



**PENGARUH MIKORIZA DAN PUPUK HAYATI TERHADAP
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG DAN KETERSEDIAAN NPK
PADA INCEPTISOLS DI GRESIK**

Oleh
BANITA MEGY SAFINA
145040201111097

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya yang menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2018

Banita Megy Safina

NIM.145040201111097



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Pengaruh Mikoriza, dan Pupuk Hayati Terhadap
Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Ketersediaan NPK Pada
Inceptisols di Gresik.
Nama mahasiswa : Banita Megy Safina
NIM : 145040201111097
Jurusan : Tanah
Program studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh:
Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir Syekhfani, MS.

NIP. 19480723 197802 1 001

Diketahui:

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, S.U.

NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal persetujuan :



Skripsi ini kupersembahkan kepada kedua orang tua, dan adikku tersayang



RINGKASAN

Banita Megy Safina. 145040201111097. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Ketersediaan NPK Pada Inceptisols di Gresik. Dibawah bimbingan Syekhfani sebagai Pembimbing Utama.

Inceptisols di Indonesia memiliki sebaran yang luas. Salah satu daerah yang memiliki jenis Inceptisols adalah kabupaten Gresik. Inceptisols pada lokasi yang diamati memiliki nilai C-organik dan N-total yang termasuk kriteria sifat kimia tanah dari sangat rendah hingga rendah. Unsur hara nitrogen sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman, sehingga jika ketersediaannya kurang maka dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur hara dapat dilakukan dengan pemupukan. Penggunaan kelompok mikroba tanah merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan di dalam tanah. Mikoriza dan pupuk hayati diaplikasikan agar dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah sehingga pertumbuhan tanaman dapat optimal. Respon tanaman digunakan untuk mengetahui pengaruh dari aplikasi mikoriza dan pupuk hayati. Tanaman jagung dipilih karena responsif terhadap ketersediaan unsur hara di dalam tanah.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah aplikasi mikoriza 30 spora dan pupuk hayati dengan perbedaan dosis yang digunakan adalah 0, 25, 50, 75, dan 100 kg/ha. Penelitian ini dilakukan pada *screen house*. Analisis data yang digunakan adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menguji ada tidaknya perbedaan rerata dari seluruh perlakuan, kemudian dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% untuk menguji perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian yang didapatkan untuk aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap pH, C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-tersedia. Hasil analisis tanaman aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap serapan hara NPK. Tinggi tanaman berpengaruh nyata terhadap perlakuan pada umur 6 dan 8 MST (Minggu Setelah Tanam), sedangkan jumlah daun tidak berpengaruh nyata. Hasil korelasi antara perlakuan dapat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium, dan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi serapan NPK dan tinggi tanaman.



SUMMARY

Banita Megy Safina. 145040201111097. The Effect of Mycorrhiza and Biofertilizer on the Growth of Maize and Nitrogen, Phosphorus and Potassium Availability in Inceptisols Gresik. Supervised by Syekhfani.

Inceptisols in Indonesia have a wide distribution. One of the areas that has this type of soil is Inceptisols Gresik. Inceptisols are observed on the site have a grade of C-organik and N-total is low. Nitrogen nutrient elements required in the process of the growth of plants, so that if its availability is low then it can affect the growth of plants. Nutrient deficiencies can be performed with fertilizing. The use of soil microbes group are efforts made to increase availability in the soil. Mycorrhiza and biofertilizer can be applied in order to increase the availability of nutrient elements in the soil, so that optimal plant growth. Plant response used to know the influence of application of mycorrhiza and biofertilizers. Corn plants chosen because responsive to nutrient availability in the soil.

The research method used was Randomized Complete Design with 5 treatments and 4 replications. The treatment used is application of mycorrhiza (30 spores) and biological fertilizer with dose is 0, 25, 50, 75, and 100 kg/ha. Research be placed at screen house. Data analysis use Analysis of Variance (ANOVA) to test whether there is a difference in the average of all the treatment, then conducted further trials with Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% to test the difference between the treatments.

Research results are obtained for the application of mycorrhiza and biofertilizer take effect real against pH, C-organik, total nitrogen, P- availability, and K-availability. The results of the analysis plant for the application mycorrhiza and biofertilizer take effect real against nutrient content, and nutrient absorption. The real effect of plant height against the treatment at the age of 6 and 8 weeks after planting, while on the number of leaves is not a real effect. Results of correlation between treatment can affect the availability of nutrient elements nitrogen, phosphorus and potassium, and also can affect the growth of plants is corn nutrient levels, nutrient absorption, height plant.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT karena dengan rahmat dan hidayah dapat menuntun penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Ketersediaan Unsur Hara NPK pada Tanah Inceptisols di Gresik”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Prof. Dr. Ir. Syekhfani MS. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis
2. Listiya Pramudita S.P. selaku pembimbing yang mengawasi, memberi arahan dan bimbingannya kepada penulis selama pelaksanaan skripsi
3. Manager Departemen Kompartemen Riset PT Petrokimia Gresik yang telah memberi sarana dan prasarana selama pelaksanaan penelitian penulis.
4. Seluruh staf RPPH (Riset Pupuk dan Produk Hayati) PT Petrokimia Gresik yang telah memberi bimbingan selama proses penelitian
5. Karyawan Jurusan Manajemen Sumber Daya Lahan yang telah memberi fasilitas dan bantuan yang diberikan
6. Bahrotul Ilmi, Risa Novitasari, Febri Fitriana, Miftahul Jannah, Novita Yuniasari dan Romadhoni Widiensyah yang memberikan banyak bantuan selama proses pelaksanaan penelitian hingga selesai
7. Orang tua dan adik yang memberikan doa, cinta, dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis

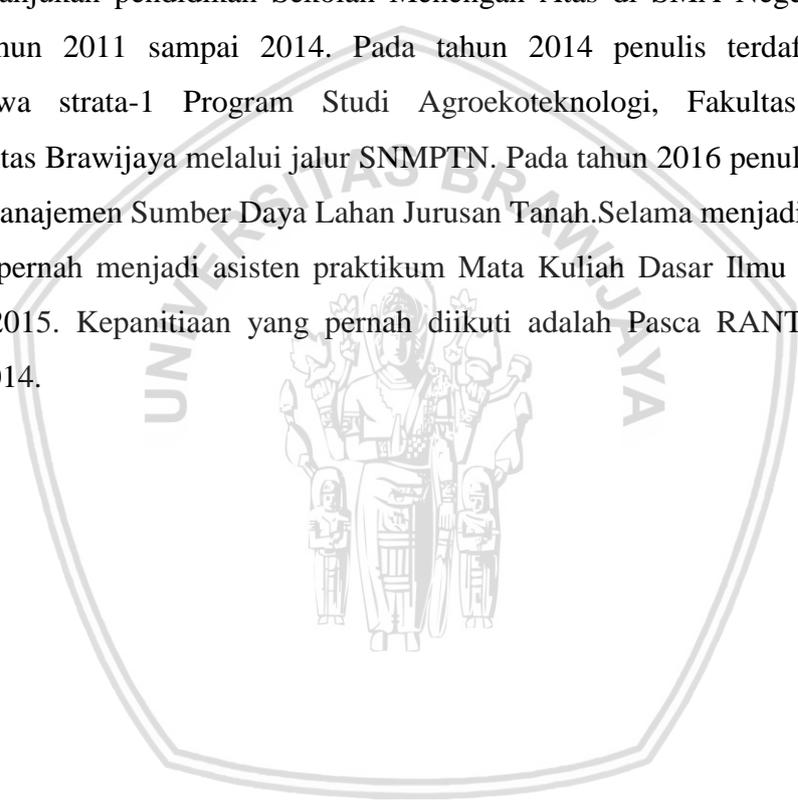
Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan seluruh pembaca, serta dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 07 Maret 1996 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Imam Syafi'I dan Ibu Ina Siswantina. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Dharmawanita pada tahun 2001 sampai 2002, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Cerme Lor pada tahun 2002 sampai 2008. Pada tahun 2008 sampai 2011 menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Cerme, dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Cerme pada tahun 2011 sampai 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2016 penulis masuk ke minat Manajemen Sumber Daya Lahan Jurusan Tanah. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Ilmu Tanah pada Tahun 2015. Kepanitiaan yang pernah diikuti adalah Pasca RANTAI V pada tahun 2014.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah Inceptisols.....	5
2.2 Peran Unsur Hara NPK.....	6
2.3 Upaya Peningkatan Unsur Hara NPK.....	7
2.4 Tanaman Jagung	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.5 Parameter Pengamatan.....	18
3.6 Analisis Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Kimia Tanah Awal.....	20
4.2 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Kimia Tanah	21
4.3 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	27
4.4 Pembahasan Umum	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Perlakuan Percobaan	15
2	Hasil Analisis Pupuk Hayati	16
3	Variabel Pengamatan	19
4	Hasil Analisis Tanah Awal.....	20
5	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap pH Tanah.....	21
6	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap C-organik Tanah	22
7	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap N-Total Tanah.....	23
8	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap P-tersedia Tanah.....	25
9	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap K-tersedia Tanah.....	26
11	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Serapan NPK Tanaman..	28
12	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Tinggi Tanaman	30
13	Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Jumlah Daun	31
14	Perlakuan Penelitian.....	44



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Bagan Alur Pikir Penelitian	3
2	a. Mikoriza Genus Glomus berwarna coklat kehitaman dan b. Mikoriza.....	9
3	Hubungan N-Total dengan Serapan N	32
4	Hubungan P-Tersedia dengan Serapan P	33
5	Hubungan K-Tersedia dengan Serapan K.....	33
6	Hubungan Serapan N dengan Tinggi Tanaman	34
7	Hubungan Serapan P dengan Tinggi Tanaman.....	35
8	Hubungan Serapan K dengan Tinggi Tanaman	35



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Kriteria Sifat Tanah.....	43
2	Denah Perlakuan Penelitian	44
3	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Tanaman Jagung	46
4	Deskripsi Jagung Hibrida Varietas BIMA 14 BATARA.....	47
5	Data <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA).....	48
6	Perhitungan Peningkatan.....	51
7	Hasil Korelasi Antar Parameter	53
8	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	54





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inceptisols merupakan tanah yang memiliki sebaran luas di Indonesia. Jenis tanah ini diperkirakan memiliki luasan sebesar 70,52 juta ha atau 40 % dari luas total daratan di Indonesia (Puslittanak, 2003). Salah satu daerah yang memiliki jenis Inceptisols adalah Gresik. Inceptisols pada lokasi yang diamati memiliki pH netral, kandungan C-organik, N-total, dan C/N ratio yang tergolong sangat rendah hingga rendah, P-tersedia yang tinggi dan K-tersedia yang tergolong sedang. Hal ini sesuai dengan Puslittanak (2000) bahwa secara umum Inceptisols memiliki pH agak masam sampai netral (5,6-6,8), kandungan rasio C/N tergolong rendah (5-10). Kandungan P-Total rendah hingga tinggi, dan K-Total sangat rendah hingga sedang. (Subagyo *et al.*, 2000). Berdasarkan uraian tersebut Inceptisols mengandung beberapa unsur hara makro yang rendah.

Ketersediaan unsur hara di dalam tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Unsur hara yang banyak dibutuhkan oleh tanaman adalah unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium. Fungsi unsur nitrogen, fosfor dan kalium akan terganggu jika ketersediaan di dalam tanah rendah. Akibatnya pertumbuhan tanaman akan terhambat. Menurut Karsidi dan Yati (2016) tanaman akan menunjukkan beberapa gejala jika kekurangan unsur hara contohnya kekurangan unsur nitrogen pada tanaman muda warna daun menjadi hijau pucat hingga kuning pucat, dan daun tua bagian bawah berwarna kuning dan berguguran sebelum waktunya. Kekurangan unsur fosfor akan menyebabkan daun tua berwarna ungu. Sedangkan kekurangan unsur kalium pada daun tua menjadi klorosis diantara tepi daun hingga ke tulang daun. Kekurangan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium dapat diatasi dengan pemupukan.

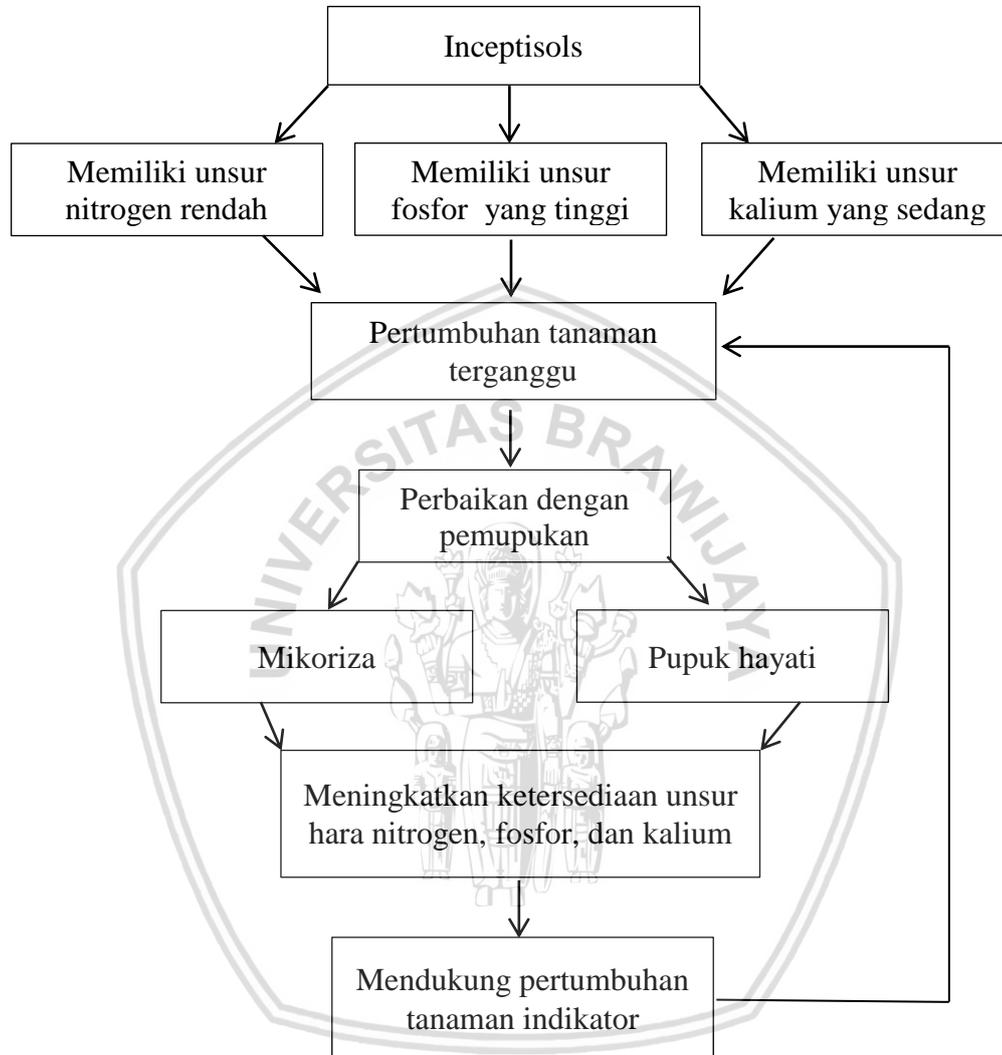
Secara umum pupuk yang sering digunakan untuk menambahkan unsur hara kedalam tanah adalah pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dan terus meningkat dari waktu ke waktu dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Menurut Frobel *et.al.*, (2013) penggunaan pupuk anorganik diikuti dengan permasalahan lingkungan, baik terhadap kesuburan biologis

maupun kondisi fisik tanah. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan kelompok mikroba tanah seperti mikoriza dan pupuk hayati sebagai alternatif untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara yang tidak berdampak buruk bagi lingkungan karena tetap mempertahankan mikroorganisme tanah. Mikoriza memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketersediaan hara melalui hifa yang menginfeksi akar tanaman. Menurut Hasanudin dan Gonggo (2004), mikoriza memiliki kemampuan jangkauan akar dalam menyerap unsur hara seperti unsur fosfor di dalam tanah sehingga mampu memberikan hasil peningkatan terhadap ketersediaan fosfor maupun serapan fosfor. Selain penggunaan mikoriza penggunaan pupuk hayati juga dapat membantu kebutuhan unsur hara di dalam tanah. Pupuk hayati merupakan jenis pupuk yang mampu memperbaiki kesuburan tanah dengan kandungan organisme hidup di dalamnya (Subowo, 2013). Organisme yang ada di dalam pupuk hayati yang digunakan adalah mikroba penambat nitrogen, pelarut fosfat, dan perombak bahan organik yang dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Musfal (2010), tentang pengaruh aplikasi mikoriza terhadap ketersediaan unsur hara NPK dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols Gresik. Hasil menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza mampu meningkatkan N-total sebesar 0,05%, P-tersedia sebesar 16,94 ppm, dan K-dd sebesar 0,51 me/100g. Selain itu hasil penelitian Shoni *et al.*, (2013) tentang pengaruh aplikasi pupuk hayati terhadap ketersediaan hara. Hasil analisis pemberian pupuk hayati dengan kandungan mikroba penambat nitrogen (*Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.) dapat meningkatkan N-total 0.11%, P-tersedia 6,95 ppm dan K-total 7,67 mg/100g dengan tanpa pupuk hayati.

Respon tanaman diperlukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi mikoriza dan pupuk hayati. Tanaman jagung dipilih karena sifatnya yang tergolong responsif terhadap kekurangan unsur hara. Tanaman jagung juga merupakan tanaman yang membutuhkan unsur hara lebih banyak dibandingkan dengan tanaman lain. Menurut Supeni *et al.*, (2010) tanaman jagung sangat membutuhkan banyak unsur hara yang harus diserap sehingga jagung disebut sebagai tanaman yang “rakus” dengan unsur hara.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh antara mikoriza dan pupuk hayati yang berbeda dosis terhadap pertumbuhan tanaman jagung serta ketersediaan unsur hara NPK pada Inceptisols di Gresik. Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Pikir Penelitian

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dianalisis adalah:

1. Bagaimana aplikasi mikoriza dan pupuk hayati terhadap ketersediaan unsur hara NPK pada Inceptisols?
2. Apakah pengaplikasian mikoriza, dan kombinasi dosis pupuk hayati dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung?

3. Apakah ketersediaan unsur hara NPK mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan latar belakang penelitian maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengevaluasi aplikasi mikoriza dan pupuk hayati terhadap ketersediaan unsur hara NPK pada Inceptisols.
2. Mengevaluasi aplikasi mikoriza, dan kombinasi dosis pupuk hayati dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung.
3. Untuk mengevaluasi pengaruh ketersediaan unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diberikan adalah:

1. Memberikan informasi kepada pembaca tentang aplikasi mikoriza dan pupuk hayati terhadap ketersediaan unsur hara NPK pada Inceptisols.
2. Memberikan informasi tentang aplikasi mikoriza dan kombinasi dosis pupuk hayati terhadap pertumbuhan tanaman jagung.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh ketersediaan unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dari permasalahan yang ada adalah:

1. Aplikasi mikoriza dan pupuk hayati dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N,P dan K pada Inceptisols.
2. Aplikasi mikoriza dan kombinasi dosis pupuk hayati dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung.
3. Peningkatan ketersediaan unsur hara NPK dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Inceptisols

Tanah merupakan horizon-horison yang berada di atas batuan induk yang terbentuk akibat interaksi berbagai faktor pembentuk tanah seperti iklim, organisme, bahan induk, dan relief yang akan terjadi sepanjang waktu. Tanah jika mengalami proses pembentukan yang berbeda maka akan menghasilkan tanah yang berbeda, yang dapat diamati dari sifat morfologi tanah. Morfologi tanah dapat menggambarkan perubahan yang terjadi di dalam tanah melalui deskripsi dan interpretasi sifat-sifat profil tanah yang dapat digunakan untuk informasi awal dalam mengklasifikasikan tanah. Sistem klasifikasi yang dapat digunakan dalam mengelompokkan tanah berdasarkan kesamaan dan kemiripan sifat yang dimiliki yaitu soil taxonomy USDA (Ulfyah *et al.*, 2014). Salah satu jenis tanah dari sistem klasifikasi tanah adalah ordo Inceptisols. Inceptisols di Indonesia memiliki sebaran luas yang dapat diperkirakan sebesar 70,52 juta ha atau 40% dari total luasan daratan di Indonesia (Puslittanak, 2003). Inceptisols merupakan jenis tanah yang masih tergolong muda atau tanah yang mulai berkembang, yang memiliki horizon kambik, sulfurik, kalsik, gypsik, petrokalsik atau petrogypsik sampai kedalaman 100 cm dan epipedon histik, umbrik atau plaggen sampai kedalaman 50 cm dari permukaan tanah (Dian, 2015).

Secara umum Inceptisols memiliki ciri-ciri yaitu solum tanah tebal pada dataran rendah dan tipis pada dataran tinggi, teksturnya bervariasi antara lempung, lempung, berdebu, lempung berliat, liat, liat berpasir (Munir 1996). Struktur tanah gumpal bersudut (Ulfyah *et al.*, 2014). Inceptisols memiliki pH agak masam sampai netral (5,6-6,8), kandungan rasio C/N tergolong rendah (5-10) (Puslittanak, 2000). Kandungan P-Total rendah hingga tinggi, dan K-Total sangat rendah hingga sedang. kompleks adsorpsi didominasi ion Mg dan Ca, dengan kandungan ion K relatif rendah. Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah sebagian besar sedang sampai tinggi di semua lapisan. Kejenuhan Basa (KB) sebagian besar termasuk rendah sampai tinggi. (Subagyo *et al.*, 2000).

2.2 Peran Unsur Hara NPK

Unsur hara yang banyak dibutuhkan oleh tanaman adalah nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Imam *et al.*, 2017). Nitrogen merupakan unsur yang berperan dalam pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat serta unsur ini memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan seluruh jaringan hidup. (Brady dan Weil, 2002). Pada umumnya nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk NH_4^+ atau NO_3^- , hal ini dapat dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman, serta dalam pertumbuhan tanaman (Arifin *et al.*, 2010). Menurut Lukman *et al.*, (2012), menyatakan bahwa tanaman secara optimum memanfaatkan nitrogen dalam tanah yang diubah dalam bentuk ammonium (NH_4^+). Selain dalam bentuk ammonium nitrogen yang ada di dalam tanah dapat digunakan oleh tanaman dalam bentuk nitrat. Akan tetapi penggunaan nitrogen oleh tanaman dalam bentuk ammonium lebih memungkinkan dibanding dalam bentuk nitrat, karena nitrat lebih mudah tercuci.

Unsur hara kedua yang dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman di dalam tanah adalah unsur fosfor. Fosfor pada umumnya dapat diserap tanaman sebagai ortofosfat primer (H_2PO_4) atau dalam bentuk sekunder (HPO_4^{2-}). Unsur hara fosfor bersifat immobile di dalam tanah karena sebagian besar P tanah dijerap menjadi bentuk tidak tersedia bagi tanaman (Nursyamsi dan Setyorini, 2009). Tanaman dapat mengabsorpsi fosfat dalam bentuk P-anorganik ataupun P-organik. Menurut Raharjo *et al.*, (2007), fosfat dalam tanah terdapat dalam bentuk fosfat anorganik dan fosfat organik. Bentuk anorganiknya berupa senyawa-senyawa Ca-fosfat, Fe-fosfat dan Al-fosfat. Fosfor organik mengandung senyawa-senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroba dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid dan fitin. Fosfor di dalam tanaman digunakan dalam pembentukan *adenosin diphosphate* dan *adenosine triphosphate* (ADP dan ATP) yang merupakan sumber energi untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Marschner, (1997) dalam Nursyamsi dan Setyorini, 2009). Selain itu, ketersediaan fosfor berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan bagian vegetative dan reproduktif tanaman (Nursyamsi dan Setyorini, 2009).

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro ketiga setelah nitrogen dan fosfor. Sumber kalium yang utama bagi tanaman berasal dari dalam tanah. Kalium

umumnya yang dapat diserap tanaman dalam bentuk K larut yang berada dalam reaksi keseimbangan K dapat dipertukarkan, bentuk dari K larut dan dapat dipertukarkan merupakan bentuk kalium yang cepat tersedia atau disebut dengan K-tersedia atau K-aktual (Nursyamsi, 2012). Kalium diperlukan dalam jumlah yang banyak pada tanaman, tetapi kalium dalam tanaman bukan menjadi penyusun senyawa organik melainkan sebagai ion yang sebagian besar berada di dalam cairan sel. Menurut Subandi, (2012) kalium berperan dalam mengatur tekanan osmosis dan turgor, sehingga kalium akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutupnya stomata. Selain itu peranan kalium berkaitan dengan berbagai macam reaksi enzim diantaranya yaitu untuk metabolisme karbohidrat dan protein. Ketersediaan kalium yang cukup maka pengangkutan karbohidrat dari daun ke organ lainnya akan berjalan lancar sehingga, hasil fotosintesis dapat terakumulasi dengan baik.

Berdasarkan uraian tersebut maka peranan dari unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium di dalam tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Unsur hara dalam tanah akan mengalami berbagai proses agar menjadi tersedia sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses metabolisme tanaman.

2.3 Upaya Peningkatan Unsur Hara NPK

Peningkatan ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium di dalam tanah dapat dilakukan dengan pemupukan. Menurut pengertian luas, pemupukan adalah pemberian bahan kepada tanah untuk memperbaiki atau meningkatkan unsur hara (Notohadiprawiro, 2006). Pemupukan dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk anorganik, pupuk organik dan pupuk hayati. Pengelolaan hara terpadu merupakan sistem pengelolaan yang memadukan pemberian pupuk organik, pupuk hayati dan pupuk anorganik dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Pemberian pupuk organik dan pupuk hayati yang diberikan dalam jumlah yang cukup sesuai dosis rekomendasi sedangkan pemberian pupuk anorganik dalam jumlah yang tidak melebihi dosis rekomendasi sehingga tidak menekan pertumbuhan mikroba dalam pupuk hayati (Simanungkalit, 2006).

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat oleh pabrik dengan berbagai jenis bahan kimia. Menurut Leiwakabessy dan Sutandi (2004), pupuk

anorganik atau disebut juga sebagai pupuk mineral adalah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses dekomposisi, dapat berbentuk padat atau cair. Pupuk hayati merupakan pupuk yang berasal dari kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanam, sehingga dapat tersedia bagi tanaman (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Penggunaan pupuk hayati sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan kelestarian lingkungan yaitu dengan memanfaatkan kelompok mikroba tanah. Kelompok mikroba tanah meliputi mikoriza, mikroba penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba perombak bahan organik.

2.3.1 Mikoriza

Mikoriza adalah suatu struktur sistem perakaran yang termasuk adanya simbiosis mutualisme antara cendawan (*Mices*) dan perakaran (*Rhiza*) tanaman tingkat tinggi (Nurhayati, 2012). Mekanisme simbiosis mutualisme menurut Salisbury & Ross (1995) dalam Nurhayati, (2012) adalah jamur menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menimbulkan nekrosis, sehingga jamur mendapatkan pasokan nutrisi secara teratur dari tanaman. Dalam hal ini cendawan tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi memberi suatu keuntungan kepada tanaman inang dimana tanaman inang menerima hara mineral, sedangkan cendawan memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya.

Cendawan mikoriza arbuskula (MA) merupakan cendawan yang memiliki ciri adanya struktur vesikel dan/atau arbuskel. Vesikel merupakan struktur berdinding tipis berbentuk bulat, lonjong atau tidak teratur. Arbuskel merupakan struktur dalam akar yang berbentuk seperti pohon yang berasal dari cabang-cabang hifa intraradikal setelah hifa cabang menembus dinding sel korteks, dan terbentuk antara dinding sel dan membrane plasma (Simanungkalit, 2006). Berdasarkan struktur tubuh dan cara menginfeksi cendawan mikoriza arbuskula dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Menurut Musfal (2010), jenis cendawan endomikoriza memiliki jaringan yang masuk ke dalam sel korteks, membentuk struktur yang khas seperti oval yang disebut vesikula atau arbuskula bercabang. Jenis ektomikoriza memiliki jaringan hifat yang

tidak masuk sampai ke sel korteks, tetapi berkembang di antara sel tersebut membentuk pelindung pada permukaan akar.

Mikoriza arbuskula terdapat beberapa genus salah satunya adalah *Genus Glomus* yang memiliki spora warna yang bervariasi mulai dari mulai dari kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat muda hingga coklat kehitaman (Muhammad dan Setyaningrum, 2017). Lihat pada gambar 2 terdapat spora yang berwarna coklat kehitaman dan terdapat spora dengan warna coklat kekuningan.



Gambar 1. a. Mikoriza Genus *Glomus* berwarna coklat kehitaman dan b. Mikoriza Genus *Glomus* berwarna coklat kekuningan.

Sumber a: Muhammad dan Setyaningrum (2017) dan b: INVAM (2017)

Menurut Sastrahidayat (2011), *Genus Glomus* memiliki dinding satu atau ganda, dan dilengkapi dengan bercak cairan minyak pada spora matang yang ukurannya beragam. Spora dapat diproduksi secara tunggal ataupun secara bergerombol membentuk agregat dan sering terlihat sisa dinding hifa pada permukaan spora. Mikoriza dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti pH, suhu, kandungan Fe dan Al bebas dan populasi mikroorganisme tanah. *Glomus* berkembang baik pada pH 5,5 sampai dengan 6,5.

Peranan mikoriza di dalam tanah adalah mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen akar, dan dapat meningkatkan resistensi terhadap kekeringan (Nurhayati, 2012). Jaringan hifa yang menginfeksi akar tanaman akan memperluas bidang serapan akar terhadap air dan unsur hara. Ukuran hifa yang sangat halus pada bulu-bulu akar akan memungkinkan hifa dapat memasuki pori-pori tanah yang paling kecil sehingga hifa tetap dapat menyerap air pada kondisi kadar air tanah yang rendah. (Musfal, 2010).

Mikoriza berperan dalam mekanisme penyerapan fosfor untuk membantu meningkatkan ketersediaan fosfor di dalam tanah. Peran mikoriza dalam

meningkatkan unsur P-tersedia di dalam tanah adalah mikoriza mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik. Menurut Nurhayati, (2012) hal ini dapat terjadi akibat enzim fosfatase yang dihasilkan oleh mikoriza mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan melalui mekanisme yang dirangsang oleh keberadaan asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa mikoriza, sehingga P anorganik dibebaskan dari sumber P organik. Mikoriza juga dapat menghasilkan asam-asam organik yang berperan, dimana asam oksalat yang dapat mengkhelat ion Ca ataupun ion Al dan menghilangkan dari larutan tanah dalam bentuk senyawa Ca-oksalat, ataupun Al-oksalat, sehingga P anorganik dapat terbebas dari kelarutan tanah.

Mikoriza juga berperan dalam meningkatkan serapan unsur hara pada tanaman. Mikoriza dapat meningkatkan serapan P karena adanya hifa yang bersimbiosis dengan akar sehingga terjadi perluasan jangkauan akar sehingga dapat menyerap fosfat lebih banyak. Menurut Simanungkalit, (2006) dalam meningkatkan serapan P mikoriza memiliki struktur hifa yang menjalar keluar ke dalam tanah, hifa yang meluas ini melampaui jauh jarak yang dapat dicapai pada akar yang tidak terdapat mikoriza. Ketika ketersediaan fosfat tersebut sudah habis maka hifa membantu menyerap fosfat ditempat-tempat yang masih tersedia. Hifa jamur yang meluas dalam tanah menyerap ion-ion P yang terbebas dari mineral tanah atau organisme lain dan mentranslokasikan ke perakaran tanaman inang (Nurhayati, 2012). Selain unsur fosfor di dalam tanah mikoriza juga mampu menyerap unsur hara lainnya seperti nitrogen dan kalium. Menurut Musfal (2010), tanaman bersimbiosis dengan mikoriza dapat menyerap air lebih besar, serapan air yang lebih besar oleh tanaman yang terdapat mikoriza juga akan membawa unsur hara seperti N, P, dan K sehingga serapan hara oleh tanaman akan meningkat.

2.3.2 Mikroba Penambat Nitrogen (N)

Mikroba penambat nitrogen merupakan mikroba yang mampu menghasilkan nitrogen melalui fiksasi nitrogen (Widiastuti *et al.*, 2010). Mikroba yang dapat menambat nitrogen adalah sekelompok bakteri tanah yang dapat bersimbiosis maupun hidup bebas yang mampu memfiksasi nitrogen dari udara (Ekawati dan syekhfani, 2005). Bakteri tersebut hidup bebas didaerah perakaran dan jaringan tanaman. Bakteri penambat nitrogen dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok

bakteri penambat N yang bersimbiotik dan kelompok penambat nitrogen bebas non simbiotik (Sembiring *et al.*, 2013). Genus bakteri pemfiksasi N non simbiotik aerob yang telah dikenal adalah *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. Bakteri ini banyak dijumpai di daerah perakaran tanaman, dengan pH tanah antara 5,9 – 8,4 dan bersifat aerobik (Widiastuti *et al.*, 2010).

Bakteri penambat nitrogen berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara nitrogen di dalam tanah. Mekanisme penambatan nitrogen dimulai dengan konversi N₂ dari udara menjadi ammonia (Simanungkalit *et al.*, 2006). Bakteri penambat nitrogen memiliki enzim yang spesifik didalam sel yang dikenal sebagai enzim nitrogenase (Hartono dan Oslan, 2014). *Azospirillum* sp dapat menambat N₂ mencapai dua belas kali lebih dominan dibandingkan bakteri penambat N₂ lainnya yang hidup bebas dalam tanah (Samekto, 2008). Bakteri penambat nitrogen dapat tumbuh dengan baik pada kandungan N yang rendah. *Azotobacter* dan *Azospirillum* memanfaatkan gas nitrogen untuk melakukan sintesis protein bagi perkembangan selnya. Setelah sel *Azotobacter* ini mati, maka senyawa nitrogen organik dalam sel seperti protein dan asam nukleat akan dilepaskan ke lingkungan (Hartono dan Oslan 2014). Dengan demikian maka bakteri ini dapat menambah kandungan N ke dalam tanah yang dapat diserap oleh akar tanaman (Nurmala dan Pramudita 2010).

Peran bakteri penambat nitrogen dapat meningkatkan serapan unsur hara nitrogen di dalam tanah untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Hasanudin, (2003) bakteri *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum* akan memfiksasi N dari udara yang selanjutnya mikroba tersebut akan melepaskan N kedalam tanah bersama dengan tubuhnya melalui penguraian, sehingga nitrogen didalam tanah dapat cukup tersedia yang menyebabkan serapan nitrogen oleh tanaman dapat meningkat. *Azospirillum* dan *Azotobacter* juga dapat yang tumbuh dengan baik pada perakaran tanaman dengan kandungan N yang rendah (Widiastuti *et al.*, 2010).

2.3.3 Mikroba Pelarut Fosfat (P)

Mikroba pelarut fosfat merupakan mikroba yang dapat melarutkan fosfat dari tidak tersedia menjadi tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman (Ginting *et al.*, 2006). Mikroba pelarut fosfat terdiri dari kelompok bakteri dan fungi. Fungi

pelarut fosfat merupakan salah satu anggota mikroba tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor di dalam tanah dan dapat diserap oleh tanaman (Elfiati, 2016). Beberapa kelompok fungi yang berperan aktif dalam melarutkan fosfat dalam tanah antara lain *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. Kelompok bakteri pelarut fosfat antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium*. (Ginting *et al.*, 2006).

Mekanisme pelarutan fosfat secara biologis menurut Ginting *et al.*, (2006) terjadi karena mikroba pelarut fosfat menghasilkan enzim yaitu enzim fosfatase. Fosfatase dieksekresikan oleh akar tanaman dan mikroba, dan di dalam tanah yang lebih dominan adalah fosfatase yang dihasilkan oleh mikroba. Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik akan diuraikan menjadi bentuk fosfat anorganik yang tersedia bagi tanaman dengan bantuan enzim fosfatase. Enzim fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia. Kandungan fosfor yang tersedia didalam tanah dengan bantuan mikroba pelarut fosfat maka akan dapat mensubstitusi sebagian atau seluruh kebutuhan tanaman terhadap unsur fosfor, sehingga akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2.3.4 Mikroba Perombak Bahan Organik (BO)

Mikroba perombak bahan organik merupakan mikroba yang berperan dalam penguraian sisa organik yang telah mati menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah (N,P,K,Ca dan lain-lain) dan atmosfer (CH_4 atau CO_2), sebagian hara juga dapat digunakan kembali oleh tanaman. Beberapa jenis mikroba dalam perombak bahan organik adalah kelompok bakteri dan fungi. Kelompok bakteri *Streptomyces plicatus* merupakan bakteri yang berperan dalam merombak bahan organik, sehingga proses mineralisasi berjalan dengan cepat dan dapat menyediakan hara bagi tanaman sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan tanaman (Saraswati *et al.*, 2006).

2.4 Tanaman Jagung

Jagung tergolong tanaman semusim dengan siklus hidup 80-150 hari, terdiri dari dua siklus yaitu siklus vegetatif dan generatif. Menurut (Riwandi *et al.*, 2014) morfologi tanaman jagung yaitu memiliki sistem perakaran serabut, tinggi batang

jagung berkisar antara 150 sampai 250 cm, jumlah daun antara 8 hingga 15 helai, berwarna hijau tanpa tangkai daun. Jumlah daun tanaman jagung relative lebih banyak pada daerah tropis. Tanaman jagung memiliki bunga jantan dan betina pada satu tanaman sehingga tergolong tanaman berumah satu. Syarat tumbuh tanaman jagung yaitu pada ketinggian tempat dari 0-1300 mdpl, suhu antara 23-27 derajat celcius, curah hujan pada umumnya antara 200-300 per bulan dan 800-1200 mm per tahun. Tanaman jagung dapat tumbuh hingga pada kemasaman tanah (pH) 5,6-6,2 (Riwandi *et al.*, 2014).

Tanaman jagung merupakan tanaman yang responsif terhadap kekurangan unsur hara. Tanaman jagung akan menunjukkan gejala kekurangan unsur hara yang spesifik. Menurut Ratna, (2010) gejala kekurangan unsur nitrogen, fosfor dan kalium pada tanaman dapat diketahui melalui ciri-ciri sebagai berikut:

1. Kekurangan unsur hara nitrogen (N)

Pada tanaman masih muda seluruh permukaan daun berwarna hijau kekuningan. Daun berwarna kuning pada ujung daun dan melebar menuju tulang daun. Warna kuning membentuk huruf V. Gejala nampak pada daun bagian bawah, karena N sifatnya mobil dalam tanaman, gejala kekurangan N ini berangsur-angsur akan merambah ke daun-daun di atasnya. Daun tua akan mati dan tanaman yang kekurangan N akan tumbuh kerdil, pembungaan terlambat, dan pertumbuhan akar terbatas sehingga produksi rendah.

2. Kekurangan unsur hara fosfor (P)

Kekurangan fosfor umumnya sudah tampak waktu tanaman masih muda. Gejala awal dimulai dengan daun yang berwarna ungu-kemerahan. Suhu tinggi dan udara kering dapat menyebabkan kekurangan P, meskipun P dalam tanah cukup. Kekurangan P menyebabkan pemasakan biji menjadi lambat dan produksi rendah.

3. Kekurangan unsur hara kalium (K)

Kekurangan kalium dimulai dengan warna kuning atau kecoklatan sepanjang pinggir daun pada daun tua. Warna tersebut akan berkembang kearah tulang daun utama dan pada daun-daun di atasnya. Gejala umum kahat K lainnya adalah warna coklat tua pada buku batang bagian dalam dan dapat diketahui dengan mengiris batang secara memanjang.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Juni 2018 di *Screen House*, dan analisis ketersediaan unsur hara NPK di Laboratorium Kimia Tanah Kompartemen Riset, PT Petrokimia Gresik kabupaten Gresik, Jawa Timur. Analisis serapan hara NPK tanaman di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk persiapan tanah adalah papras tanah dan cetok untuk mengambil tanah, timbangan untuk menimbang tanah per polibag. Alat dan bahan yang digunakan pembibitan adalah baki sebagai tempat pembibitan benih jagung, kapas sebagai media tumbuh benih, plastik untuk menutup baki semaian benih jagung. Kemudian alat dan bahan yang digunakan untuk penanaman adalah bibit jagung sebagai tanaman indikator, spora mikoriza dan pupuk hayati sebagai perlakuan. serta pupuk dasar pupuk organik granule sebagai pupuk dasar, dan pupuk anorganik NPK, dan urea sebagai pupuk susulan dan penambahan unsur hara. Alat dan bahan yang digunakan pada saat pengamatan adalah penggaris/meteran, dan alat tulis sebagai alat pengukuran dan pencatatan hasil. Selanjutnya alat dan bahan laboratorium yang digunakan pada saat analisis pH, C-organik, N-total, P-tersedia, K-tersedia, dan Serapan NPK.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri dari lima perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan penelitian adalah kontrol dan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati. Percobaan yang dilakukan adalah aplikasi inokulasi mikoriza sebanyak 30 spora dan kombinasi dosis pupuk hayati yaitu 0, 25, 50, 75, 100 kg/ha (Tabel 1). Perhitungan konversi dosis pupuk hayati perpolibag dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 1. Perlakuan Percobaan

Kode	Perlakuan	Dosis	
		Mikoriza (Spora)	Pupuk Hayati (Kg/ha)
M0	Kontrol	0	0
M1	Mikoriza dan Pupuk Hayati	30	25
M2	Mikoriza dan Pupuk Hayati	30	50
M3	Mikoriza dan Pupuk Hayati	30	75
M4	Mikoriza dan Pupuk Hayati	30	100

Keterangan : Rekomendasi Perlakuan menurut PT Petrokimia Gresik.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Kecamatan Wringinanom, Kabupaten Gresik. Tanah diambil menggunakan papras dan cangkul sedalam kurang lebih 30 cm dan dimasukkan ke dalam polibag kemudian ditimbang sebanyak 10 kg/polybag (Lampiran 8). Tanah dipolibag kemudian dilakukan sterilisasi dengan metode sterilisasi oven dengan suhu 121°C dengan tekanan 2 atm selama 1 jam (Musafa *et. al.*, 2015). Setelah disterilisasi tanah ditunggu kurang lebih 24 jam kemudian dilakukan isolasi jamur dan bakteri untuk memastikan kondisi tanah dalam keadaan steril. Menurut Hadioetomo (1985) dan Anas (1989) dalam Cahyani, (2009) bahwa jika hasil isolasi mikroba menunjukkan jumlah < 30 koloni dalam satu petridish media pertumbuhan sesungguhnya dapat diabaikan, maka tanah dapat dikatakan steril dan siap untuk digunakan.

3.4.2 Analisis Tanah Awal

Tanah diambil secara homogen lalu dikompositkan kemudian di kering anginkan selama kurang lebih 7 hari. Tanah yang sudah kering kemudian diayak dengan saringan 2 mm dan 0,05 mm. tanah yang lolos ayakan 2 mm disebut dengan sampel tanah kasar dan tanah dengan lolos ayakan 0,05 mm disebut dengan sampel tanah halus. Masing-masing sampel tanah kasar dan halus ditimbang seberat 100 gram. Kemudian sampel tanah dilakukan analisis awal yaitu pH, C-organik, N-total, P-total, P-tersedia, K-total, K-tersedia, Ca, Mg, Na, KTK, KB, Kadar air, dan C/N rasio .

3.4.3 Persiapan Mikoriza dan Mikroba

Mikoriza yang digunakan adalah hasil perbanyakan dari Lab biologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kemudian dilakukan isolasi spora dengan menggunakan metode ayakan basah (*Wet Sieving*). Spora yang sudah diamati dibawah mikroskop akan diberikan ketanaman pada saat bibit jagung ditanam sebanyak 30 spora/tanaman. Dosis 30 spora didasarkan pada penelitian Musafa *et al.*, (2015). Pupuk hayati yang digunakan adalah produk hasil pengembangan Kompartemen Riset PT Petrokimia Gresik. Pupuk ini mengandung beberapa mikroba potensial yaitu mikroba penambat nitrogen dan zat pengatur tumbuh yaitu *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, dan *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, mikroba pelarut fosfat yaitu *Aspergillus tubingensis* dan *Penicillium sp.* dan terakhir mikroba perombak bahan organik yaitu *Streptomyces plicatus* (Tabel 2). Selain itu, pupuk hayati terdiri dari bahan aktif dan bahan pembawa. Bahan pembawa terdiri atas mineral berupa zeolit yang berfungsi untuk mendukung aktivitas mikroba, dan bahan organik berupa gambut sebagai sumber makanan mikroba. Pupuk hayati diberikan berdasarkan dosis rekomendasi dari PT Petrokimia Gresik yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100 kg/ha. Diaplikasikan pada saat awal tanam dan 3-4 minggu setelah tanam.

Tabel 2. Hasil Analisis Pupuk Hayati

Parameter	Hasil Analisis	Standart Mutu Permentan 70 (2011)
Fungsional		
- <i>Azotobacter sp.</i>	1,60 x 10 ⁷ cfu/g	Positif
- <i>Azospirillum sp.</i>	1,46 x 10 ⁷ cfu/g	Positif
- <i>Pseudomonas sp.</i>	1,56 x 10 ⁷ cfu/g	Positif
- <i>Aspergillus sp.</i>	1,00 x 10 ⁴ cfu/g	Positif
- <i>Penicillium sp.</i>	1,00 x 10 ⁴ cfu/g	Positif
- <i>Streptomyces sp.</i>	8,10 x 10 ⁷ cfu/g	Positif
Kadar air	< 20%	≥20%
pH	5-8	5,0-8,0

3.4.4 Penanaman

Penanaman yang dilakukan dengan menggunakan benih jagung varietas BIMA 14 BATARA (Lampiran 4) yang telah disemai dengan kurun waktu kurang lebih 3 hari hingga terbentuk akar kemudian dipindahkan kedalam polybag (Lampiran 8). Bibit jagung ditanam dengan kedalaman kurang lebih 5 cm

sebanyak 2 bibit per polibag dan setelah 14 HST (Hari Setelah Tanam) dipilih satu tanaman terbaik dan untuk tanaman sulam.

3.4.5 Pemupukan

Pemupukan yang dilakukan dengan menggunakan dua jenis pupuk yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk anorganik yang digunakan adalah pupuk urea, dan pupuk majemuk NPK. Dosis rekomendasi yang digunakan menurut PT Petrokimia Gresik yaitu 300 kg/ha pupuk urea, dan 300 kg/ha pupuk majemuk NPK. Pupuk urea dan pupuk majemuk NPK diberikan dua kali pada saat umur 14 HST (Hari Setelah Tanam) dan 35 HST (Hari Setelah Tanam). Cara aplikasi pupuk dilakukan dengan cara ditugal. Pupuk ditempatkan di dalam lubang dengan jarak kurang lebih 10 cm dari tanaman dan kedalaman 10-15 cm, setelah pupuk dimasukkan lalu ditutup kembali dengan tanah untuk menghindari terjadinya penguapan.

Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk organik granule yaitu petrogranik yang terdiri dari bahan baku pupuk kandang seperti kotoran sapi, kambing, dan unggas dan limbah industri dari pabrik gula yang diolah menjadi bentuk granul dengan pH 7,65, C-organik 19,59%, N-organik 0,84%, Fe 8821 ppm dan C/N rasio 23. Pupuk ini diberikan pada awal sebelum tanam dengan dosis 500 kg/ha untuk dengan cara ditugal. Perhitungan dosis pupuk perpolibag dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.6 Pemeliharaan

Perawatan tanaman yang dilakukan adalah penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama. Penyiraman dilakukan setiap 2 hari sekali pada saat tanaman masih berumur 7-14 HST untuk menghindari pembusukan pada akar jagung. Penyiraman dilakukan setiap hari jika tanah dalam kondisi yang sangat kering. Penyiangan dilakukan dengan tangan apabila terdapat gulma yang tumbuh pada polibag. Kemudian pengendalian hama dilakukan dengan mematikan hama secara langsung dan jika populasi hama meningkat maka dilakukan penyemprotan pestisida yang tepat dosis dan tepat sasaran. Jika terdapat tanaman yang terserang penyakit maka dapat mengambil bagian tanaman yang terserang dan dibuang agar tidak menular pada tanaman sehat.

3.4.7 Analisis Kimia Tanah Akhir

Analisis kimia tanah yang dilakukan adalah pH, C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-tersedia. Analisis dilakukan setelah tanaman berumur 8 MST (Minggu Setelah Tanam) (Lampiran 8).

3.4.8 Analisis Tanaman

Analisis tanaman dilakukan saat tanaman berumur 8 MST (Minggu Setelah Tanam) yaitu pada saat tanaman telah muncul rambut jagung dari dalam tongkol. Analisis tanaman yang dilakukan adalah analisis kadar hara NPK (Lampiran 8).

3.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada saat penelitian dibagi menjadi dua yaitu pengamatan tanah dan tanaman. Pengamatan tanaman dimulai dari pengukuran tinggi tanaman dengan cara mengukur dari pangkal sampai pada daun yang paling akhir dengan menggunakan meteran. Jumlah daun dilakukan dengan menghitung seluruh daun yang ada pada tanaman, daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap satu minggu sekali hingga fase vegetatif maksimum. Selanjutnya pengamatan serapan tanaman NPK yaitu dengan mengambil sampel daun pada saat tanaman telah muncul rambut tongkol yang telah terbungkus oleh klobot. Selanjutnya sampel daun yang diambil dilakukan analisis laboratorium. Pengamatan tanah dilakukan dengan Analisis laboratorium yaitu N-total, P-tersedia, dan K-tersedia (Tabel 3). Sampel tanah yang diambil menggunakan bor tangan dengan ukuran mata bor kurang lebih 20 cm (Lampiran 8). Variabel pengamatan yang dilakukan pada tanah dan tanaman antara lain:

Tabel 3. Variabel Pengamatan

Objek	Pengamatan	Metode	Waktu
Tanah	pH H ₂ O dan KCl	Elektrometri/ pH meter	8 MST
	C-organik (%)	Walkley & Black	8 MST
	N-total (%)	Kjeldahl	8 MST
	P-tersedia (ppm)	Olsen	8 MST
	K-tersedia (me/100gr)	NH ₄ OAc 1 M	8 MST
Tanaman	Tinggi tanaman	Pengukuran	2,4,6, dan 8 MST
	Jumlah daun	Perhitungan	2,4,6, dan 8 MST
	Serapan N-Total (%)	Kjeldahl	8 MST
	Serapan P-Total (%)	Pengabuan Basah	8 MST
	Serapan K-Total (%)	Pengabuan Basah	8 MST

3.6 Analisis Data

Dari hasil pengamatan maka dilakukan analisis ragam dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menguji hipotesis penelitian yang menilai ada tidaknya perbedaan rerata antar perlakuan (Lampiran 5), kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan menggunakan taraf 5% untuk menguji perbedaan antar perlakuan. Uji korelasi untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antar variable pengamatan. Aplikasi yang digunakan adalah *Genstat* 17th Edition dan Ms. Excel untuk analisis ragam, uji lanjut, dan korelasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kimia Tanah Awal

Analisis tanah awal merupakan analisis yang dilakukan pada saat sebelum dilakukan penelitian dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Awal

No	Parameter tanah	Nilai	Kriteria
1.	pH H ₂ O	7,52	Netral
2.	C (%)	0,57	Sangat Rendah
3.	N (%)	0,11	Rendah
4.	C/N	4,54	Sangat Rendah
5.	P ₂ O ₅ HCl 25% (mg/100g)	49	Tinggi
6.	P ₂ O ₅ Olsen (ppm P)	17	Tinggi
7.	K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	26	Sedang
8.	KTK (me/100 g tanah)	25,17	Tinggi
9.	Ca (me/100 g tanah)	66	Sangat Tinggi
10.	Mg (me/100 g tanah)	2,13	Tinggi
11.	K (me/100 g tanah)	0,48	Sedang
12.	Na (me/100 g tanah)	1,78	Sangat Tinggi

Keterangan : kriteria sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009).

Data analisis tanah Inceptisols awal didapatkan nilai pH yang tergolong netral yaitu 7,52. Hasil C-organik, N-total, dan C/N rasio tergolong sangat rendah hingga rendah. Hal ini sesuai dengan Puslittanak, (2000) menunjukkan bahwa sebagian besar tanah Inceptisols memiliki kandungan reaksi tanah agak masam sampai netral (5,6-6,8), kandungan rasio C/N tergolong rendah (5-10). Menurut Nursyamsi dan Suprihati, (2005) kandungan N-total dan C-organik secara umum pada tanah Inceptisols tergolong rendah yaitu sebesar 0,13% dan 1,50%. Hasil P-total dan P-tersedia yang tergolong tinggi, dan K-total dan K-tersedia yang tergolong sedang. Kandungan jumlah basa-basa Ca, Mg, dan Na tergolong tinggi hingga sangat tinggi, dan KTK yang tergolong tinggi. Menurut Subagyo, *et al.*,(2000) secara umum tanah Inceptisols memiliki kandungan P-total tergolong dari rendah hingga tinggi, kandungan K-total memiliki kategori dari rendah hingga sedang. Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah sebagian besar sedang

sampai tinggi dan kejenuhan Basa (KB) sebagian besar termasuk rendah sampai tinggi.

4.2 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Kimia Tanah

4.2.1 Analisis pH tanah

pH (*potential of hidrogen*) tanah merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang di miliki oleh suatu larutan (Zulfian *et al.*, 2016).

Tabel 2. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap pH Tanah

Perlakuan	Analisis pH (8 MST)	Kriteria
M0	6,57 a	N
M1	6,84 c	N
M2	6,64 ab	N
M3	6,79 bc	N
M4	6,94 c	N

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam; Kriteria sifat kimia tanah n = netral (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Nilai pH mengalami penurunan dibandingkan dengan sebelum aplikasi menjadi 6,57-6,94 yang juga tergolong netral. Penurunan pH disebabkan oleh aktivitas mikroba yang ada di dalam pupuk hayati. Penurunan pH terjadi akibat pelepasan ion H^+ dalam proses nitrifikasi ammonia menjadi nitrit atau nitrat. Nitrifikasi merupakan proses perubahan ammonium menjadi nitrat oleh aktivitas enzim nitrogenase yang dimiliki oleh bakteri *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum*. Pada proses nitrifikasi berlangsung menjadi dua tahap yaitu nitritasi dan nitratasi. Nitritasi adalah proses mengubah amonium menjadi nitrit (NO_2^-) oleh bakteri nitritasi seperti Nitrosomonas. Sedangkan nitratasi adalah proses pengubahan nitrit menjadi nitrat (NO_3^-) oleh bakteri nitratasi seperti Nitrobacter (Ratna *et al.*, 2001).. Pada saat proses tersebut maka terdapat pelepasan ion H^+ di dalam tanah sehingga pH di dalam tanah dapat menurun (Ratna *et al.*, 2001).

pH juga akan mendukung pertumbuhan beberapa kelompok mikroba di dalam tanah. Nilai pH yang sesuai dengan kondisi hidupnya mikorba maka dapat menunjang aktivitas mikroba di dalam tanah. Menurut Nuzullul *et al.*, 2016 bahwa pH merupakan salah satu faktor dari lingkungan yang dapat berpengaruh

terhadap kondisi optimum suatu bakteri dalam pupuk hayati. Berdasarkan dari Tabel 5 pH analisis akhir pada perlakuan M1 (Mikoriza dan Pupuk Hayati 25 kg/ha) hingga M4 (Mikoriza dan Pupuk Hayati 100 kg/ha) antara 6,84-6,94 dan termasuk pada kisaran pH netral. Beberapa kelompok mikroba dapat tumbuh dengan baik pada pH netral. Contohnya adalah bakteri penambat nitrogen dari salah satu jenis mikroba di dalam pupuk hayati yaitu *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum* yang dapat optimal tumbuh pada pH 6,84-6,94. Hal ini sejalan dengan penelitian Nuzullul *et al.*, (2016) bakteri penambat nitrogen akan berkembang biak dengan baik pada pH >6.

4.2.2 Hasil analisis C-Organik

C-organik menggambarkan keadaan bahan organik di dalam tanah. Indikasi bahan organik dalam tanah dapat dilihat dari kandungan C-organik dan N-Total sehingga diperoleh nisbah C/N yang dapat dipakai untuk menduga ketersediaan hara dari mineralisasi bahan organik.

Tabel 3. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap C-organik Tanah

Perlakuan	Nilai C-Organik (%)	
	Analisis akhir (8 MST)	Kriteria
M0	0,35 a	Sr
M1	0,34 a	Sr
M2	0,52 b	Sr
M3	0,38 a	Sr
M4	0,37 a	Sr

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam; Kriteria sifat kimia tanah sr = sangat rendah (Balai Penelitian Tanah,2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza, dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap C-organik di dalam tanah. Hasil uji lanjut didapatkan perbedaan yang nyata antara perlakuan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati dosis 50 kg/ha (M2) dengan kontrol (M0) maupun dengan pupuk hayati dosis 25 kg/ha (M1), 75 kg/ha (M3), dan 100 kg/ha (M4). Analisis C-organik mengalami penurunan dibandingkan dengan analisis sebelum aplikasi perlakuan yaitu menjadi 0,34-0,52%. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh aktivitas mikoriza dan mikroba pada pupuk hayati yang memanfaatkan karbon dalam bahan organik sebagai sumber energi. Menurut hasil penelitian Pancadewi *et al.*, (2016) bahwa c-organik digunakan oleh mikroorganisme di dalam tanah

untuk mendapatkan sumber energi untuk keperluan hidupnya. Jika aktivitas mikroorganisme dalam tanah meningkat maka c-organik akan menurun karena karbon dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Intan *et al.*, 2013).

4.2.3 Analisis Tanah N-Total

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang banyak dan sangat penting karena merupakan penyusun utama protein dan beberapa molekul biologi lainnya. (Darmono *et al.*, 2009).

Tabel 4 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap N-Total Tanah

Perlakuan	Analisis N-Total (%) (8 MST)	Kriteria
M0	0,11 a	Sr
M1	0,13 ab	Sr
M2	0,14 b	Sr
M3	0,12 ab	Sr
M4	0,12 ab	Sr

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam; Kriteria sifat kimia tanah sr = sangat rendah (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa aplikasi mikoriza, dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap hasil N-total di dalam tanah. Hasil uji lanjut didapatkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (M0) dengan perlakuan aplikasi mikoriza dan dosis pupuk hayati 50 kg/ha (M2), sedangkan perlakuan M2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza dan dosis pupuk hayati 25 kg/ha (M1), 75 kg/ha (M3), dan 100 kg/ha (M4). Terjadi peningkatan antara kontrol dengan nilai N-total tanah yaitu sebesar 1,88-20,75%. Peningkatan terbesar pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 25 kg/ha (M1) sebesar 20,75%. Peningkatan nilai N-total dapat diduga disebabkan oleh aplikasi mikoriza dan pupuk hayati.

Peran pupuk hayati dalam perubahan nilai N-total tanah akhir dikarenakan kandungan mikroba penambat nitrogen. *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum* merupakan bakteri penambat nitrogen yang tergolong nonsimbiosis aerob dan berfungsi menghasilkan N melalui fiksasi N. Menurut Widiastuti *et al.*, (2010); Hartono dan Oslan 2014), bakteri penambat nitrogen dapat menambat nitrogen dari atmosfer karena memiliki enzim yang spesifik di dalam sel yaitu enzim nitrogenase, kemudian bakteri tersebut dapat memfiksasi N mengubah N₂

menjadi NH_4^+ . *Azospirillum* sp dapat menambat N_2 mencapai dua belas kali lebih dominan dibandingkan bakteri penambat N_2 lainnya yang hidup bebas dalam tanah (Samekto, 2008). Bakteri penambat nitrogen dapat tumbuh dengan baik pada kandungan N yang rendah. *Azotobacter* dan *Azospirillum* memanfaatkan gas nitrogen untuk melakukan sintesis protein bagi perkembangan selnya. Setelah sel *Azotobacter* ini mati, maka senyawa nitrogen organik dalam sel seperti protein dan asam nukleat akan dilepaskan ke lingkungan (Hartono dan Oslan 2014). Dengan demikian maka bakteri ini dapat menambah kandungan N ke dalam tanah yang dapat diserap oleh akar tanaman (Nurmala dan Pramudita 2010). Selain peran dari pupuk hayati mikoriza juga memiliki kemampuan untuk dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah yaitu dengan mengakumulasi dan mobilisasi nitrogen dari sumber organik. Menurut Barrett *et al.*, (2011), mikoriza memiliki kemampuan untuk mengakumulasi dan memobilisasi N dari sumber organik.

Berdasarkan dari hasil analisis N-total memiliki kriteria tanah yaitu sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh unsur nitrogen yang mobile (berpindah-pindah) sehingga dapat tercuci dan menguap sehingga ketersediaannya sangat kurang di dalam tanah. Menurut Darmono *et al.*, (2009), nitrogen merupakan salah satu unsur yang diperlukan dalam jumlah yang banyak tetapi keberadaannya di dalam tanah sangat mobile sehingga mudah hilang dari tanah melalui pencucian oleh gerakan aliran air maupun penguapan. Selain itu nitrogen dalam jumlah yang besar hilang dari dalam tanah juga dikarenakan di dalam tanah terdapat kegiatan jasad renik.

4.2.4 Analisis Tanah P-tersedia

Fosfor merupakan salah satu unsur hara esensial yang penting keberadaannya bagi tanaman. Fosfor di dalam tanah sebagian besar dalam bentuk fosfat terikat sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Hara fosfat diperlukan dalam proses metabolisme tanaman antara lain untuk merangsang pertumbuhan tanaman, perkembangan akar, dan berperan dalam pembelahan sel (Ginting *et al.*, 2006).

Tabel 5 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap P-tersedia Tanah

Perlakuan	Analisis P-Tersedia (ppm) (8 MST)	Kriteria
M0	49,42 a	St
M1	77,32 b	St
M2	99,85 c	St
M3	63,75 ab	St
M4	77,86 b	St

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam; Kriteria sifat kimia tanah t=tinggi, dan st= sangat tinggi (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa aplikasi mikoriza dan pupuk hayati dapat berpengaruh nyata terhadap P-tersedia di dalam tanah. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (M0) dengan perlakuan aplikasi mikoriza dan dosis pupuk hayati 25 kg/ha (M1), 50 kg/ha (M2) dan 100 kg/ha (M4). Pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2) menunjukkan nilai P-tersedia tertinggi yaitu 99,85 ppm. Hasil analisis P-tersedia mengalami peningkatan dibandingkan dengan sebelum aplikasi perlakuan yaitu sebesar 49,42-99,85 ppm. Pada aplikasi mikoriza dan pupuk hayati menunjukkan adanya peningkatan dibeberapa dosis yaitu M1 sebesar 56,46%, M2 sebesar 29,14%, dan M3 sebesar 21,13% dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan terbesar pada perlakuan aplikasi mikoriza dan dosis pupuk hayati 25 kg/ha (M1) yaitu sebesar 56,46%. Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah P-tersedia pada hasil analisis awal menunjukkan kriteria tinggi, setelah aplikasi perlakuan menunjukkan kriteria sangat tinggi.

Peningkatan unsur hara P-tersedia dan perubahan kriteria diduga karena adanya peran dari mikoriza dan jamur pelarut fosfat dalam pupuk hayati yaitu *Aspergillus tubingensis* dan *Penicillium* sp. Peran mikoriza dalam meningkatkan unsur P-tersedia di dalam tanah adalah mikoriza mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik. Menurut Nurhayati, (2012) hal ini dapat terjadi akibat enzim fosfatase yang dihasilkan oleh mikoriza mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan melalui mekanisme yang dirangsang oleh keberadaan asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa mikoriza, sehingga P anorganik dibebaskan dari sumber P organik. Mikoriza juga dapat menghasilkan asam-asam organik yang berperan, dimana asam oksalat yang dapat mengkhelat ion Ca ataupun ion Al dan menghilangkan dari larutan tanah dalam bentuk senyawa Ca-oksalat, ataupun Al-oksalat, sehingga P anorganik dapat terbebas dari kelarutan tanah (Nurhayati,

2012). Fosfat di dalam tanah terdapat dalam bentuk fosfat anorganik dan fosfat organik. Bentuk dari fosfat anorganik adalah senyawa-senyawa Ca-P, Fe-P, dan Al-P, sedangkan fosfor organik mengandung senyawa-senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroba yang tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan fitin (Raharjo *et al.*, 2007).

Peran jamur pelarut fosfat *Aspergillus tubingensis* dan *Penicillium* sp. dalam pupuk hayati juga diduga dapat meningkatkan ketersediaan unsur P-tersedia di dalam tanah. Menurut Raharjo *et al.*, (2007) *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. merupakan golongan jamur penting dalam melarutkan fosfat. Pemberian jamur *Penicillium* sp mampu meningkatkan P-tersedia, dimana peran dari jamur *Penicillium* sp yang dapat melarutkan P dalam tanah yang terjebak menjadi tersedia dalam tanah (Pratikto *et al.*, 2015). Mekanisme jamur pelarut fosfat adalah dengan melepaskan P dari pengikatnya dengan produksi asam-asam organik. Cendawan seperti *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. telah diketahui menghasilkan asam-asam organik. Keduanya telah diketahui mampu menghasilkan asam organik berupa asam oksalat, asam sitrat asam glukonat, dan asam suksinat (Khan. 2006). Sehingga jamur melarutkan fosfat dari tidak tersedia menjadi tersedia dengan melepaskan asam-asam organik dan enzim fosfatase sehingga fosfat dapat diserap oleh tanaman (Ginting *et al.*, 2006).

4.2.5 Analisis Tanah K-Tersedia

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro ketiga setelah nitrogen dan fosfor. Sumber kalium yang utama bagi tanaman berasal dari dalam tanah. menurut Nursyamsi, (2012) kalium umumnya diserap dalam tanaman dalam bentuk K-tersedia.

Tabel 6 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap K-tersedia Tanah

Perlakuan	Analisis P-Tersedia (ppm) (8 MST)	Kriteria
M0	0.79 a	Sd
M1	0.81 ab	T
M2	1.02 d	T
M3	0.93 cd	T
M4	0.91 bc	T

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam; Kriteria sifat kimia tanah Sd=Sedang (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap K-tersedia di dalam tanah. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara aplikasi kontrol (M0) dengan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2), 75 kg/ha (M3), dan 100 kg/ha (M4). Pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha menunjukkan nilai tertinggi dari K-tersedia sebesar 1,02 me/100g. Pada aplikasi mikoriza dan pupuk hayati menunjukkan adanya peningkatan di beberapa dosis yaitu M1 sebesar 12,5% dan M2 sebesar 25,93% dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan terbesar yaitu pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2) sebesar 25,93%. Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah pada kontrol (M0) nilai K-tersedia menunjukkan kriteria sedang, sedangkan pada aplikasi mikoriza dan pupuk hayati kriteria tinggi.

Peningkatan dan perubahan nilai kriteria dapat diduga adanya peran dari kelompok mikroba di dalam tanah yaitu mikoriza, mikroba penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba perombak bahan organik yang terkandung dalam pupuk hayati. Melalui proses aktivitas mikroba dan dekomposisi mikroba di dalam tanah sehingga sumber kalium dapat tersedia di dalam tanah. Hidayati et al., (2008) menyatakan bahwa kehadiran bakteri dan aktivitasnya sangat mempengaruhi peningkatan kandungan kalium, mikroba menggunakan kalium dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kalium, kalium dapat diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur, jika penguraian kembali maka kalium akan menjadi tersedia kembali.

4.3 Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

4.3.1 Hasil Analisis Jaringan Tanaman Jagung

Analisis jaringan tanaman merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui unsur hara yang diserap oleh tanaman. Liferdi, (2011) menyatakan bahwa konsentrasi suatu unsur hara di dalam tanaman merupakan hasil interaksi dari seluruh faktor yang mempengaruhi penyerapan unsur tersebut dari dalam tanah. Serapan hara adalah kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara di dalam tanah (Darman, 2008).

Tabel 7. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Serapan NPK Tanaman

Perlakuan	Nilai Serapan		
	N (g/tanaman)	P (g/tanaman)	K (g/tanaman)
M0	4,58 a	0,38 a	2,69 a
M1	4,92 a	0,44 a	3,27 ab
M2	5,74 b	0,58 b	4,07 c
M3	4,72 a	0,40 a	3,10 ab
M4	4,94 a	0,43 a	3,58 bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap serapan hara nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil uji lanjut didapatkan bahwa serapan unsur hara nitrogen dan fosfor berbeda nyata antara kontrol (M0) dengan perlakuan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2). Hasil uji lanjut pada serapan unsur kalium didapatkan bahwa aplikasi kontrol (M0) berbeda nyata terhadap aplikasi mikoriza dan pupuk hayati dosis 50 kg/ha (M2) dan 100 kg/ha (M4).

Berdasarkan nilai serapan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium terjadi peningkatan antara kontrol dengan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati pada beberapa dosis yaitu 25 kg/ha (M1), 50 kg/ha (M2), 100 kg/ha (M4), dan tidak terjadi peningkatan pada aplikasi mikoriza dan pupuk hayati 75 kg/ha (M3). Peningkatan serapan nitrogen terbesar pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2) sebesar 16,67%. Peningkatan serapan fosfor terbesar yaitu pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2) sebesar 31,81%. Peningkatan serapan kalium terbesar pada perlakuan mikoriza dan pupuk hayati 50 kg/ha (M2) sebesar 24,46%.

Peningkatan serapan nitrogen pada tanaman jagung diduga adanya peran dari mikroba penambat nitrogen pada pupuk hayati yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Tanaman tidak dapat menyerap unsur nitrogen langsung dari udara sehingga dengan adanya bakteri penambat nitrogen *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum*. Menurut Hasanudin, (2003) bakteri *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum* akan memfiksasi N dari udara yang selanjutnya mikroba tersebut akan melepaskan N ke dalam tanah bersama dengan tubuhnya melalui penguraian, sehingga nitrogen di dalam tanah dapat cukup tersedia yang

menyebabkan serapan nitrogen oleh tanaman dapat meningkat. *Azospirillum* dan *Azotobacter* juga dapat yang tumbuh dengan baik pada perakaran tanaman dengan kandungan N yang rendah (Widiastuti *et al.*, 2010).

Peningkatan serapan fosfat dapat disebabkan adanya aplikasi mikoriza dan mikroba pelarut fosfat di dalam pupuk hayati. Mikoriza dapat meningkatkan serapan P karena adanya hifa yang bersimbiosis dengan akar sehingga terjadi perluasan jangkauan akar sehingga dapat menyerap fosfat lebih banyak. Menurut Simanungkalit, (2006) dalam meningkatkan serapan P mikoriza memiliki struktur hifa yang menjalar keluar ke dalam tanah, hifa yang meluas ini melampaui jauh jarak yang dapat dicapai pada akar yang tidak terdapat mikoriza. Ketika ketersediaan fosfat tersebut sudah habis maka hifa membantu menyerap fosfat ditempat-tempat yang masih tersedia. Mikroba pelarut fosfat dapat berperan dalam serapan tanaman dengan melarutkan fosfor di dalam tanah sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Menurut Ginting *et al.*, (2006), penggunaan mikroba pelarut fosfat dapat mensubstitusi sebagian atau seluruhnya kebutuhan tanaman terhadap unsur fosfor, tergantung pada kandungan fosfor di dalam tanah.

Peningkatan serapan kalium diduga adanya aplikasi mikoriza di dalam tanah, sehingga hifa mikoriza dapat menginfeksi akar tanaman sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara termasuk kalium di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Menurut Musfal (2010), bahwa jaringan hifa yang menginfeksi akar tanaman akan memperluas bidang serapan akar terhadap air dan unsur hara. Ukuran hifa yang sangat halus pada bulu-bulu akar akan memungkinkan hifa dapat memasuki pori-pori tanah yang paling kecil sehingga hifa tetap dapat menyerap air pada kondisi kadar air tanah yang rendah. Serapan air yang lebih besar oleh tanaman yang terdapat mikoriza juga akan membawa unsur hara seperti N, P, dan K sehingga serapan hara oleh tanaman akan meningkat.

4.3.2 Tinggi Tanaman Jagung

Berdasarkan hasil analisis ragam Tabel 18 didapatkan bahwa aplikasi mikoriza dan pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 6 MST dan 8 MST. Tinggi tanaman 2 MST dan 4 MST berdasarkan analisis ragam tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan. Hasil uji lanjut pada tinggi tanaman 6 MST menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol

(M0) dengan perlakuan aplikasi mikoriza dan dosis pupuk hayati 50 kg/ha (M2), dan 75 kg/ha (M3). Hasil uji lanjut pada tinggi tanaman 8 MST menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (M0) dengan perlakuan aplikasi mikoriza dan dosis pupuk hayati 50 kg/ha (M2).

Tabel 8. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
M0	9,00	21,50	30,00 a	75,50 a
M1	10,63	24,88	33,38 a	88,50 ab
M2	10,00	21,75	42,75 b	101,25 b
M3	9,38	25,50	40,75 b	89,00 ab
M4	9,25	19,25	33,13 a	84,00 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam.

Pada 2 MST dan 4 MST tinggi tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap aplikasi mikoriza dan pupuk hayati. Hal ini dapat disebabkan oleh mikoriza dan pupuk hayati dalam tahap adaptasi untuk penyesuaian diri. Tahapan awal pertumbuhan mikroba adalah fase adaptasi mikroba yang berada dalam tahap penyesuaian terhadap lingkungan yang baru (Fitrah *et al.*, 2017). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Husen *et al.*, (2009), yang menyatakan bahwa pada saat tertentu pertumbuhan mikroba pelarut fosfat dalam melarutkan P maupun memacu pertumbuhan tanaman jagung belum bekerja secara optimal.

Pada 6 MST dan 8 MST tinggi tanaman berpengaruh nyata terhadap aplikasi mikoriza dan pupuk hayati. Hal ini diduga oleh adanya pengaruh dari mikoriza dan mikroba di dalam tanah yang telah beradaptasi dan bekerja secara optimal sehingga menyediakan unsur hara terutama nitrogen untuk kebutuhan tanaman, karena nitrogen merupakan unsur yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan pada masa vegetatif. Menurut Ikhwana (2015), nitrogen yang cukup tersedia bagi tanaman merupakan hara utama yang pada umumnya sangat diperlukan tanaman karena mampu mendorong untuk pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar.

4.3.3 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis ragam Tabel 19 menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza dan pupuk hayati tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun dari awal tanam hingga akhir.

Tabel 9. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk Hayati terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
M0	4.00	7.50	9.50	9.50
M1	4.50	7.25	10.25	10.25
M2	4.25	7.75	9.75	10.75
M3	4.50	8.50	10.00	10.25
M4	4.00	7.00	8.75	9.75

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata terhadap Uji DMRT taraf 5%; MST= Minggu Setelah Tanam.

Hal ini diduga adanya pengaruh faktor genetik dari tanaman jagung, sehingga menyebabkan rata-rata jumlah daun keseluruhan sama. Menurut Martoyo (2001), pertumbuhan daun memiliki hubungan yang erat dengan faktor genetik, sehingga aplikasi pemupukan terhadap jumlah daun tidak memiliki pengaruh yang nyata. Faktor lain yang diduga dapat menyebabkan jumlah daun tidak berpengaruh nyata adalah kandungan unsur hara nitrogen di dalam tanah. Menurut Lakitan (2008) menyatakan bahwa nitrogen merupakan unsur yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun pada tanaman. Jumlah daun juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya dan intensitas matahari pada tempat perlakuan dalam kondisi yang sama maka pertumbuhan tanaman akan relative sama. Menurut Erlita dan Hariani (2017), bahwa pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya dan suhu yang berperan penting dalam produksi dan transportasi bahan makanan sehingga dengan intensitas cahaya yang sama maka pertumbuhan tanaman yang dihasilkan juga relatif sama.

4.4 Pembahasan Umum

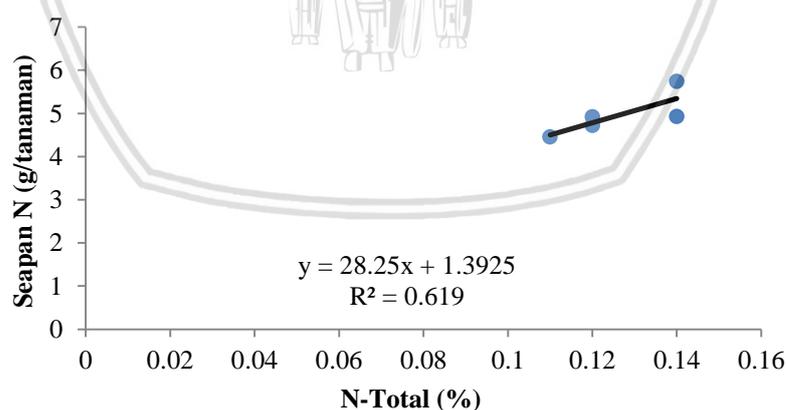
Perlakuan aplikasi mikoriza dan pupuk hayati yang diberikan pada tanah dapat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium, dan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi serapan NPK dan tinggi tanaman. Pertumbuhan tanaman dapat meningkat akibat peran dari unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang digunakan selama proses pertumbuhan tanaman. Menurut Lakitan, (2008) bahwa unsur nitrogen penting bagi tanaman sebagai penyusun asam amino, nukleotida, serta esensial untuk pembelahan dan pembesaran sel. Fosfor berperan dalam fotosintesis, respirasi,

dan metabolisme tanaman, kalium berperan sebagai activator dari berbagai enzim esensial dalam reaksi fotosintesis, respirasi, dan sintesis protein.

4.4.1 Hubungan antara unsur hara NPK dengan serapan NPK

Unsur hara nitrogen fosfor, dan kalium di dalam tanah berhubungan positif dengan serapan nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman jagung. Hubungan positif menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan unsur hara diikuti dengan peningkatan serapan hara pada tanaman. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Hasanudin, (2003) bahwa adanya peningkatan ketersediaan unsur hara seperti nitrogen, fosfor dan kalium dapat meningkatkan serapan NPK pada tanaman jagung.

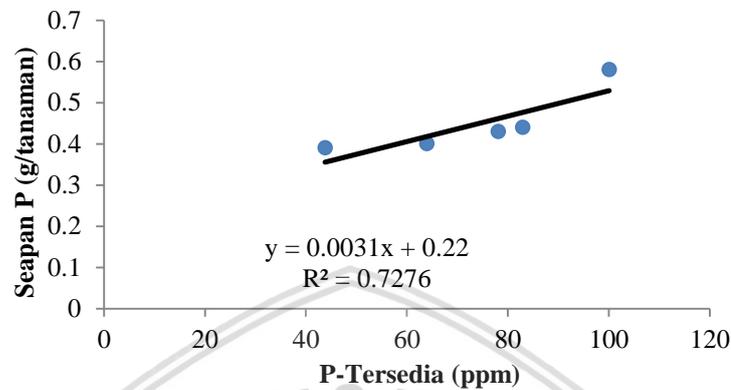
Unsur hara nitrogen dan serapan N memiliki hubungan positif yang kuat dengan nilai korelasi 0,79 (Lampiran 7) dan garis linier $y=28,25x + 1,3925$ dengan $R^2= 0,619$ (Gambar 3), artinya bahwa sebesar 61% serapan N pada tanaman jagung dipengaruhi oleh unsur N-total di dalam tanah. Menurut Arifin *et al.*, (2010) bentuk interaksi positif menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara N di tanah mempengaruhi serapan N tanaman hal ini disebabkan oleh unsur hara nitrogen dalam tanah dapat berfungsi sebagai penyusun protein, klorofil, asam amino, dan senyawa organik sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara nitrogen dapat meningkat.



Gambar 1. Hubungan N-Total dengan Serapan N

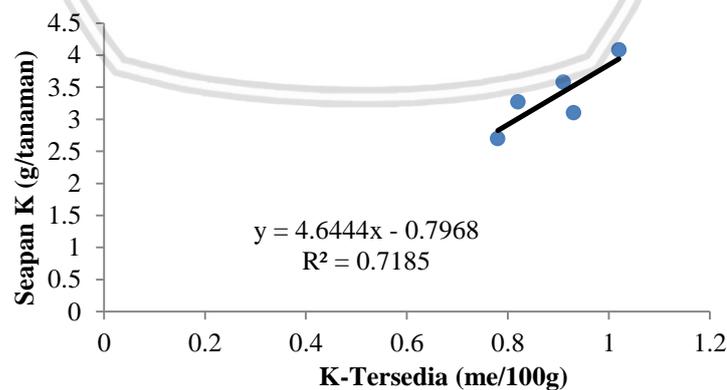
Unsur hara fosfor dan serapan P memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,85 (Lampiran 7) dan garis linier $y=0,0031x + 0,22$ dengan $R^2= 0,7276$ (Gambar 4), artinya bahwa sebesar 73% serapan P pada tanaman jagung dipengaruhi oleh unsur P-tersedia di dalam tanah. Menurut

Nuryani *et al.*, (2010) menyatakan bahwa serapan P dipengaruhi oleh masukan fosfor didalam tanah, fosfor didalam tanah meningkat maka ketersediaan fosfor juga akan meningkat. Fosfor yang tersedia maka dapat digunakan oleh tanaman sehingga akan mempengaruhi serapan P oleh tanaman.



Gambar 2. Hubungan P-Tersedia dengan Serapan P

Unsur hara kalium dan serapan K memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,85 (Lampiran 7) dan garis linier $y=4,6444x - 0,7968$ dengan $R^2= 0,7185$ (Gambar 5), artinya bahwa sebesar 72% serapan K pada tanaman jagung dipengaruhi oleh unsur K-tersedia di dalam tanah. Menurut Nuryani *et al.*, (2010) menyatakan bahwa kalium yang tersedia didalam tanah maka dapat diserap kedalam akar melalui serapan yang dikendalikan secara metabolik, sehingga serapan K dapat meningkat jika kandungan kalium didalam tanah juga meningkat.

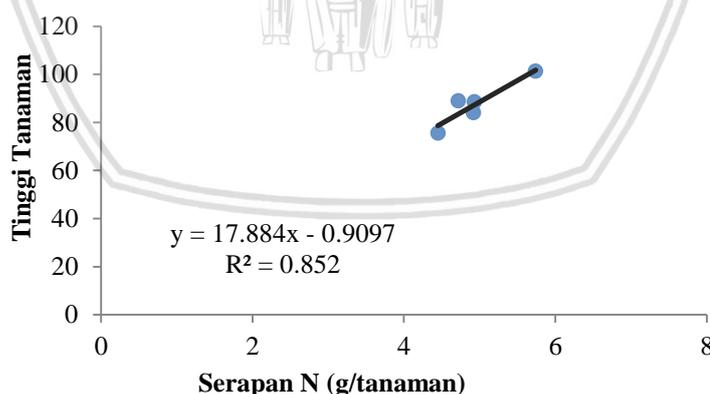


Gambar 3. Hubungan K-Tersedia dengan Serapan K

4.4.2 Hubungan antara serapan NPK dengan tinggi tanaman jagung

Serapan hara nitrogen, fosfor, dan kalium terhadap tinggi tanaman jagung berhubungan positif. Hubungan positif menunjukkan bahwa peningkatan serapan unsur hara diikuti dengan peningkatan tinggi tanaman jagung. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Yasifun (2008) menyatakan bahwa tinggi tanaman terjadi karena adanya proses pembelahan dan pemanjangan sel. Proses tersebut memerlukan hara dalam jumlah besar. Menurut Rosmimi dan Septiadi, (2012) jika ketersediaan unsur hara di dalam tanah meningkat, maka serapan hara oleh tanaman juga semakin besar. Dengan besarnya unsur hara yang diserap tanaman maka fisiologis dan metabolisme tanaman akan berjalan lancar. Hasil fisiologis dan metabolisme tersebut akan meningkatkan tinggi tanaman.

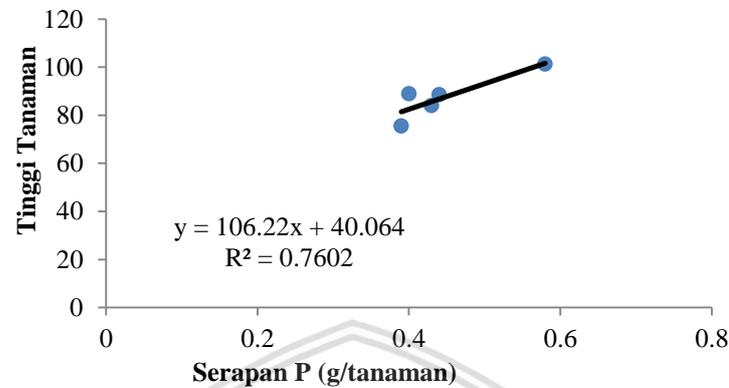
Serapan N dan tinggi tanaman memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,92 (Lampiran 7) dan garis linier $y=17,884x-0,9097$ dengan $R^2=0,852$ (Gambar 6), artinya bahwa sebesar 85% tinggi tanaman dipengaruhi oleh serapan N tanaman jagung. Menurut Arifin *et al.*, (2010) hal ini disebabkan oleh penyerapan nitrogen oleh tanaman akan meningkat sehingga akan mempercepat pengubahan karbohidrat menjadi protein dan digunakan dalam menyusun dinding sel, peningkatan ukuran sel maka dapat menambah tinggi tanaman.



Gambar 4. Hubungan Serapan N dengan Tinggi Tanaman

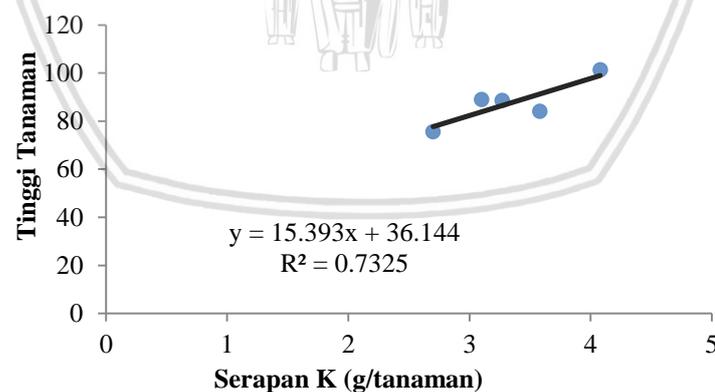
Serapan P dan tinggi tanaman memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,87 (Lampiran 7) dan garis linier $y=106,22x+40,064$ dengan $R^2=0,7602$ (Gambar 7), artinya bahwa sebesar 76% tinggi tanaman dipengaruhi oleh serapan P tanaman jagung. Menurut Arifin *et al.*, (2010)

kemampuan akar tanaman dalam menyerap hara jika semakin besar maka jumlah hara yang diserap tanaman juga semakin besar sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman semakin baik.



Gambar 5. Hubungan Serapan P dengan Tinggi Tanaman

Serapan K dan tinggi tanaman memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan nilai korelasi 0,86 (Lampiran 7) dan garis linier $y=15,393x+36,144$ dengan $R^2=0,7325$ (Gambar 8), artinya bahwa sebesar 73% tinggi tanaman dipengaruhi oleh serapan K tanaman jagung. Menurut Filyah *et al.*, (2016) menyatakan bahwa peningkatan serapan hara tanaman berpengaruh terhadap tinggi tanaman jagung.



Gambar 6. Hubungan Serapan K dengan Tinggi Tanaman

Berdasarkan dari hasil regresi hubungan serapan NPK dengan tinggi tanaman didapatkan bahwa serapan unsur N merupakan serapan yang berpengaruh paling besar terhadap tinggi tanaman. Hal ini dapat disebabkan oleh unsur nitrogen sangat dibutuhkan saat pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Ikhwana (2015),

nitrogen yang cukup tersedia bagi tanaman merupakan hara utama yang pada umumnya sangat diperlukan tanaman karena mampu mendorong untuk pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan mikoriza dan pupuk hayati mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanah.
2. Perlakuan mikoriza dan pupuk hayati mampu mendukung pertumbuhan tanaman jagung. Perlakuan mikoriza dan pupuk hayati dapat meningkatkan serapan NPK dan tinggi tanaman jagung.
3. Ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium, dan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi kadar hara NPK, serapan NPK, tinggi tanaman.

5.2 Saran

Penggunaan kelompok mikroba tanah memberikan pengaruh yang cukup baik bagi ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman namun perlunya dilakukan penambahan parameter untuk analisis sifat kimia tanah untuk mengetahui pengaruh aplikasi perlakuan terhadap sifat kimia tanah lainnya seperti KTK, Ca, Mg, Na, dan KB.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, F., Syamsudi, Utami S, N,H., dan Bostang R. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays* L). J. Ilmu-ilmu Hayati. 10 (3) : 298-304.
- Barrett, G., Campbell, C,D., Fitter, A,H., and Hodge. 2011. The Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus Hoi* Can Capture And Transfer Nitrogen From Organik Patches To Its Associated Host Plant At Low Temperature. Applied Soil Ecology.48 : 102-105.
- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2002. The Nature and Properties of Soil. 13th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 584-585.
- Cahyani, Ratri. 2009. Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota, Potensi Infeksi Mikoriza dan Pertumbuhan Tanaman. J. Ilmu Tanah dan Agroklimat. 6 (1) : 43-52.
- Daftar pustaka
- Darmono, G., Suwardi, dan Darmawan. 2009. Pola Pelepasan Nitrogen Dari Pupuk Tersedia Lambat (*Slow Release Fertilizer*) Urea-Zeolit-Asam Humat .J. Zeolit Indonesia. 8 (2) : 89-96
- Dian, Fiantis. 2015. Morfologi dan Klasifikasi Tanah. LPTIK Universitas Andalas. Sumatera Barat.
- Ekawati, I., dan Syekhfani. 2005. Dekomposisi tajuk padi oleh biakan campuran bakteri selulolisis dan penambat nitrogen. J. Pembangunan Pedesaan. 5 : 120-128.
- Elfiati, Deni. 2016. Indeks Pelarutan Fungi Pelarut Fosfat dengan Menggunakan Empat Sumber Fosfat. Prosding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Palembang.
- Erlita dan Farida. 2017. Pemberian Mikoriza dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays*).J. Agrium. 20 (3) : 268-272.
- Filiyah., Nurjaya., dan Syekhfani. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kcl Terhadap N, P, K Tanah Dan Serapan Tanaman Pada Inceptisol Untuk Tanaman Jagung Di Situ Hilir, Cibungbulang, Bogor. 3 (2) : 329-337.
- Fitrah, R., Irfan, M., dan Robbana. 2017. Analisis Bakteri Tanah Di Hutan Larangan Adat Rumbio. Jurnal Agrotek. 8 (1) : 17-22.
- Frobel, Dewanto, G.Londok, J., Tuteurong, Kaunang. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan. Jurnal Zootek. 32 (5) : 1-8
- Ginting, R.C.B., Saraswati R., dan Edi Husen. 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 141-158.
- Hasanudin, dan B.M. Gonggo, .2004 .Pemanfaatan Mikrobia Pelarut Fosfat dan Mikoriza Untuk Perbaikan Fosfor Tersedia Serapan Fosfor Tanah (Ultisol)

- dan Hasil Jagung (Pada Ultisol). Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian Indonesia. 6: 8-13.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan Ketersediaan dan Serapan N dan P serta Hasil Tanaman Jagung Melalui Inokulasi Mikoriza, *Azotobacter* dan Bahan Organik pada Ultisols. J. Ilmu-ilmu Pertanian. 5 (2) : 83-89.
- Hidayati, A., Harlis E., dan Marlina, T. 2008. Upaya Pengolahan Feses Domba dan Limbah Usar (*Vitiveria zizanioides*) Melalui Berbagai Metode Pengomposan. J. Ilmu Ternak. 8 (1) : 87-99.
- Husen, R., R. Stakaranwati, dan R. D. Hastuti. 2006. Rhizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Tanah. 191-209.
- Imam, F., Syakir M., Liferdi., L. 2017. Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk N, P, dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.). J. Hort. 27 (1) : 69-78.
- Intan N., Damanik, dan Gantar. 2013. Ketersediaan Nitrogen Pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik Dan Serapannya Pada Tanaman Jagung. J. Agrotek. 1 (3) : 479-485.
- I.R. Sastrahidayat. 2011. Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza dalam Meningkatkan Produksi Pertanian. Malang. Universitas Brawijaya Press.
- Karsidi, P., Haryati, Y. 2016. Pemberian Pupuk N, P, dan K Berdasarkan Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai. J. Agrotrop. 6 (1) : 1-8.
- Khan AG. 2006. Mycorrhizoremediation - an enhanced form of phyto remediation. J Zhejiang Univ Science B 7 (7): 503-514.
- Lakitan B, 2008 . Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafi ndo Persada, Jakarta. Hlm. 155-168.
- Leiwakabessy, F.M. dan A. Sutandi. 2004. Pupuk dan Pemupukan. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Liferdi, L., dan Poerwanto. 2011. Korelasi Konsentrasi Hara Nitrogen Daun dengan Sifat Kimia Tanah dan Produksi Manggis. J. Hortikultur. 21(1) : 14-23.
- Lukman, A., Puspitasari A., Fatmah S, H., dan Oslan J. 2012. Ketersediaan Nitrogen Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) yang Diperlakukan dengan Pemberian Pupuk Kompos Azolla. J. Sainsmat. 1 (2) : 167-180.
- Marschner, H. 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. Academic Press, Harcourt Brace & Company, Publisher. Tokyo.
- Martoyo, K. 2001. Penanaman Beberapa Sifat Fisik Tanah Ultisol pada Penyebaran Akar Tanaman Kelapa Sawit. PPKS. Medan.
- Muhammad, dan Setyaningrum, Haris. 2017. Eksplorasi dan Aplikasi Mikoriza Sebagai Masukan Teknologi Pupuk hayati Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Mutu Melon. Jurnal Agroqua. 15 (2) : 5.

- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Dunia Pustaka Jaya. Jakarta.
- Musafa, M.K., Aini, L. Q., Prasetya, Budi. (2015). Peran Mikoriza Arbuskula dan Bakteri *P. fluorescens* dalam Meningkatkan Serapan P dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (2) :191-197.
- Musfal. 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *J. BPTP Sumatera Utara*. Medan. 4 (29) : 154-158.
- Nailul, F., Muslihatin, W., dan Nurhidayati, T. 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *J. Sains dan Seni ITS*. 5 (2) : 53-56
- Notohadiprawiro, T., Soekodarmodjo S, dan Endang S. 2006. Pengolahan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan. *Ilmu Tanah UGM*.
- Nurhayati. 2012. Pengaruh Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum terhadap Infektivitas dan Efektivitas Mikoriza. *J. Agrista*. 6 (2) : 80-86.
- Nursyamsi D., dan Setyorini, D. 2009. Ketersediaan P Tanah-Tanah Netral dan Alkalin. *J. Tanah dan Iklim*. 20 : 25-36.
- Nursyamsi, D., dan Suprihati. 2005. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Kedelai (*Glycine max*). *J. Bul. Agron*. 33 (3) : 40-47.
- Nursyamsi, Dedi. 2012. Teknologi Peningkatan Efisiensi Pemupukan K pada Tanah-Tanah yang didominasi Smektit. *J. Sumberdaya Lahan*. 6 (1) : 9-21.
- Nuryani, Sri., Muhsin, Haji., dan Nasih, Widya,. 2010. Serapan Hara NPK pada Tanaman Padi dengan Berbagai Lama Penggunaan Pupuk Anorganik pada Vertisol Sragen. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 10 (1) : 1-13.
- Pancadewi, S., Masfiatul F., dan Santoso, S. 2016. Pengaruh Macam Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Amonium, C-organik, dan Populasi Mikroorganisme pada Tanah Inceptisols. *J. Plumula*. 5 (2) : 99-106.
- Pratikto S., Sabrina, T., dan Sembiring. 2015. Pengaruh Jamur Pelarut Fosfat, Waktu Aplikasi Dan Pupuk Fosfat Untuk Meningkatkan Ketersediaan Dan Serapan P Tanaman Kentang Pada Andisol Terdampak Erupsi. *J. Agrotek*. 4 (1) : 1777-1785.
- Puslittanak. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia skala 1 : 1.000.000. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Puslittanak. 2003. Usahatani pada Lahan Kering, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Raharjo., B, Suprihadi, A., Agustina. 2007. Pelarutan Fosfat Anorganik oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat Secara In Vitro. *J. Sains dan Matematika*. 15 (2) : 45-54.
- Ratna S., Martani E., dan Hendro B. 2001. Dinamika Populasi Mikroorganisme yang Berperan Dalam Nitrifikasi di Beberapa Jenis Tanah Akibat Perlakuan Paraquat. *J. Biosmart*. 3 (1) : 7-13.

- Riwandi, Handajaningsih, M., dan Hasanudin. 2014. Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marginal. UNIB PRESS. Bengkulu.
- Rosmimi dan Septiadi. 2012. Serapan Hara N, P, K dan Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Medium Gambut yang Diaplikasikan Amelioran Dregs dan Pupuk N, P, K. J. Agrotek. Trop. 1 (2) : 21-30.
- Salisbury, F. B & C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB. Bandung.
- Samekto, R. 2008. Bioteknologi dan Keharaan Tanaman (Mikroorganisme, Nitrogen dan Fosfor). J. Inov. Pertan. 7: 66-85.
- Saraswati R., Santosa E., dan Yuniarti E. 2006 Organisme Perombak Bahan Organik. dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 211-230.
- Sembiring Y.R.V., Nugroho A., dan Istanto. 2013. Kajian Penggunaan Mikroorganisme Tanah Untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Pada Tanaman Karet. Warta Perkaretan. 32 (1) : 7-15.
- Shoni, R., Heni, P., dan Sugiyanta. 2015. Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati serta Reduksi NPK terhadap Ketersediaan Hara dan Populasi Mikroba Tanah pada Tanaman Padi Sawah Musim Tanam Kedua di Krawang, Jawa Barat. Bul. Agrohorti. 3 (3) : 330-339.
- Simanungkalit, R.D.M. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 159-190.
- Simanungkalit, R.D.M., Saraswati R., Hastuti D.R., dan Edi Husen. 2006. Bakteri Penambat Nitrogen dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 113-140.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000. Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. Dalam Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. 21-66.
- Subandi. 2013. Peran dan Pengelolaan Hara Kalium untuk Produksi Pangan di Indonesia 1. J. Pengembangan Inovasi Pertanian. 6 (1) : 1-9.
- Subowo, Jati, P., dan Rochayati. 2013. Prospek dan Tantangan Pengembangan Biofertilizer untuk Perbaikan Kesuburan Tanah. J. Sumberdaya Lahan 7 (1) : 16-26.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Supeni, S., Suharno, dan Iriandi, Hb. 2011. Endomikoriza yang Berasosiasi dengan Tanaman Pertanian Non-legum di Lahan Pertanian Daerah Transmigrasi Koya Barat, Kota Jayapura. J. Biologi Putra. 3 (1) : 1-8.
- Suriadikarta, A., dan Simanungkalit, R.D.M. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 1-10.

- Ulfyah, A., Rajamuddin, dan Idham Sanusi. 2014. Karakteristik Morfologi dan Klasifikasi Tanah Inceptisols pada Beberapa Sistem Lahan di Kabupaten Jeneponon Sulawesi Selatan. *J. Agroland*. 21 (2) : 81 – 85.
- WidiawatiH., Siswanto, dan Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan Seleksi Beberapa Isolat *Azotobacter* sp. untuk Meningkatkan Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman .*Buletin Plasma Nutfah*. 16 (2) : 160-167.
- Yasifun, Ngama. 2008. Respon Pertumbuhan, Serapan Hara dan Efisiensi Penggunaan Hara Tanaman Jagung dan Kedelai Terhadap Kompos yang Diperkaya Mikrob Activator.*IPB*.
- Zulfian A., Saniman, dan Ishak. 2016. Sistem Penghitung pH Berbasis Mikrokontroller. *J. Saintikom*. 15 (2) : 101-108.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Sifat Tanah

Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009)

Parameter Tanah	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg/100g)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
P ₂ O ₅ Bray (ppm P)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen (ppm P)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (me/100g tanah)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
Susunan kation	<2	2-5	6-10	11-20	>20
- Ca (me/100g tanah)	<0,3	0,4-1	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
- Mg (me/100g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	>1
- K (me/100g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
- Na (me/100g tanah)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1
Kejenuhan basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80

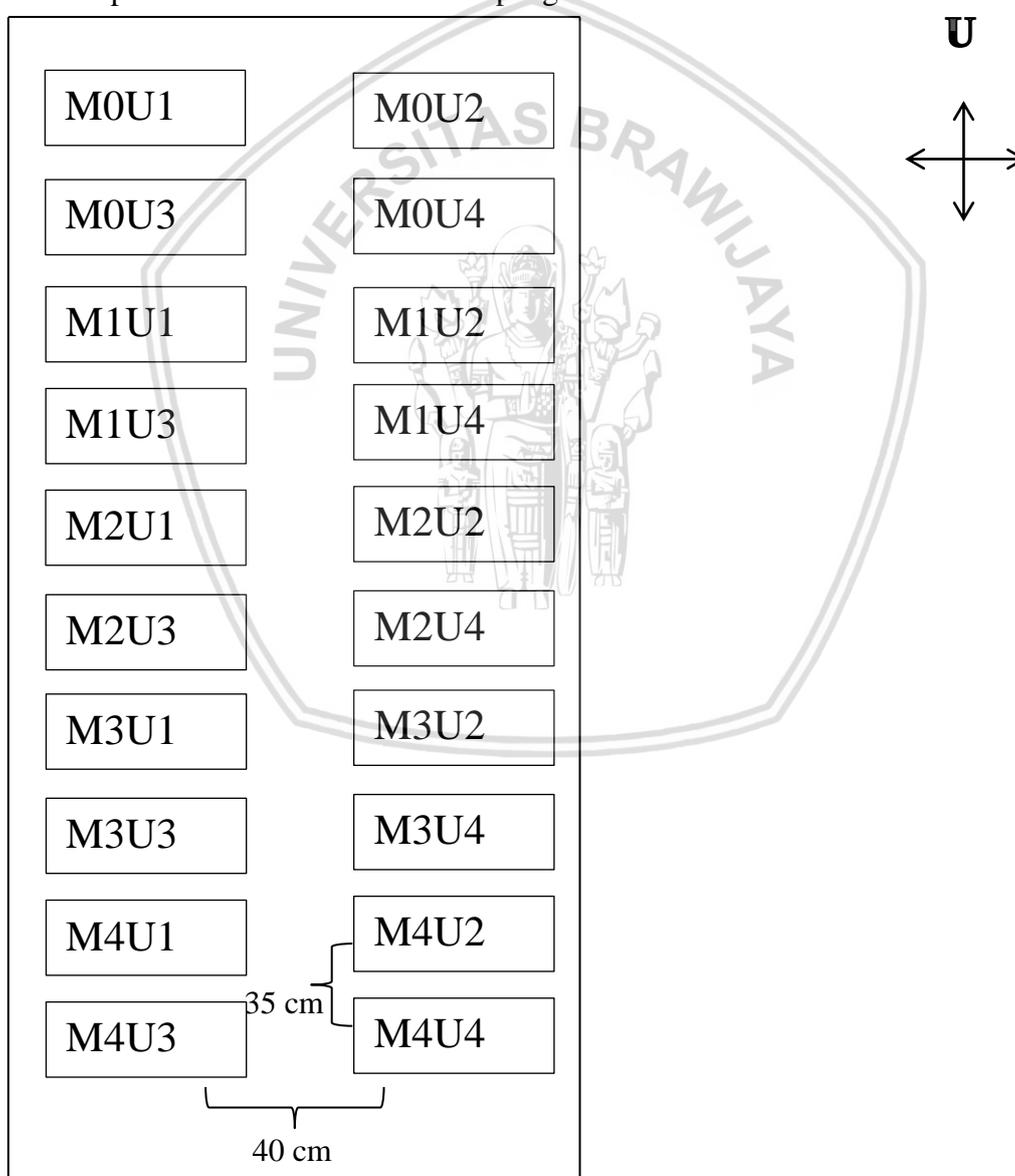
Parameter Tanah	Nilai					
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Lampiran 2. Denah Perlakuan Penelitian

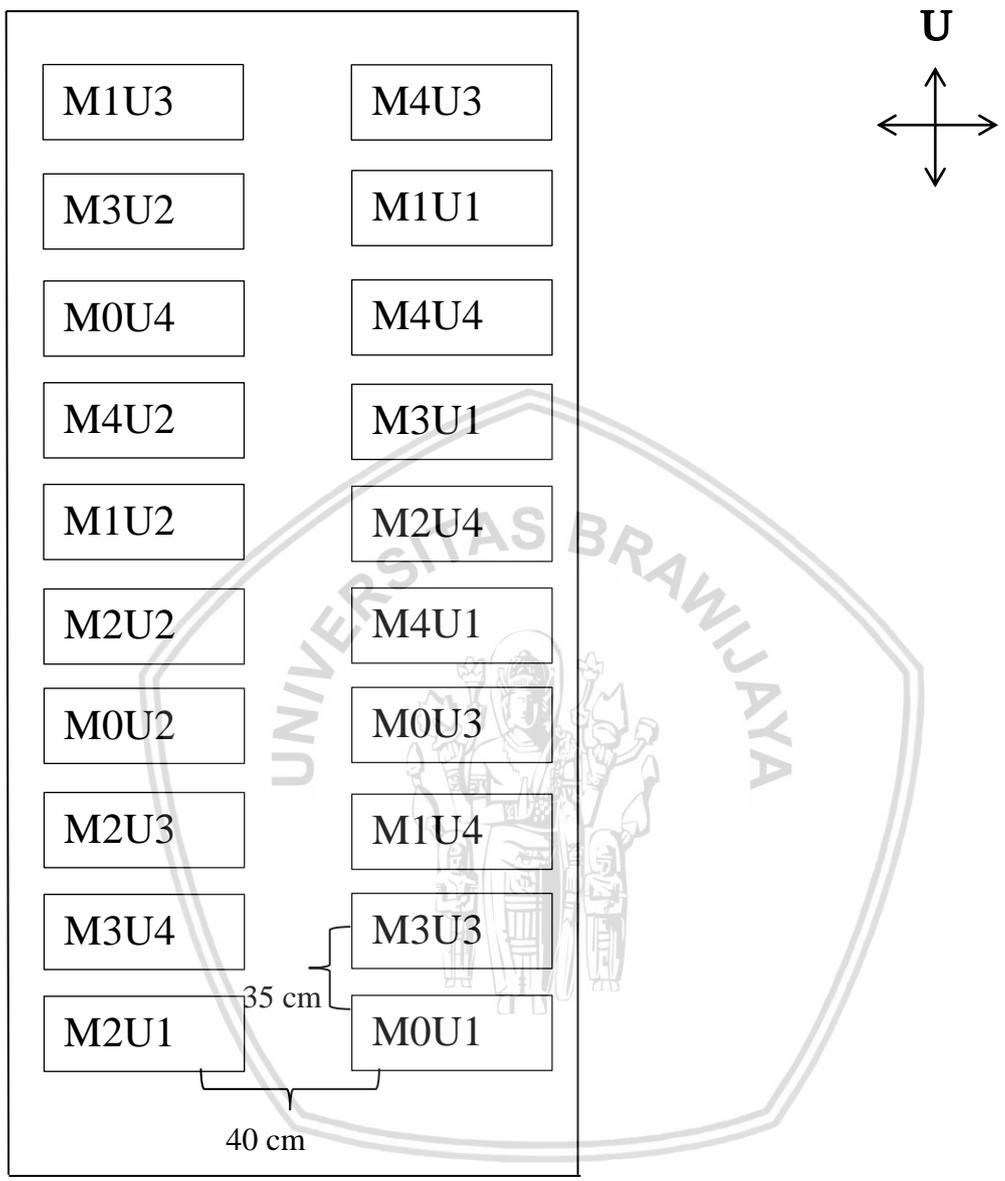
Tabel 1 Perlakuan Penelitian

Perlakuan	Ulangan			
	U1	U2	U3	U4
M0	M0U1	M0U2	M0U3	M0U4
M1	M1U1	M1U2	M1U3	M1U4
M2	M2U1	M2U2	M2U3	M2U4
M3	M3U1	M3U2	M3U3	M3U4
M4	M4U1	M4U2	M4U3	M4U4

Denah perlakuan sebelum dilakukan pengacakan



Lanjutan Lampiran 2 Denah perlakuan setelah pengacakan



Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Tanaman Jagung

Diketahui : Dosis rekomendasi pupuk Urea dan NPK adalah 300 kg/ha

Jarak tanam = 80 x 20 cm

Populasi tanaman = luas lahan 1 ha / jarak tanam

$$= 10.000 \text{ m}^2 / 0,16 \text{ m}^2$$

$$= 62.500 \text{ tanaman/ha}$$

Kebutuhan pupuk anorganik

Dosis urea/polibag = 300.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 4,8 \text{ g/tanaman}$$

Dosis NPK/polibag = 300.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 4,8 \text{ g/tanaman}$$

Diketahui : Dosis rekomendasi pupuk petrogenik 500 kg/ha dan mikroba 25 kg/ha, 50 kg/ha, 75 kg/ha, 100 kg/ha

Kebutuhan pupuk organik

Dosis petrogenik = 500.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 8 \text{ g/tanaman}$$

Dosis MPN+MPF 25 kg/ha = 25.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 0,4 \text{ g/tanaman}$$

Dosis MPN+MPF 50 kg/ha = 50.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 0,8 \text{ g/tanaman}$$

Dosis MPN+MPF 75 kg/ha = 75.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 1,2 \text{ g/tanaman}$$

Dosis MPN+MPF 100 kg/ha = 100.000 g / 62.500 tanaman/ha

$$= 1,6 \text{ g/tanaman}$$

Lampiran 4. Deskripsi Jagung Hibrida Varietas BIMA 14 BATARA

Tanggal dilepas	: 23 September 2011
Asal	: N51/Mr15 N51 diekstrak dari RILs (<i>Recombinant inbreed lines</i>) populasi, genotipe syngenta dengan <i>bulk selfing plant to plant</i> , toleran kekeringan, Mr15 dikembangkan dari populasi Suwan 3 <i>selfing plant to plant</i> (SW3(RRS)C3-3) dengan metode reciprocal recurrent selection.
Umur	: Agak dalam 50% keluar rambut : + 55 hari
Masak fisiologis	: + 95 hari
Tinggi tanaman	: + 199 cm
Batang	: Besar dan kokoh
Warna batang	: Hijau tua
Warna daun	: Hijau
Keragaman tanaman	: Seragam
Perakaran	: Kuat
Kerebahan	: Tahan rebah
Bentuk malai	: Semi kompak
Warna malai	: Krem (anther)
Warna sekam	: Hijau krem (glume)
Warna rambut	: Krem
Bentuk tongkol	: Besar kerucut, panjang + 24 cm dan silindris
Kedudukan tongkol	: + 95 cm pertengahan tinggi tanaman
Kelobot	: Menutup dengan baik, rapat
Tipe biji	: Mutiara
Baris biji	: Lurus dan rapat
Warna biji	: Kuning
Jumlah baris/tongkol	: 14 – 16 baris
Bobot 1000 biji	: + 356,50 g
Rata-rata hasil	: 10,1 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	: 12,9 t/ha pipilan kering
Kandungan karbohidrat	: + 64,214%
Kandungan protein	: + 9,688%
Kandungan lemak	: + 4,288%
Ketahanan	: Tahan penyakit bulai (<i>Peronosclerospora maydis</i> L)
Pemulia	: Andi Takdir M, R. Neni Iriany M, Muzdalifah Isnaini, Aviv Andriani dan Muhammad Azrai
Teknisi	: Sampara, Usman, Hamsahaa, Stefanus Misi, Fransiskus Misi, M. Yunus, Arifuddin
Tim Penguji	: Muhammad Idris, Wasmo Wakman, Andi Haris Talanca, Wisnu Undoyo, dan Awaluddin Hipi
Pengusul	: Balai Penelitian Tanaman Serealia dengan Pemda Sulsel

(Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pertanian, 2012)

Lampiran 5. Data Analysis of Variance (ANOVA)

1. Analysis of Variance (ANOVA) Analisis Tanah

Analisis Ragam PH

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.35873	0.089683	6.06167	**	3.06 4.89
Galat	15	0.221925	0.014795			
Total	19	0.580655			KK =	1.79%

Analisis Ragam C-Organik

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.0885	0.02213	5.9396	**	3.06 4.89
Galat	15	0.05587	0.00372			
Total	19	0.14437			KK =	15.55%

Analisis Ragam N-Total

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.00225	0.00056	3.18396	*	3.06 4.89
Galat	15	0.00265	0.00018			
Total	19	0.0049			KK =	10.63%

Analisis Ragam P-Tersedia

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	5605.75	1401.44	7.12063	**	3.06 4.89
Galat	15	2952.21	196.814			
Total	19	8557.95			KK =	13.09%

Analisis Ragam K-Tersedia

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.1421	0.0355	8.2695	**	3.06 4.89
Galat	15	0.0644	0.0043			
Total	19	0.2065			KK =	7.26%

2. Analysis of Variance (ANOVA) Analisis Tanaman

Analisis Ragam Serapan N

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	3.37417	0.84354	4.5411	*	3.06	4.89
Galat	15	2.78635	0.18576				
Total	19	6.16052			KK =	8.67%	

Analisis Ragam Serapan P

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	0.096	0.024	6.1459	**	3.06	4.89
Galat	15	0.05858	0.00391				
Total	19	0.15458					

Analisis Ragam Serapan K

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	4.29088	1.07272	5.6654	**	3.06	4.89
Galat	15	2.84018	0.18935				
Total	19	7.13106					

Analisis Ragam Tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman 14 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	6.925	1.73125	0.7289	tn	3.06	4.89
Galat	15	35.625	2.375				
Total	19	42.55			KK =	15.97%	

Tinggi Tanaman 28 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	106.95	26.7375	1.26643	tn	3.06	4.89
Galat	15	316.69	21.1125				
Total	19	423.64			KK =	20.35%	

Tinggi Tanaman 42 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	401.075	100.268	5.8665	**	3.06	4.89
Galat	15	256.375	17.09167				
Total	19	657.45			KK =	9.18%	

Tinggi Tanaman 60 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	1393.80	348.45	3.37	*	3.06	4.89
Galat	15	1550.75	103.38				
Total	19	2944.55			KK =	11.60%	

Analisis Ragam Jumlah Daun

Jumlah Daun 14 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	1.00	0.25	0.35	tn	3.06	4.89
Galat	15	10.75	0.72				
Total	19	11.75			KK =	19.92%	

Jumlah Daun 21 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	5.30	1.32	1.14	tn	3.06	4.89
Galat	15	17.50	1.17				
Total	19	22.80			KK =	14.21%	

Jumlah Daun 42 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	5.30	1.32	0.51	tn	3.06	4.89
Galat	15	39.25	2.62				
Total	19	44.55			KK =	16.76%	

Jumlah Daun 60 HST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	4	3.80	0.95	0.65	tn	3.06	4.89
Galat	15	22.00	1.47				
Total	19	25.80			KK =	11.99%	

Lampiran 6. Perhitungan Peningkatan

Perhitungan peningkatan berdasarkan

$$\text{Rumus} = \frac{P2-P1}{P1} \times 100\%$$

Keterangan:

P2 = Hasil rerata pada kolom kedua

P1 = Hasil rerata pada kolom kesatu

1. Analisis Kimia Tanah

a. N-total

$$M0 = 0$$

$$M1 = \frac{0,1338-0,1108}{0,1108} \times 100\% \\ = 20,75\%$$

$$M2 = \frac{0,1382-0,1338}{0,1338} \times 100\% \\ = 3,28\%$$

$$M3 = \frac{0,1171-0,1382}{0,1382} \times 100\% \\ = -15,26\%$$

$$M4 = \frac{0,1193-0,1171}{0,1171} \times 100\% \\ = 1,88\%$$

b. P-tersedia

$$M0 = 0$$

$$M1 = \frac{77,32-49,42}{49,42} \times 100\% \\ = 56,46\%$$

$$M2 = \frac{99,85-77,32}{77,32} \times 100\% \\ = 29,14\%$$

$$M3 = \frac{63,75-99,85}{99,85} \times 100\% \\ = -36,1\%$$

$$M4 = \frac{77,86-63,75}{63,75} \times 100\% \\ = 21,13\%$$

c. Analisis K-tersedia

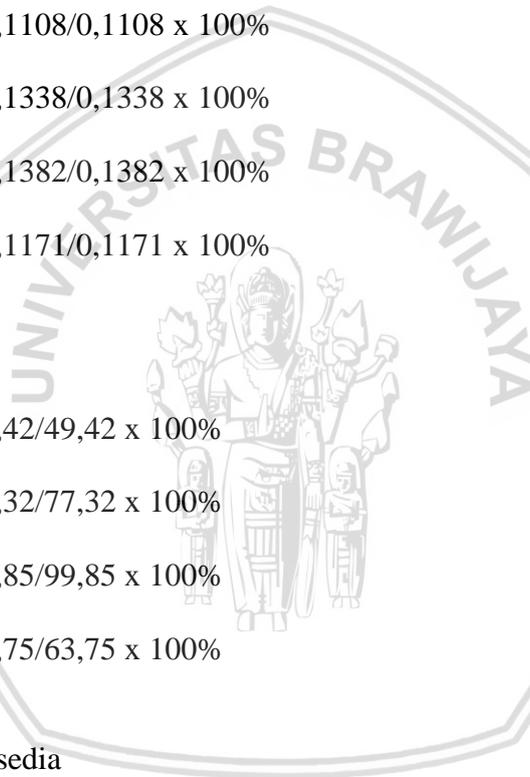
$$M0 = 0$$

$$M1 = \frac{0,81-0,72}{0,72} \times 100\% \\ = 12,5\%$$

$$M2 = \frac{1,02-0,81}{0,81} \times 100\% \\ = 25,93\%$$

$$M3 = \frac{0,93-1,02}{1,02} \times 100\% \\ = -8,83\%$$

$$M4 = \frac{0,91-0,93}{0,93} \times 100\% \\ = -2,16\%$$



2. Analisis Jaringan Tanaman

a. Serapan N

$$M0 = 0$$

$$M1 = 4,92-4,58/4,58 \times 100\% \\ = 7,42\%$$

$$M2 = 5,74-4,92/4,92 \times 100\% \\ = 16,67\%$$

$$M3 = 4,72-5,74/5,74 \\ = -17,77\%$$

$$M4 = 4,94-4,72/4,72 \\ = 4,67\%$$

b. Serapan P

$$M0 = 0$$

$$M1 = 0,44-0,38/0,38 \times 100\% \\ = 15,78\%$$

$$M2 = 0,58-0,44/0,44 \times 100\% \\ = 31,81\%$$

$$M3 = 0,40-0,58/0,58 \times 100\% \\ = -31,03\%$$

$$M4 = 0,43-0,40/0,40 \times 100\% \\ = 7,5\%$$

c. Serapan K

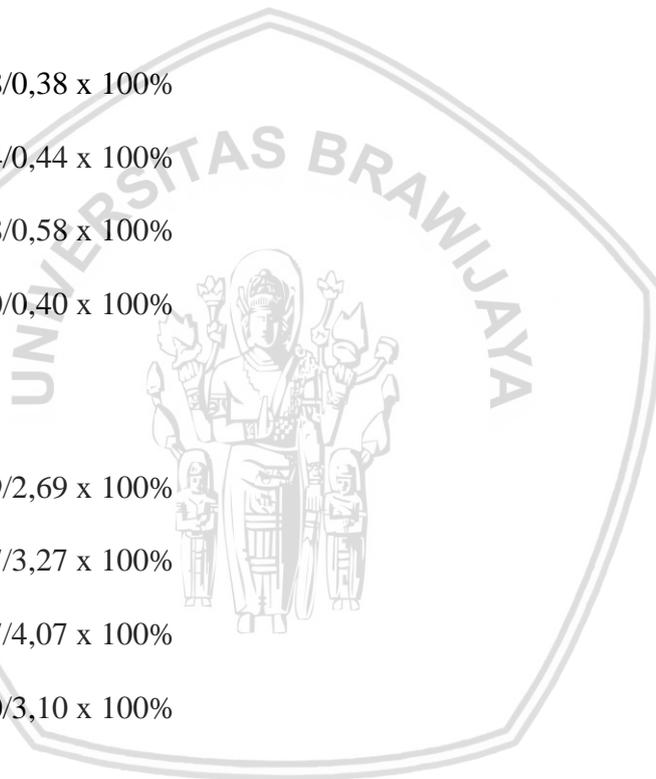
$$M0 = 0$$

$$M1 = 3,27-2,69/2,69 \times 100\% \\ = 21,57\%$$

$$M2 = 4,07-3,27/3,27 \times 100\% \\ = 24,46\%$$

$$M3 = 3,10-4,07/4,07 \times 100\% \\ = -23,83\%$$

$$M4 = 3,58-3,10/3,10 \times 100\% \\ = 15,48\%$$



Lampiran 7. Hasil Korelasi Antar Parameter

	pH	C-organik	N-Total	P-Tersedia	K-Tersedia	kadar N	Serapan N	Kadar P	Serapan P	Kadar K	Serapan K	Tinggi Tanaman
pH	1											
C-Organik	-0.36	1.00										
N-Total	0.15	0.49	1.00									
P-Tersedia	0.30	0.67	0.89	1.00								
K-Tersedia	0.08	0.86	0.44	0.72	1.00							
kadar N	0.07	0.89	0.69	0.91	0.91	1.00						
Serapan N	-0.05	0.90	0.79	0.93	0.82	0.98	1.00					
Kadar P	-0.13	0.93	0.75	0.89	0.83	0.97	1.00	1.00				
Serapan P	-0.22	0.92	0.74	0.85	0.75	0.93	0.98	0.99	1.00			
Kadar K	0.37	0.72	0.61	0.90	0.87	0.95	0.87	0.84	0.78	1.00		
Serapan K	0.20	0.81	0.70	0.94	0.85	0.98	0.95	0.93	0.90	0.97	1.00	
Tinggi Tanaman	0.02	0.83	0.82	0.89	0.86	0.91	0.92	0.92	0.87	0.80	0.86	1.00

Kriteria koefisien korelasi metode pearson Sugiyono, (2010).

0,00 – 0,199 : sangat rendah

0,20 – 0,399 : rendah

0,40 – 0,599 : sedang

0,60 – 0,799 : kuat

0,80 – 1,000 : sangat kuat

Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

1. Persiapan Tanah



a. Pengambilan media tanam



b. Penimbangan tanah perpolibag untuk media tanam

2. Sterilisasi Tanah



a. Proses sterilisasi tanah



b. Proses sterilisasi dengan suhu 120°C selama 1 jam

3. Isolasi Jamur dan Mikroba



a. Penimbangan bahan untuk isolasi menggunakan media NA dan PDA



b. Media dimasukan ke dalam gelas ukur dan ditambahkan aquades kemudian dipanaskan



c. Media NA dan PDA dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan diautoclaf selama 1 jam



d. Penimbangan sampel tanah setelah proses sterilisasi untuk isolasi



e. Hasil dari isolasi jamur dan bakteri setelah 7 hari

4. Sieving Mikoriza



a. Suspense tanah disaring menggunakan saringan bersusun 250 μm , 105 μm dan 45 μm



b. Endapan pada saringan terakhir diambil dan diletakkan ke dalam beaker glass





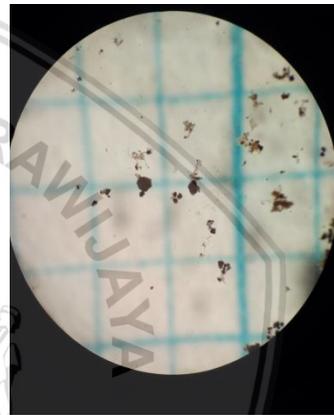
c. Larutan gula 60% ditambahkan ke dalam tabung sampai batas $\frac{3}{4}$ tabung



d. Disentrifuge dengan kecepatan 2700 rpm selama 2 menit



e. Pengamatan menggunakan mikroskop yang dialasi dengan kertas bergaris



f. Hasil pengamatan jumlah dan identifikasi mikroskop dicatat

5. Penanaman



a. Benih yang digunakan untuk penelitian jagung Hibrida Bima 14



b. Persemaian benih jagung berumur 4 hari



c. Proses pemberian isolat mikoriza dan mikroba



d. Penanaman bibit jagung

6. Pengamatan



a. Plot penanaman didalam *screen house*



b. Pertumbuhan tanaman jagung umur 7 HST



c. Pertumbuhan tanaman jagung umur 14 HST



d. Pertumbuhan tanaman jagung umur 28 HST



e. Pertumbuhan tanaman jagung umur 42 HST



f. Tanaman jagung yang sudah muncul rambut jagungnya menunjukkan *silk periode*

7. Analisis Kimia Tanah



a. Pengambilan sampel tanah pada seluruh perlakuan



b. Sampel yang sudah diambil kemudian dikering-anginkan



c. Pengukuran nilai pH H₂O



d. Pemberian K₂Cr₂O₇ untuk analisis C-organik



e. Proses destilasi dan destruksi untuk analisis tanah N-total



f. Proses pembacaan sampel tanah untuk analisis P-tersedia dengan alat Spektrofotometer



g. Proses analisis kalium tersedia



h. Pengukuran sampel tanah untuk analisis K-tersedia dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*).

8. Analisis Kimia Tanaman



a. Pencabutan tanaman jagung dan pengukuran terakhir



b. Penimbangan berat basah daun jagung





c. Penimbangan berat basah batang jagung



d. Penimbangan berat basah akar tanaman jagung



e. Proses *grinding* tanaman jagung setelah dari oven



f. Proses destilasi untuk analisis tanaman N-total



g. Proses destruksi untuk analisis tanaman N-total



h. Proses destilasi untuk analisis tanaman P-total dan K-total



i. Pembacaan sampel untuk analisis tanaman P-total



j. Pembacaan sampel untuk analisis tanaman K-total

