyata dan terjadi interaksi antara kedua perlakuan. Pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 10 ton dan Batuan phospat alam 200kg (S1B1) memberikan peningkatan pH H₂O terbaik (Gambar 1) sesuai dengan kebutuhan tanaman akan pH (H₂O) yaitu sebesar 6,6 – 7,5. Perlakuan S1B1 mendapatkan nilai pH (H₂O) sebesar 6,9 dan berbeda dengan perlakuan kontrol (S0B0) yang hanya mendapatkan nilai pH (H₂O) sebesar 6,2. Meningkatnya pH H₂O disebabkan oleh meningkatnya kation kation Ca dan Mg hasil perombakan dari pupuk kandang sapi yang menyebabkan meningkatnya pH H₂O tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andayani dan Hayat (2005) yang mendapatkan bahwa penambahan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan pH (H₂O) karena hasil proses perombakan pupuk kandang akan melepaskan sejumlah kation-kation seperti Ca dan Mg. Selain itu, peningkatan nilai pH (H₂O) juga disebabkan karena terdapatnya proses mineralisasi senyawa N yang terlibat dalam proses dekomposisi bahan organik. Pada proses mineralisasi senyawa N, asam amino akan terombak menjadi amoniak (NH₃) dan H₂O melalui proses amonifikasi yang kemudian akan bereaksi dan menghasilkan amonium (NH₄) yang tersedia untuk tanaman dan ion OH⁻ yang dilepaskan. Kehadiran OH⁻ akan menetralkan ion H⁺ yang berada dalam larutan tanah atau yang terserap sehingga konsentrasi ion H⁺ dapat ditukar menjadi turun. Menurunnya kandungan H⁺ yang menyebabkan peningkatan nilai pH H₂O. Haynes dan Mokolobate (2001) menyatakan bahwa peningkatan pH tanah akibat pemberian bahan organik adalah melalui proses ammoniasi N-organik. Dalam proses ammoniasi N-organik dihasilkan ion OH⁻ dengan reaksi: N-organik \longrightarrow NH₄⁺ + OH⁻ sehingga menaikkan pH. Selain itu, peningkatan pH tanah juga dapat disebabkan karena bahan organik yang terdekomposisi dan termineralisasi melepaskan unsur-unsur hara termasuk basa-basa. Diduga aktifitas basa-basa tersebut mampu meningkatkan nilai

pH tanah akibat berkurangnya pengaruh asam-asam organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarief (1986) bahwa reaksi tanah yang bersifat masam yang disebabkan oleh ion H^+ pada larutan tanah dapat dikurangi dengan menggunakan senyawa yang bersifat basa.

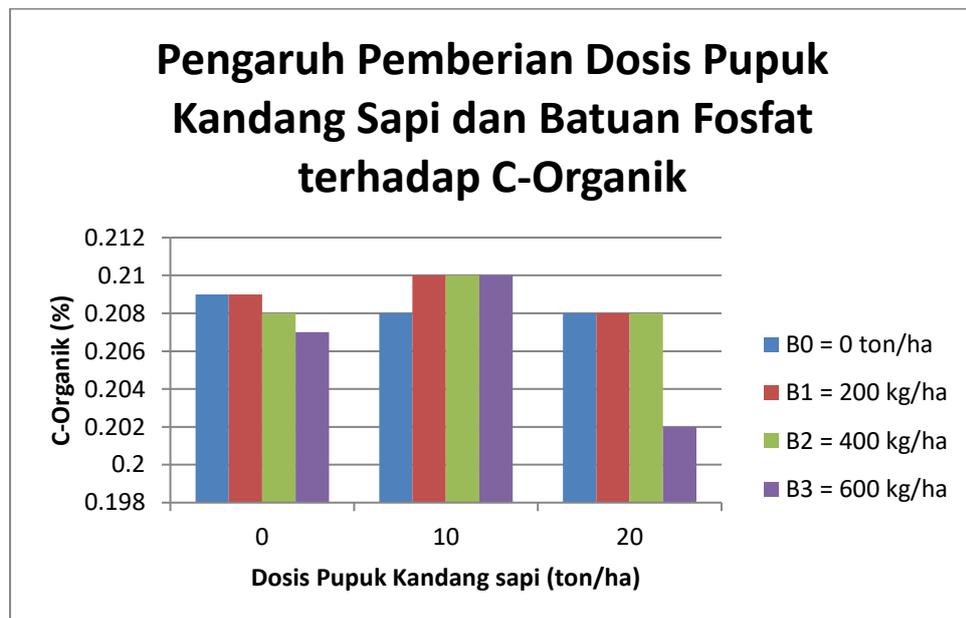
2. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfaat Alam Terhadap C- Organik Latosol

Karbon organik merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang mempunyai fungsi dan peranan sangat penting di dalam menentukan kesuburan dan produktivitas tanah melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penambahan bahan organik tanah atau karbon organik tanah merupakan salah satu usaha untuk memperbaiki tanah terdegradasi. Bahan organik tanah erat kaitannya dengan kondisi ideal tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi yang selanjutnya menentukan produktivitas suatu tanah (Wander et al, 1998). Menurut Lal, et al (2001), tanah memiliki produktivitas yang baik apabila kadar bahan organik berkisar antara 8 sampai 16% atau kadar karbon organik 4,56% sampai 9,12%. Rerata pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan Batuan phospat Alam terhadap C-organik tanah disajikan pada tabel

Tabel 6. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Alam Terhadap C organik Tanah Latosol

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
S0	0.209 a	0.209 a	0.208 a	0.207 a	0.2083 Q
S1	0.208 a	0.209 a	0.21 a	0.21 a	0.2094 Q
S2	0.208 a	0.208 a	0.207 a	0.199 a	0.2065 Q
Rerata	0.2086 W	0.2089 W	0.2087 W	0.2062 W	(-)

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 antar perlakuan



Gambar 2. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Phospat terhadap C-Organik

Dari hasil sidik ragam pada tabel 5 diketahui pemberian pupuk kandang sapi dan batuan Phospat alam tidak menunjukkan beda nyata terhadap parameter C – Organik. Sejatinya, sumbangan C-Organik yang terdapat dalam pupuk kandang sapi disebabkan oleh dekomposisi kotoran sapi yang melepaskan sejumlah senyawa karbon (C) sebagai penyusun utama dari bahan organik itu sendiri oleh karena itu penambahan pupuk kandang sapi berarti menambah kadar C-Organik pada tanah. Tetapi, hasil analisis yang sudah dilakukan menunjukkan tidak adanya kenaikan nilai C – Organik seiring dengan bertambahnya dosis pupuk kandang sapi dan batuan phospat alam. Hal tersebut bisa disebabkan karena tingkat kematangan pupuk kandang sapi sendiri yang sudah terlalu matang dan akhirnya menyebabkan kandungan C – Organik menjadi terbatas atau sedikit tersedianya bagi tanah. Dari Gambar 2 didapat data bahwa nilai C – Organik paling tinggi terdapat pada sampel tanah S1B2 dan S1B3 tetapi menurut harkat yang ada nilai tersebut jika menurut harkat PPT tergolong sangat rendah dimana pada harkat PPT nilai < 1 sudah tergolong nilai yang sangat rendah. Seperti yang sudah dikatakan diatas, nilai C organik yang

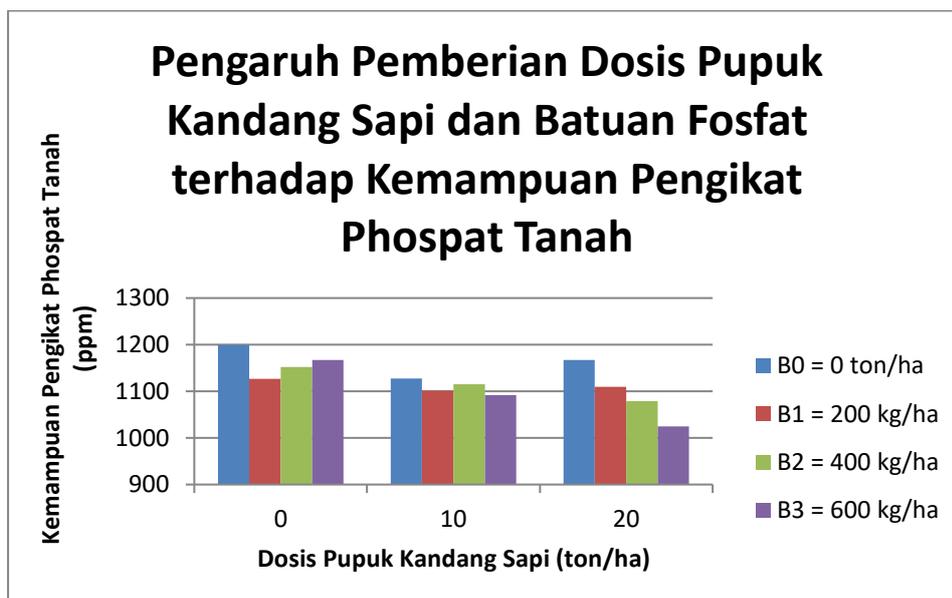
berasal dari pupuk kandang sapi terbatas dikarenakan tingkat kematangan atau yang biasa disebut proses dekomposisi pupuk kandang sapi yang bisa dikatakan tinggi yang bisa diketahui dari tabel analisis pupuk kandang sapi dengan nilai C – Organik sebesar 0,197. Karena pada dasarnya pemberian pupuk kandang sapi atau bahan organik pada dosis yang tepat dapat menambah kandungan C – Organik pada sampel tanah.

3. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfaat Alam Terhadap KPPT tanah latosol

Tabel 7. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfaat Alam Terhadap KPPT Tanah

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
S0	1199.62 a	1126.62 a	1152.40 a	1166.88 a	1161.38 Q
S1	1127.53 a	1101.66 a	1115.00 a	1092.14 a	1109.08 QR
S2	1166.95 a	1109.83 a	1078.97 a	1024.77 a	1095.13 R
Rerata	1164.70 W	1112.70 WX	1115.45 WX	1094.59 X	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata, berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antar perlakuan



Gambar 3. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Phospat terhadap Kemampuan Pengikat Phospat Tanah (KPPT)

Dari hasil sidik ragam yang telah dilakukan, didapat hasil analisis tanah untuk melihat kemampuan pengikat phosphate tanah (KPPT) pada sampel tanah yang sudah diinkubasi selama 60 hari di rumah kaca. Selain itu, aplikasi pupuk kandang sapi dan batuan phospat alam pada sampel tanah serta dilakukan penyiraman sebanyak 1x dalam waktu 2 hari. Hasil sidik ragam yang ditampilkan dalam tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam menunjukkan beda nyata dan terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Pemberian pupuk kandang sapi mempengaruhi kemampuan tanah dalam melepaskan fosfat yang terikat oleh unsur Al-Fe, karena dengan dilakukan pemberian pupuk kandang sapi maka asam asam organik pada pupuk kandang sapi berfungsi untuk mengikat unsur Al dan Fe agar fosfat yang ada di dalam tanah maupun yang akan diberikan tidak diikat oleh unsur tersebut sehingga dapat diikat oleh koloid tanah yang kemudian bisa dimanfaatkan oleh tanaman yang akan dibudidayakan pada lahan tersebut. Penurunan nilai Kemampuan Pengikat Phospat Tanah seiring dengan penambahan dosis pupuk kandang sapi dan batuan fosfat menunjukkan bahwa aplikasi pupuk berperan guna memperbaiki sifat kimia tanah yang awalnya unsur P yang

penting bagi tanah dan tanaman diikat oleh unsur Al dan Fe bisa digantikan dengan mengaplikasikan pupuk kandang sapi yang berguna untuk menggantikan peran unsur P yang diikat oleh Al dan Fe sehingga unsur P bisa mudah tersedia bagi tanah dan tanaman. Pemberian bahan organik lebih mempertimbangkan pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah karena mempunyai peranan penting seperti mencegah keracunan besi dan aluminium pada tanah yang bereaksi masam serta dapat meningkatkan ketersediaan fosfat di dalam tanah, peningkatan kadar humus di dalam tanah akan meningkatkan kapasitas tukar kation.

Dari gambar 3 dapat dilihat kedua perlakuan tersebut memiliki hasil rerata nilai Kemampuan Pengikat Phospat Tanah yang cenderung menurun seiring dengan penambahan dosis pupuk kandang sapi dan batuan phospat alam yang mana kemampuan tanah untuk meretensi atau mengikat fosfat menurun. Hal tersebut disebabkan karena dalam penambahan pupuk kandang sapi, didalamnya mengandung asam humat dan asam fulvat yang memiliki muatan negatif sehingga dapat mengikat muatan-muatan positif didalam tanah untuk menggantikan posisi fosfat didalam tanah sehingga kemampuan tanah dalam mengikat fosfat menurun yang mana fosfat yang tidak terikat oleh muatan positif tanah bisa digunakan untuk memperbaiki sifat kimia tanah dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain pupuk kandang sapi, aplikasi batuan phospat alam juga berguna untuk menambah kandungan fosfat di dalam tanah. Karena fosfat di dalam tanah sudah terikat oleh muatan-muatan positif tanah sehingga apabila dilakukan aplikasi batuan phospat alam, maka unsur-unsur P yang ada di dalam batuan fosfa alam tidak akan terfiksasi oleh muatan-muatan positif tanah.

Pada tanah asli, didapat hasil Kemampuan Pengikat Phospat Tanah dengan nilai 1086.35ppm P/kg yang mana tanah dapat meretensi fosfat tanah sebesar 1.086gram P dalam 1 kg tanah. Nilai tersebut tergolong cukup tinggi karena tidak adanya pemberian atau aplikasi pupuk kandang sapi dan batuan phospat yang dapat membuat tanah hanya meretensi fosfat

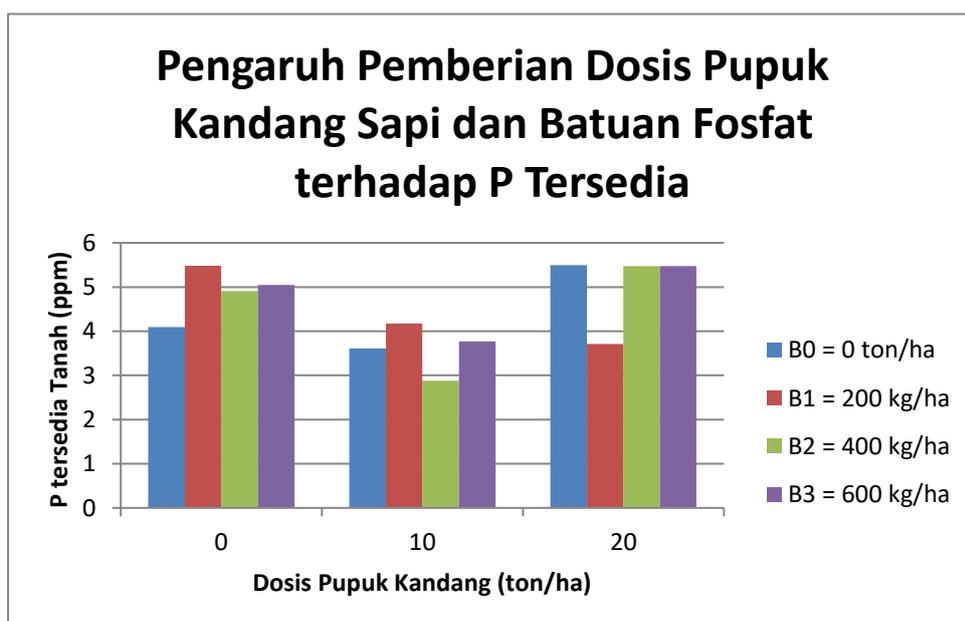
dalam jumlah yang sedikit bahkan diharapkan dengan penambahan dosis pupuk kandang sapi dan batuan fosfat bisa menghentikan fiksasi P tanah oleh senyawa oksida Al dan Fe.

4. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat Terhadap P Tersedia tanah latosol

Tabel 8. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Fosfat terhadap P tersedia

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
S0	4.073 ab	5.453 a	4.893 b	5.023 ab	4.860 R
S1	3.583 ab	4.147 ab	2.853 ab	3.747 ab	3.582 QR
S2	5.470 a	3.687 ab	5.450 ab	2.700 a	4.326 Q
Rerata	4.375 W	4.429 WX	4.398 WX	3.823X	(+)

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 antar perlakuan



Gambar 4. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Batuan Phospat terhadap P tersedia

Dari tabel sidik ragam pada tabel 7 diketahui bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan berpengaruh nyata untuk meningkatkan P tersedia, namun pemberian batuan Phospat alam tidak berpengaruh nyata terhadap nilai P tersedia. Tanah asli memiliki nilai P tersedia dengan nilai 20.53 ppm yang tergolong dalam nilai P tersedia yang sedang. Tetapi justru sampel tanah yang sudah diberi perlakuan pupuk dan pemberian air memiliki nilai P tersedia yang sangat rendah jika menurut harkat PPT. Pada dasarnya, pemberian pupuk kandang sapi berperan untuk menggantikan posisi P di dalam tanah yang terfiksasi oleh oksida Al dan Fe dengan adanya asam humat dan asam fulvat dengan muatan negatif yang akhirnya memblokir muatan positif tanah sehingga unsur P di dalam tanah diharapkan dapat tersedia bagi tanah dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Sedangkan pemberian batuan Phospat alam berguna untuk menambahkan unsur-unsur P ke dalam tanah dan bisa meningkatkan unsur P di dalam tanah. Diharapkan dengan pemberian batuan phospat alam dapat meningkatkan kandungan P tersedia pada sampel tanah yang nantinya bisa dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian unsur P tambahan ke dalam tanah tidak akan sia sia karena muatan positif pada tanah sudah difiksasi oleh asam humat dan fulvat dari pupuk kandang sapi dengan muatan negatif. Tetapi, hasil analisis yang sudah dilakukan perhitungan menyatakan bahwa nilai P tersedia tanah yang sudah diberi perlakuan cenderung sangat rendah jika dibandingkan dengan nilai P tersedia pada tanah asli yang bisa di klasifikasikan sedang. Nilai yang rendah pada tanah yang diberi perlakuan bisa jadi karena dosis pupuk yang diaplikasikan terlalu sedikit sehingga hampir tidak berpengaruh dan memiliki nilai P tersedia yang justru lebih rendah daripada nilai P tersedia pada tanah asli.

Pengaplikasian pupuk pada sampel tanah dihitung dengan perumpamaan sampel tanah akan ditanami tanaman jagung, sehingga

aplikasi pupuk berdasarkan kebutuhan pupuk per tanaman jagung pada luas lahan sebesar 1 hektar. Perhitungan dimulai dari mengetahui jumlah populasi tanaman jagung pada lahan seluas 1 hektar, kemudian jumlah pupuk per perlakuan dibagi dengan jumlah populasi tanaman jagung pada 1 hektar lahan. Hal tersebut yang menyebabkan nilai P tersedia kecil karena kebutuhan pupuk per tanaman sangat sedikit sehingga hampir tidak ada kenaikan atau bahkan memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai pada tanah asli atau tanah yang tidak diberi perlakuan seperti sampel tanah yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pemberian pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap pH H₂O, C-organik, KPPT dan P tersedia. Tetapi, cenderung memberikan peningkatan pada parameter KPPT dan P tersedia.
2. Pemberian batuan fosfat alam berpengaruh nyata terhadap pH H₂O dan P tersedia, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap C-Organik dan KPPT. Pemberian batuan fosfat alam cenderung memberikan peningkatan pada pH H₂O, KPPT dan P tersedia.
3. Pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat alam berpengaruh nyata terhadap parameter pH H₂O, namun tidak berpengaruh nyata terhadap C-Organik, P tersedia dan Kemampuan Penyemat Phospat Tanah (KPPT). Terdapat adanya interaksi setelah pemberian pupuk kandang sapi dan batuan fosfat pada pH H₂O tetapi tidak terdapat interaksi pada C-Organik, KPPT dan P tersedia. Pemberian Pupuk Kandang sapi 20ton/hektar dan Batuan fosfat alam 600kg/hektar memberikan hasil terbaik pada parameter kemampuan penyemat phospat tanah (KPPT).

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti, diperlukan penambahan variabel pengamatan terhadap parameter sifat kimia lainnya yang dilakukan agar informasi yang disajikan lebih lengkap dan akurat serta perlu dilakukan penelitian yang sama dengan bahan dan dosis yang berbeda untuk mengetahui sifat kimia tanah pada kondisi berbeda. Parameter yang perlu ditambahkan diantaranya adalah kandungan Al-dd, Fe-dd, P terjerap, Kemampuan Tukar Kation (KPK).

DAFTAR PUSTAKA

- Afany, M.R., 2000. *Analisis, Tanah, Pupuk, Air dan Jaringan Tanaman*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
- Afany, M.R., 2000. *Bahan Organik Tanah, Kontribusinya Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
- Afany, M.R., 2000. *Panduan Analisa Kimiawi Tanah, Prinsip Kerja dan Intersepinya*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
- Aisyah D. Suyono. 1992. *Prospek Sumberdaya Lahan Podsolik dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung, 18 Juli 1992. Unpad.
- Bhatti JS, Comerford NB, Johnston CT. 1998. *Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic horizon*. Dalam Mei et al. *Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al Dan Fe*. Volume 1, Nomor 1, Januari 2017, hlm. 65-71: Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Dudal, R and M. Soepraptohardjo., 1975. *Soil Classification in Indonesia*. Cont. Gen. Agr. Res.Sta. No. 148. Bogor.
- Hanafiah, A.L. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*.PT. Raja Grafindo Persada.Jakarta. 305 hal.
- Handayani, L. dan Ernita. 2008. *Pemanfaatan Jamur Pelarut Fosfat Dan Mikoriza Sebagai Alteratif Pengganti Pupuk Fosfat Pada Tanah Ultisol Kabupaten Langkat Sumatera Utara*. J. Ilmiah Pendidikan Tinggi. 1(2): 46-65.
- Hartatik, W. 2011. *Fosfat alam sumber pupuk P yang murah*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Bogor.

- Kasno. A., S Rochayati., dan BH Prasetyo, 2012. *Deposit, Penyebaran dan Karakteristik Fosfat Alam*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Kuswandi, 1993. *Pengapuran Tanah Pertanian*. Yogyakarta : Kanisius
- Lukiwati. D.R., B.A. Kristanto dan Surahmanto. 2012. *Peningkatan Produksi Jagung Manis dan Serapan Nutrisi Jerami dengan Pemupukan kandang Organik, Anorganik, dan Hayati*. Dalam Winata et al. *Kualitas Biji Sorgum Manis Varietas Numbu Dengan Pemberian Pupuk Sumber Fosfat Yang Berbeda*. Volume 7, Nomor 1, Maret 2014, hlm. 63: Jurusan Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Muller Harvey, I., JUO, A.S.R., and WILD, A., 1985. *Soil organik*. Dalam Haryanto et al 2008. *Pengaruh Pupuk fosfat Alam Pada Tanah Masam Terhadap Pertumbuhan Jagung Serta Serapan N-ZA Dan N-Urea*. Volume 4, Nomor 2, desember 2008.
- Nurhayati H, Nyakpa MY, Lubis AM, Nugroho SS, Saul MR, Diaha MA, Go Ban Hong, Bailey HH. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerja Sama Ilmu Tanah. BKS-PTN/USAID (University of Kentucky) W. U. A. E. Hal. 144-145.
- Praja, D.I. 2011. *The Miracle of Probiotics*. Diva Press. Yogyakarta. 184 hal.
- Pristiwanto, Apri A.D., A. Nugroho., dan B. Guritno. 2017. *Pengaruh Dosis Pupuk Fosfat Alam Dan Aplikasi Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (Glycine max(L.)Merill)*. Volume 5, Nomor 9, September 2017, hlm. 1490-1496: Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya: Malang
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Shanti. R. 2009. *Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pengolahan Lahan Terhadap Hasil Kacang Tanah*. Dalam Winata et al. *Kualitas Biji Sorgum Manis Varietas Numbu Dengan Pemberian Pupuk Sumber Fosfat Yang Berbeda*. Volume 7, Nomor 1, Maret 2014, hlm. 63:

- Jurusan Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Soelaeman, Y. 2007. *Efisiensi Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Ketersediaan Fosfat, Pertumbuhan dan Hasil Padi dan Jagung pada Lahan Kering dan Masam*. Dalam Winata et al. *Kualitas Biji Sorgum Manis Varietas Numbu Dengan Pemberian Pupuk Sumber Fosfat Yang Berbeda*. Volume 7, Nomor 1, Maret 2014, hlm. 63: Jurusan Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Sutedjo, M.M., Kartasapoetra, A. G., Sastroatmodjo, S. *Mikrobiologi Tanah*, 1996. PT. Rhineka Cipta, Jakarta.
- Sutedjo, Mul Mulyani. 1987. *Pengantar Ilmu tanah, Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka Cipta. Jakarta
- Tan, K. H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New York
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beat, and J.L. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. Dalam Aisyah dan Citraresmini 2010. *Komposisi Kandungan Fosfor Pada Tanaman Padi Sawah (Oryza sativa L.) Berasal Dari Pupuk P dan Bahan Organik*. Volume 12, Nomor 3, November 2010, hlm. 126-135: Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran: Bandung
- Tuherkih, E dan A, Darian. 2009. *Pemupukan kandang P-alam terhadap Tanaman Jagung pada Inceptisols*. Dalam Winata et al. *Kualitas Biji Sorgum Manis Varietas Numbu Dengan Pemberian Pupuk Sumber Fosfat Yang Berbeda*. Volume 7, Nomor 1, Maret 2014, hlm. 63: Jurusan Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Wijanarko, A., dan Sudaryono. 2008. *Pengaruh Residu SP-36 Terhadap Hasil Kedelai Di Ultisol Lampung Tengah*. Inovasi Teknologi Kacang – Kacangan dan Umbi-Umbian Mendukung Kemandirian Pangan & Kecukupan Energi hal 279-288. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Berat Tanah Kering Angin

Diketahui :

BV : 1,17 g/cm³

Kedalaman : 20 cm

Luas Tanah 1 Ha : 10⁸ cm

BTKM : 3 kg

KL Kering Angin : 12,09%

KL kapasitas lapang : 38,32%

Berat Tanah Kering Angin adalah :

$$\begin{aligned} \text{BTKA} &= \frac{100+KL}{100} \times \text{BTKM} \\ &= \frac{100+12,09}{100} \times 3 \text{ kg} \\ &= 3,36 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat Tanah Kapasitas Lapang adalah :

$$\begin{aligned} \text{BTKL} &= \frac{100+KL}{100} \times \text{BTKM} \\ &= \frac{100+38,32}{100} \times 10 \text{ kg} \\ &= 4,64 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan Air} = 4,64 - 3,36 = 1,28 \text{ liter}$$

Lampiran 2. Perhitungan Penambahan Takaran Pupuk Kandang Sapi

Luas Lahan : 100.000.000 cm²

Jarak Tanam Jagung : 25cm x 75cm = 1875 cm²

Jumlah Tanaman per

Hektar : $\frac{100.000.000 \text{ cm}^2}{1875 \text{ cm}^2} = 53.333 \text{ Tanaman}$

S₀ : 0 ton /ha

: Tanpa Pemberian Pupuk Kandang Sapi

S₁ : 10 ton /ha

: $\frac{\text{Dosis per hektar}}{\text{Jumlah tanaman}}$

: $\frac{10000 \text{ kg}}{53.333 \text{ tan}}$

: 187,5 g/emper

S₂ : 20 ton /ha

: $\frac{\text{Dosis per hektar}}{\text{Jumlah tanaman}}$

: $\frac{20000 \text{ kg}}{53.333 \text{ tan}}$

: 375 g/emper

Lampiran 3. Perhitungan Penambahan Takaran Batuan Phospat

Luas Lahan : 100.000.000 cm²

Jarak Tanam Jagung : 25cm x 75cm = 1875 cm²

Jumlah Tanaman per

Hektar : $\frac{100.000.000 \text{ cm}^2}{1875 \text{ cm}^2} = 53.333 \text{ Tanaman}$

B₀ : 0 kg/ha
: Tanpa Pemberian Batuan Phospat

B₁ : 200 kg /ha
: $\frac{\text{Dosis per hektar}}{\text{Jumlah tanaman}}$
: $\frac{200 \text{ kg}}{53.333 \text{ tan}}$
: 3,75 g/ember

B₂ : 400 kg / ha
: $\frac{\text{Dosis per hektar}}{\text{Jumlah tanaman}}$
: $\frac{400 \text{ kg}}{53.333 \text{ tan}}$
: 7,5 g/ember

B₃ : 600 kg / ha
: $\frac{\text{Dosis per hektar}}{\text{Jumlah tanaman}}$
: $\frac{600 \text{ kg}}{53.333 \text{ tan}}$
: 11,25 g/ember

Lampiran 4. Plot Tata Letak Sampel

$S_0B_2U_I$	$S_0B_2U_I$	$S_1B_0U_I$	$S_0B_3U_{II}$	$S_1B_0U_{II}$	$S_0B_1U_{III}$
$S_1B_2U_{II}$	$S_0B_0U_{II}$	$S_1B_1U_I$	$S_2B_2U_{III}$	$S_1B_1U_{II}$	$S_2B_2U_{III}$
$S_1B_3U_{II}$	$S_1B_1U_I$	$S_1B_0U_{III}$	$S_1B_1U_{III}$	$S_2B_2U_I$	$S_2B_1U_I$
$S_0B_0U_I$	$S_1B_3U_{III}$	$S_2B_0U_{III}$	$S_2B_3U_{II}$	$S_0B_1U_I$	$S_1B_3U_I$
$S_0B_3U_{III}$	$S_2B_0U_I$	$S_0B_0U_{III}$	$S_0B_2U_{III}$	$S_2B_2U_{II}$	$S_2B_0U_{II}$
$S_1B_2U_{III}$	$S_2B_3U_I$	$S_0B_3U_I$	$S_0B_1U_{II}$	$S_2B_3U_{III}$	$S_2B_1U_{III}$

Lampiran 5. ANOVA pH H₂O Tanah

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
S0	6.300	6.233	6.567	6.600	25.700	6.425
S1	6.533	6.900	6.767	6.567	26.767	6.692
S2	6.300	6.500	6.167	6.433	25.400	6.350
Total	19.133	19.633	19.500	19.600	77.867	
Rerata	6.378	6.544	6.500	6.533		6.489

SR	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	keterangan
Ulangan	2	0.013889	0.006944	0.202952	3.44	5.72	tidak beda nyata
Kombinasi perlakuan	11	1.689722	0.153611	4.489299	2.26	3.18	Sangat beda nyata
S	2	0.862222	0.431111	12.59926	3.44	5.72	Sangat beda nyata
B	3	0.231944	0.077315	2.259533	3.05	4.82	tidak beda nyata
S x B	6	0.595556	0.099259	2.900861	2.55	3.76	beda nyata
Galat	22	0.752778	0.034217				
Total	35	2.456389					

Lampiran 6. DMRT pH H₂O Tanah

Interaksi Pupuk Kandang dan Batuan Fosfor Alam

R alfa		3.437	3.427	3.414	3.398	3.379	3.355	3.326	3.288	3.239	3.173	3.08	2.933	
Sd		0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	0.151035	
SSD		0.367063	0.365995	0.364607	0.362898	0.360869	0.358306	0.355209	0.35115	0.345917	0.338869	0.328937	0.313237	
Perlakuan		B2S2	B1S0	B0S2	B0S0	B3S2	B1S2	B0S1	B2S0	B3S1	B3S0	B2S1	B1S1	
	Rerata	6.17	6.23	6.30	6.30	6.43	6.50	6.53	6.57	6.57	6.60	6.77	6.90	
B1S1	6.90	0.73	0.67	0.60	0.60	0.47	0.40	0.37	0.33	0.33	0.30	0.13	0.00	a
B2S1	6.77	0.60	0.53	0.53	0.47	0.33	0.27	0.23	0.20	0.20	0.17	0.00		b
B3S0	6.60	0.43	0.37	0.30	0.30	0.17	0.10	0.07	0.03	0.03	0.00			c
B3S1	6.57	0.40	0.33	0.27	0.27	0.13	0.07	0.03	0.00	0.00				d
B2S0	6.57	0.40	0.33	0.27	0.27	0.13	0.07	0.03	0.00					
B0S1	6.53	0.37	0.30	0.23	0.23	0.10	0.03	0.00						
B1S2	6.50	0.33	0.27	0.20	0.20	0.07	0.00							e
B3S2	6.43	0.27	0.20	0.13	0.13	0.00								
B0S0	6.30	0.13	0.07	0.00	0.00									
B0S2	6.30	0.13	0.07	0.00										
B1S0	6.23	0.07	0.00											
B2S2	6.17	0.00												
		E	de	cde	cde	Bcde	bcde	Bcd	abcd	Abcd	abc	ab	a	

Lampiran 7. ANOVA C-Organik Tanah

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
S0	0.209	0.209	0.208	0.207	0.833	0.2083
S1	0.208	0.210	0.210	0.210	0.838	0.2094
S2	0.208	0.208	0.208	0.202	0.826	0.2065
Total	0.626	0.627	0.626	0.619	2.497	
Rerata	0.2086	0.2089	0.2087	0.2062		0.2081

SR	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	keterangan
Ulangan	2	0.000070	3.475E-05	1.509378	3.44	5.72	tidak beda nyata
Kombinasi perlakuan	11	0.000281	2.55455E-05	1.109576	2.26	3.18	tidak beda nyata
S	2	8.51667E-05	4.25833E-05	1.849622	3.44	5.72	tidak beda nyata
B	3	8.23333E-05	2.74444E-05	1.192059	3.05	4.82	tidak beda nyata
S x B	6	0.0001135	1.89167E-05	0.821652	2.55	3.76	tidak beda nyata
Galat	22	0.000506	2.30227E-05				
Total	35	0.000857					

Lampiran 8. DMRT C-Organik Tanah

Pengaruh Pupuk Kandang Sapi

P		4	3	2	
R alfa		3.173	3.08	2.941	
Sd		0.001958857	0.001958857	0.001959	
SSD		0.004394989	0.004266173	0.004074	
Perlakuan		S2	S0	S1	
	Rerata	0.2065	0.2083	0.2094	
S1	0.2094	0.003	0.001	0.000	Q
S0	0.2083	0.002	0.000		
S2	0.2065	0.000			
		Q	Q	Q	

Pengaruh Batuan Fosfat Alam

P		5	4	3	2	
R alfa		3.239	3.173	3.08	2.941	
Sd		0.0023	0.002262	0.002262	0.002262	
SSD		0.00518	0.005075	0.004926	0.004704	
Perlakuan		B3	B0	B2	B1	
	Rerata	0.2062	0.2086	0.2087	0.2089	
B1	0.2089	0.0027	0.0003	0.0002	0.0000	W
B2	0.2087	0.0025	0.0001	0.0000		
B0	0.2086	0.0024	0.0000			
B3	0.2062	0.0000				
		W	W	W	W	

Interaksi Pupuk Kandang dan Batuan fosfat Alam

P		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
R alfa		3.437	3.427	3.414	3.398	3.379	3.355	3.326	3.288	3.239	3.173	3.08	2.933
Sd		0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918	0.003918
SSD		0.009521	0.009494	0.009458	0.009413	0.009361	0.009294	0.009214	0.009109	0.008973	0.00879	0.008532	0.008125
Perlakuan		S2B3	SOB3	S2B2	S2B1	S1B0	S2B0	SOB2	SOB0	B1B0	S1B1	S1B3	SOB2
	Rerata	0.2019	0.2070	0.2077	0.2080	0.2083	0.2083	0.2083	0.2090	0.2090	0.2097	0.2097	0.2100
SOB2	0.2100	0.0081	0.0030	0.0023	0.0020	0.0017	0.0017	0.0017	0.0010	0.0010	0.0003	0.0003	0.0000
S1B3	0.2097	0.0078	0.0027	0.0020	0.0017	0.0013	0.0013	0.0013	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	
S1B1	0.2097	0.0078	0.0027	0.0020	0.0017	0.0013	0.0013	0.0013	0.0007	0.0007	0.0000		
B1B0	0.2090	0.0071	0.0020	0.0013	0.0010	0.0007	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000			
SOB0	0.2090	0.0071	0.0020	0.0013	0.0010	0.0007	0.0007	0.0007	0.0000				
SOB2	0.2083	0.0064	0.0013	0.0007	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000					
S2B0	0.2083	0.0064	0.0013	0.0007	0.0003	0.0000	0.0000						
S1B0	0.2083	0.0064	0.0013	0.0007	0.0003	0.0000							
S2B1	0.2080	0.0061	0.0010	0.0003	0.0000								
S2B2	0.2077	0.0058	0.0007	0.0000									
SOB3	0.2070	0.0051	0.0000										
S2B3	0.2019	0.0000											
		A	A	A	a	A	a	a	a	a	a	a	a

Lampiran 9. ANOVA KPPT Tanah

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
S0	1199.623	1126.620	1152.400	1166.877	4645.520	1161.380
S1	1127.530	1101.657	1114.997	1092.140	4436.323	1109.081
S2	1166.953	1109.830	1078.970	1024.767	4380.520	1095.130
Total	3494.107	3338.107	3346.367	3283.783	13462.363	
Rerata	1164.7022	1112.7022	1115.4556	1094.5944		1121.864

SR	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	keterangan
Ulangan	2	2819.083022	1409.541511	0.552132794	3.44	5.72	tidak beda nyata
Kombinasi perlakuan	11	71533.46923	6503.042657	2.547312785	2.26	3.18	Beda nyata
S	2	29275.56434	14637.78217	5.733779037	3.44	5.72	Sangat beda nyata
B	3	24333.73448	8111.244825	3.177263127	3.05	4.82	Beda nyata
S x B	6	17924.17042	2987.361736	1.170182197	2.55	3.76	tidak beda nyata
Galat	22	56163.867778	2552.903081				
Total	35	130516.420031					

Lampiran 10. DMRT KPPT Tanah

Pengaruh Pupuk Kandang Sapi

P		4	3	2	
R alfa		3.173	3.08	2.941	
Sd		20.6272598	20.6272598	20.6272598	
SSD		46.28034767	44.92387987	42.896471	
Perlakuan		S0	S1	S2	
	Rerata	1095.130	1109.081	1161.380	
S2	1161.380	66.250	52.299	0.000	Q
S1	1109.081	13.951	0.000		R
S0	1095.130	0.000			
		R	QR	Q	

Pengaruh Batuan Fofat Alam

P		5	4	3	2	
R alfa		3.239	3.173	3.08	2.941	
Sd		23.8183	23.81830799	23.81830799	23.81831	
SSD		54.55152012	53.43994237	51.87362827	49.53258	
Perlakuan		B3	B1	B2	B0	
	Rerata	1094.5944	1112.7022	1115.4556	1164.7022	
B3	1164.7022	70.1078	52.0000	49.2467	0.0000	W
B2	1115.4556	20.8611	2.7533	0.0000		X
B1	1112.7022	18.1078	0.0000			
B0	1094.5944	0.0000				
		X	WX	WX	W	

Interaksi Pupuk Kandang dan Batuan fospat Alam

P		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
R alfa		3.437	3.427	3.414	3.398	3.379	3.355	3.326	3.288	3.239	3.173	3.08	2.933
Sd		41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545	41.2545
SSD		180.2619	129.9702	109.5910	99.1242	98.5700	97.8699	97.0239	95.9154	94.4860	92.5607	89.8478	85.5596
Perlakuan		S2B3	S2B2	S1B3	S1B1	S2B1	S1B2	SOB1	S1B0	SOB2	SOB3	S2B0	SOB0
	Rerata	1024.767	1078.970	1092.140	1101.657	1109.830	1114.997	1126.620	1127.530	1152.400	1166.877	1166.953	1199.623
SOB0	1199.623	174.857	120.653	107.483	97.967	89.793	84.627	73.003	72.093	47.223	32.747	32.670	0.000
S2B0	1166.953	142.187	87.983	74.813	65.297	57.123	51.957	40.333	39.423	14.553	0.077	0.000	
SOB3	1166.877	142.110	87.907	74.737	65.220	57.047	51.880	40.257	39.347	14.477	0.000		
SOB2	1152.400	127.633	73.430	60.260	50.743	42.570	37.403	25.780	24.870	0.000			
S1B0	1127.530	102.763	48.560	35.390	25.873	17.700	12.533	0.910	0.000				
SOB1	1126.620	101.853	47.650	34.480	24.963	16.790	11.623	0.000					
S1B2	1114.997	90.230	36.027	22.857	13.340	5.167	0.000						
S2B1	1109.830	85.063	30.860	17.690	8.173	0.000							
S1B1	1101.657	76.890	22.687	9.517	0.000								
S1B3	1092.140	67.373	13.170	0.000									
S2B2	1078.970	54.203	0.000										
S2B3	1024.767	0.000											
		a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	a

Lampiran 11. ANOVA P Tersedia Tanah

Penaruh Pupuk Kandang Sapi

Pupuk Kandang Sapi	Batuan Fosfat Alam				Total	Rerata
	B0	B1	B2	B3		
S0	4.097	5.480	4.913	5.050	19.540	4.885
S1	3.613	4.170	2.880	3.767	14.430	3.608
S2	5.493	3.710	5.473	5.473	20.150	5.038
Total	13.203	13.360	13.267	14.290	54.120	
Rerata	4.4011	4.4533	4.4222	4.7633		4.510

SR	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	keterangan
Ulangan	2	6.762350	3.381175	2.267909	3.44	5.72	tidak beda nyata
Kombinasi perlakuan	11	34.4741333	3.134012	2.102125	2.26	3.18	tidak beda nyata
S	2	10.80065	5.400325	3.622245	3.44	5.72	beda nyata
B	3	0.78255556	0.260852	0.174965	3.05	4.82	tidak beda nyata
S x B	6	22.8909278	3.815155	2.558998	2.55	3.76	tidak beda nyata
Galat	22	32.799317	1.490878				
Total	35	67.035800					

Lampiran 12. DMRT P Tersedia Tanah

Pengaruh Pupuk Kandang Sapi

P		4	3	2	
R alfa		3.173	3.08	2.941	
Sd		0.498477353	0.498477	0.498477	
SSD		1.118408622	1.085628	1.036634	
Perlakuan		S0	S1	S2	
	Rerata	3.608	4.885	5.038	
S2	5.038	1.430	0.153	0.000	Q
S1	4.885	1.278	0.000		Q
S0	3.608	0.000			R
		R	Q	Q	

Pengaruh Batuan Fosfat Alam

P		5	4	3	2	
R alfa		3.239	3.173	3.08	2.941	
Sd		0.5756	0.575592	0.575592	0.575592	
SSD		1.318289	1.291427	1.253576	1.197002	
Perlakuan		B0	B2	B1	B3	
	Rerata	4.4011	4.4222	4.4533	4.7633	
B3	4.7633	0.3622	0.3411	0.3100	0.0000	W
B1	4.4533	0.0522	0.0311	0.0000		
B2	4.4222	0.0211	0.0000			
B0	4.4011	0.0000				
		W	W	W	W	

Interaksi Pupuk Kandang dan Batuan Fosfat Alam

P		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
R alfa		3.437	3.427	3.414	3.398	3.379	3.355	3.326	3.288	3.239	3.173	3.08	2.933
Sd		0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970	0.9970
SSD		2.4229	2.4159	2.4067	2.3954	2.3820	2.3651	2.3447	2.3179	2.2833	2.2368	2.1713	2.0676
Perlakuan		B2S1	B0S1	B1S2	B3S1	B0S0	B1S1	B2S0	B3S0	B2S2	B3S2	B1S0	B0S2
	Rerata	2.880	3.613	3.710	3.767	4.097	4.170	4.913	5.050	5.473	5.473	5.480	5.493
B0S2	5.493	2.613	1.880	1.783	1.727	1.397	1.323	0.580	0.443	0.020	0.020	0.013	0.000
B1S0	5.480	2.600	1.867	1.770	1.713	1.383	1.310	0.567	0.430	0.007	0.007	0.000	
B3S2	5.473	2.593	1.860	1.763	1.707	1.377	1.303	0.560	0.423	0.000	0.000		
B2S2	5.473	2.593	1.860	1.763	1.707	1.377	1.303	0.560	0.423	0.000			
B3S0	5.050	2.170	1.437	1.340	1.283	0.953	0.880	0.137	0.000				
B2S0	4.913	2.033	1.300	1.203	1.147	0.817	0.743	0.000					
B1S1	4.170	1.290	0.557	0.460	0.403	0.073	0.000						
B0S0	4.097	1.217	0.483	0.387	0.330	0.000							
B3S1	3.767	0.887	0.153	0.057	0.000								
B1S2	3.710	0.830	0.097	0.000									
B0S1	3.613	0.733	0.000										
B2S1	2.880	0.000											
		b	ab	a	a	a							

a

b