



**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN *Dark Septate Endophytes* (DSE)
DENGAN BERBAGAI DOSIS *Rock Phosphate* TERHADAP SERAPAN
UNSUR HARA P, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
BAWANG MERAH (*Allium cepa ascalonicum* L.)**

SKRIPSI

Oleh :

**Gusty Shouma Dien Nabilla
NIM 151510501323**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN *Dark Septate Endophytes* (DSE)
DENGAN BERBAGAI DOSIS *Rock Phosphate* TERHADAP SERAPAN
UNSUR HARA P, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
BAWANG MERAH (*Allium cepa ascalonicum* L.)**

SKRIPSI

diajukan guna menyelesaikan tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh :

**Gusty Shouma Dien Nabilla
NIM 151510501323**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Ayahanda Agus Subandriyo dan Ibunda Herry Erlinayati serta kakak kandung saya Gusty Abdillah Rizky Noviananda dan kakak ipar saya Dina Hari Sartika Dewi yang saya sayangi.
2. Para guru sejak taman kanak-kanak hingga sekolah menengah atas serta dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu pengetahuan.
3. Dosen pembimbing akademik saya Bapak Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D. serta Dosen pembimbing skripsi Bapak Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
4. Pembimbing saya selama melakukan penelitian di Balai Penelitian Tanah Bogor-Jawa Barat, Dr. Surono, S.P., M.Agr.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember

MOTTO

*“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah
untuk dirinya sendiri”*

(QS. Al-Ankabut (29) : 6)

“Going the extra mile”

(Ustadz Titis)

“Hidup adalah kumpulan keyakinan dan perjuangan”

(Habiburrahman El-Shirazy)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gusty Shouma Dien Nabilla

NIM : 151510501323

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan Berbagai Dosis *Rock Phosphate* terhadap Serapan Unsur Hara P, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa ascalonicum* L.)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata benar di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 November 2020

Yang menyatakan,

Gusty Shouma Dien Nabilla

NIM. 151510501323

SKRIPSI

**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN *Dark Septate Endophytes* (DSE)
DENGAN BERBAGAI DOSIS *Rock Phosphate* TERHADAP SERAPAN
UNSUR HARA P, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
BAWANG MERAH (*Allium cepa ascalonicum* L.)**

Oleh :

Gusty Shouma Dien Nabilla

NIM. 151510501323

Pembimbing :

Pembimbing Skripsi

: Dr.Ir. Bambang Hermiyanto, MP

NIP. 19611110 198802 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan Berbagai Dosis *Rock Phosphate* terhadap Serapan Unsur Hara P, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa ascalonicum* L.)**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 24 November 2020

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.

NIP. 19611110 198802 1 001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.

NIP. 19650523 199302 2 001

Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D.

NIP. 19650426 199403 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P.

NIP. 19640304 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan Berbagai Dosis *Rock Phosphate* terhadap Serapan Unsur Hara P, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa ascalonicum* L.); Gusty Shouma Dien Nabilla; 151510501323; 2020; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) merupakan jenis konidia atau cendawan steril yang mampu mengkolonisai akar tanaman, namun tidak memberikan dampak negatif pada tanaman yang ditinggali. Manfaat penggunaan cendawan DSE antara lain meningkatkan proses penyerapan unsur hara, diantaranya unsur hara P yang sangat penting bagi pembentukan buah, inti dan dinding sel, mendorong pertumbuhan akar muda dan lain sebagainya. Penambahan *rock phosphate* dapat meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah, sehingga tanaman lebih mudah dalam mendapatkan unsur hara tersebut. Penelitian kali ini menggunakan tanaman bawang merah yang termasuk salah satu jenis komoditas penting di Indonesia dengan produktivitasnya masih kurang mencukupi dan sempat mengalami penurunan produksi pada tahun 2015 sebesar 0,39 persen. Pengaplikasian cendawan DSE dengan berbagai dosis *rock phosphate* ini dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap serapan P, pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah.

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni 2019 sampai selesai di Balai Penelitian Tanah (BALITTANAH) Bogor – Jawa Barat. Penelitian ini terbagi dalam beberapa tahapan, yaitu analisis pendahuluan, seleksi cendawan DSE, penanaman dan analisis variabel pengamatan. Penggunaan cendawan DSE didasarkan pada hasil seleksi antara cendawan DSE dengan kode CPP 1.1.4, 4.1 BTG dan MM 12 yang terbaik melalui indeks pelarutan P pada media padat dan pengujian konsentrasi fosfat terlarut pada media cair. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor pertama yaitu (D_0) tanpa adanya cendawan DSE dan (D_1) dengan adanya penambahan cendawan DSE. Faktor kedua adalah berbagai dosis

rock phosphate yang digunakan, mulai dari (P_0) tanpa *rock phosphate*, (P_1) dosis 0,5 ton/ha, (P_2) dosis 1 ton/ha serta (P_3) dosis 1,5ton/ha.

Berdasarkan hasil seleksi, terpilih cendawan DSE dengan kode CPP 1.1.4 karena memiliki hasil indeks pelarutan P yang tertinggi dibandingkan cendawan DSE yang lain. Hasil analisis pendahuluan menunjukkan bahwa tanah yang digunakan adalah tanah ultisol yang memiliki pH yang sangat masam dengan kadar hara P yang cukup rendah. Kondisi dan jenis tanah tersebut diketahui memiliki kandungan Al dan FE yang tinggi menyebabkan ion fosfat yang bereaksi menjadi senyawa tidak larut sehingga unsur P tidak tersedia. Pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman didasarkan pada dua variabel, yaitu tinggi dan jumlah daun, sedangkan pengaruh terhadap produksi tanaman didasarkan pada jumlah umbi dan berat kering tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aplikasi cendawan DSE memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap serapan P pada tanaman bawang merah di tanah masam. Interaksi antara cendawan DSE dengan *rock phosphate* berpengaruh nyata dalam meningkatkan serapan P pada tanaman bawang merah. Interaksi antara cendawan DSE dengan *rock phosphate* berpengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah umbi, namun berpengaruh tidak nyata dalam meningkatkan jumlah daun dan berat kering tanaman bawang merah.

SUMMARY

Effect of *Dark Septate Endophytes* (DSE) Fungus Application with Various *Rock Phosphate* Doses on P Uptake, Plant Growth and Shallot Production (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.); Gusty Shouma Dien Nabilla; 151510501323; 2020; Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, University of Jember.

The fungus *Dark Septate Endophytes* (DSE) is a type of conidia or sterile fungus that is able to colonize plant roots, but does not have a negative harm the plants it is on. The benefits of using DSE seeds include increasing the absorption process of nutrients, including the P nutrient which is very important for the formation of fruit, nucleus and cell walls, encouraging young root growth and so on. The addition of *rock phosphate* can increase the availability of P nutrients in the soil, so that it is easier for plants to obtain these nutrients. This research uses the shallot plant, which is one of the most important commodities in Indonesia with insufficient productivity and a decline in production in 2015 by 0.39 percent. The application of DSE fungi with various doses of *rock phosphate* was carried out to determine the effect on P uptake, growth and production of shallot plants.

This research was conducted from June 2019 to completion at the Bogor – West Java, Soil Research Institute (BALITTANA). This research is divided into several stages, namely preliminary analysis, selection of DSE fungi, planting and analysis of observation variables. The use of DSE fungi was based on the results of selection between the DSE fungi with the best CPP codes 1.1.4, 4.1 BTG and MM 12 through the dissolution index P on solid media and testing the concentration of dissolved phosphate in liquid media. The experimental design used was factorial completely randomized design with 8 treatments and 3 replications. The first factor is (D0) without the DSE fungi and (D1) with the addition of DSE fungi. The second factor is the various doses of *rock phosphate* used, starting from (P0) without *rock phosphate*, (P1) at a dose of 0.5 ton / ha, (P2) at a dose of 1 ton / ha and (P3) at a dose of 1.5 ton / ha.

Based on the selection results, the DSE fungi were selected with the CPP code 1.1.4 because they had the highest P dissolution index results compared to other DSE fungi. The results of preliminary analysis showed that the soil used was ultisol soil which had a very acidic pH with a fairly low P nutrient content. The soil conditions and types are known to have high Al and Fe content which causes the reacting phosphate ions to become insoluble compounds so that the P element is not available. The effect on plant growth is based on two variables, namely height and number of leaves, while the effect on plant production is based on the number of tubers and plant dry weight.

The results showed that the application of the fungus DSE had no significant effect on P uptake in shallot plants in acid soils. The interaction between DSE fungi and *rock phosphate* had a significant effect on increasing P uptake in shallot plants. The interaction between DSE fungi and *rock phosphate* had a significant effect on increasing plant height and tuber count, but had no significant effect on increasing the number of leaves and dry weight of shallot plants.

PRAKATA

Puji syukur kehadrat Tuhan Yang Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan Berbagai Dosis *Rock Phosphate* terhadap Serapan Unsur Hara P, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa ascalonicum* L.)**” dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Cahyadi Bowo selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP. selaku Dosen Pembimbing; (Alm.) Ir. Joko Sudibya, M.Si. selaku Dosen Penguji I; Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si. selaku pengganti Dosen Penguji I sebelumnya dan Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D. selaku Dosen Penguji II sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Kedua orang tua saya, Ayahanda Agus Subandriyo dan Ibunda Herry Erlinayati yang selalu memberi segala doa, kasih sayang, motivasi, saran dan tenaga yang telah diberikan.
6. Kakak kandung kandung Gusty Abdillah Rizky Noviananda dan kakak ipar saya Dina Hari Sartika Dewi yang selalu memberi saran dan motivasi.
7. Dr. Surono, S.P., M.Agr. selaku pembimbing selama menjalankan penelitian di BALITTANAH.
8. Teman saya sejak awal masa perkuliahan Ana, Choi, Rena, Nana, Enggar, Venti, Nindy, Luluk, Rifa, Rizal, Koko, Banin, Lutfi dan Wafi.

9. Rekan penelitian saya, Udin atas bantuan, motivasi, masukan dan kerja samanya selama menjalankan penelitian.
10. Saudara baru yang saya kenal sejak KKN 2018, Dini, Vyta, Woni, Foni, Iva, Ayu, April, Agus dan Hadi.
11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 24 November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bawang Merah (<i>Allium cepa</i> var <i>ascalonicum</i> L.)	5
2.1.1 Taksonomi.....	5
2.1.2 Morfologi	5
2.1.3 Syarat Tumbuh	7
2.2 Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE).....	7
2.2.1 Pengertian.....	7
2.2.2 Struktur Umum.....	8
2.2.3 Manfaat.....	9
2.3 <i>Rock Phosphate</i>	11

2.4	Hipotesis	12
BAB 3. METODELOGI PENELITIAN		13
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2	Bahan dan Alat.....	13
3.2.1	Bahan	13
3.2.2	Alat.....	13
3.3	Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.3.1	Rancangan Percobaan.....	13
3.3.2	Prosedur Penelitian	14
3.3.3	Variabel Penelitian.....	18
3.4	Analisis Data.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1	Seleksi Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE) Berdasarkan Kemampuan Melarutkan Fosfat dan Senyawa Metabolit yang Berperan dalam Pelarutan Fosfat secara <i>In Vitro</i>	20
4.1.1	Kemampuan Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE) dalam Melarutkan Fosfat pada Media Padat dan Cair.	20
4.1.2	Senyawa Aktif yang Dihasilkan Cendawan DSE <i>Dendrothyrium</i> sp. CPP 1.1.4 Berdasarkan Uji Gas Chromatography Mass Spectrophotometry (GCMS).....	22
4.2	Uji Efektivitas DSE pada Tanaman Bawang Merah di Rumah Kaca	22
4.2.1	Analisis Tanah Sebelum dan Setelah Perlakuan	22
4.2.2	Pengaruh Inokulasi Cendawan DSE <i>Dendrothyrium</i> sp. CPP 1.1.4 terhadap Serapan Hara P dan Efisiensi Penggunaan Hara atau Nutrient Use Efficiency (NUE) Tanaman Bawang Merah.....	24
4.2.3	Respon Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah.....	26
4.2.4	Hasil Produksi Tanaman Bawang Merah	27
4.2.5	Kolonisasi Cendawan DSE.....	29
4.3	Pembahasan.....	33

4.3.1	Pengaruh Interaksi Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE) dengan Berbagai Dosis <i>rock phosphate</i> terhadap Serapan P Tanaman Bawang Merah	33
4.3.2	Pengaruh Interaksi Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE) dengan Berbagai Dosis <i>rock phosphate</i> terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah	34
4.3.3	Pengaruh Interaksi Cendawan <i>Dark Septate Endophytes</i> (DSE) dengan Berbagai Dosis <i>rock phosphate</i> terhadap Produksi Tanaman Bawang Merah	35
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....		36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA		37
DOKUMENTASI.....		42
LAMPIRAN.....		45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Analisis Pendahuluan.....	14
Tabel 2. Jenis-Jenis Isolat yang Diseleksi.....	15
Tabel 3. Variabel Pengamatan	17
Tabel 4. Senyawa yang Dihasilkan oleh Isolat CPP 1.1.4 pada Uji GCMS	22
Tabel 5. Hasil Analisis Tanah sebelum Perlakuan.....	23
Tabel 6. Hasil Analisis Tanah setelah Perlakuan	23
Tabel 7. Hasil Pengamatan Akar Terkolonisasi DSE	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Penampakan Uji Zona Bening Isolat CPP 1.1.4 (A), 4.1 BTG (B) dan MM 12 (C).	20
Gambar 2. Grafik Indeks Pelarutan P Pada Media Padat	21
Gambar 3. Grafik Konsentrasi P Terlarut Pada Media Cair	21
Gambar 4. Grafik Serapan P Tanaman Bawang Merah..	25
Gambar 5. Grafik Nutrient Use Efficiency.....	25
Gambar 6. Grafik Tinggi Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Jenis Perlakuan..	26
Gambar 7. Grafik Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Jenis Perlakuan..	27
Gambar 8. Grafik Jumlah Umbi Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Jenis Perlakuan.	28
Gambar 9. Grafik Berat Kering Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Jenis Perlakuan.	28
Gambar 10. Penampakan Akar Tanaman Bawang Merah Tanpa Diberi Perlakuan DSE (Kontrol).....	30
Gambar 11. Penampakan Mikrosklerotia Pada Akar Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan DSE Tanpa <i>Rock Phosphate</i> (D1 P0).....	30
Gambar 12. Penampakan Mikrosklerotia Pada Akar Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan DSE Dan <i>Rock Phosphate</i> (D1 P1)	31
Gambar 13. Penampakan Mikrosklerotia Pada Akar Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan DSE Dan <i>Rock Phosphate</i> (D1 P2).	31
Gambar 14. Penampakan Mikrosklerotia Pada Akar Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan DSE Dan <i>Rock Phosphate</i> (D1 P3).	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Awal Hasil Pengamatan	45
Lampiran 2. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Bawang Merah	46
Lampiran 3. Data Pengamatan dan Analisis Varian Tinggi Tanaman Bawang Merah	47
Lampiran 4. Data Pengamatan dan Analisis Varian Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah	48
Lampiran 5. Data Pengamatan dan Analisis Varian Jumlah Umbi Tanaman Bawang Merah	49
Lampiran 6. Data Pengamatan dan Analisis Varian Berat Kering Tanaman Bawang Merah	50

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) merupakan jenis konidia atau cendawan steril yang mampu mengkolonisasi akar tanaman, namun tidak memberikan dampak negatif pada tanaman yang ditinggali. Cendawan ini dapat dikenali dengan adanya pigmen gelap yang cukup pekat serta pembentukan hifa yang berseptat dan membentuk microsclerotia. Cendawan ini juga dapat melindungi tanaman budidaya dari serangan biotik dan abiotik. Simbiosis tersebut juga berperan dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman atau stres. Respon DSE yang dihasilkan berbeda-beda, bergantung pada kondisi stres dan genotipe tanaman maupun cendawan itu sendiri (Santos *et al.*, 2017).

Penggunaan mikroba sebagai agen yang dapat mempercepat proses pelapukan unsur hara P merupakan salah satu upaya pemanfaatan teknologi hayati berbahan mikroba aktif yang sedang dikembangkan saat ini untuk menghasilkan pertanian yang lebih ramah lingkungan. Cendawan DSE dapat dimanfaatkan untuk melakukan upaya pelapukan, merubah suatu unsur menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman budidaya, sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman. Umumnya peran cendawan DSE terlihat sama dengan mikoriza. Cendawan ini dikenal mampu meningkatkan serapan unsur hara N, P dan K pada beberapa jenis tanaman. Menurut Newsham (2011), peningkatan konsentrasi P pucuk jauh lebih tinggi dibandingkan N pucuk pada tanaman yang telah diinokulasikan DSE.

Menurut Hilszczanska (2016), cendawan DSE dapat menyebar melalui dua cara, yaitu secara vertikal melalui benih yang terinfeksi dan secara horizontal melalui spora atau hifanya. Cendawan ini memiliki kandungan melanin yang mampu meningkatkan toleransinya terhadap kondisi lingkungan. Miselium cendawan juga dapat berfungsi sebagai jembatan agar akar tanaman inang mampu menjangkau area dengan unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Cendawan ini juga mampu menghasilkan enzim hidrolitik yang dihasilkan saat sudah menginfeksi akar tanaman, sehingga menyebabkan nutrisi dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Selain itu DSE juga dapat menyerap senyawa organik yang

akan dikirim langsung untuk tanaman inang, meliputi asam amino dan peptida (Vergara *et al.*, 2017).

Unsur hara P merupakan unsur yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur ini berperan penting dalam pembentukan bunga dan buah, pembentuk inti dan dinding sel, mendorong pertumbuhan akar muda, proses transfer energi dan lain sebagainya. Kadar unsur P dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman masih tergolong rendah, sehingga perlu adanya zat tambahan agar kebutuhan unsur P tanaman dapat terpenuhi dengan baik. Selain itu unsur P juga dapat menghilang akibat terangkut oleh tanaman, tercuci atau bahkan tererosi akibat curah hujan tinggi dan kelerengan yang besar.

Rock phosphate merupakan salah satu sumber phosphate yang digunakan sebagai bahan dasar pupuk lainnya yang berasal dari batuan sedimen dengan kandungan mineral fosfat yang cukup banyak. Penggunaan *rock phosphate* dalam penelitian ini dilakukan untuk memudahkan pengamatan pengaruh DSE yang mempengaruhi kemampuan dalam menyerap unsur P, sebab kandungan P di dalamnya masih alami tanpa adanya perlakuan khusus untuk meningkatkan dosisnya hingga batasan tertentu. Penggunaan *rock phosphate* juga dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan pupuk P dengan kadar tertentu, serta harganya yang lebih terjangkau.

Unsur P yang tidak tersedia dapat berubah menjadi unsur yang tersedia bagi tanaman dengan adanya mekanisme khusus. Mekanisme pelarutan P yang tidak tersedia bagi tanaman sering dikaitkan dengan produksi asam-asam organik seperti asetat, laktat, malat, oksalat dan lain sebagainya. Mekanisme asam oksalat dalam meningkatkan ketersediaan P adalah menggantikan P yang terjerap melalui pertukaran ligan pada permukaan Al dan Fe oksida atau pelarutan permukaan logam oksida dan melepaskan P yang terjerap. Selain itu dapat pula melalui pengkompleksan Al dan Fe pada larutan, lalu mencegah pengendapan ulang dari senyawa P-logam dan penjerapan P oleh Al dan Fe (Sari dkk., 2017).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tanaman bawang merah sebagai tanaman inang, sebab penggunaan cendawan DSE pada budidaya bawang merah masih jarang dilakukan. Menurut data Badan Pusat Statistik (2018),

produksi bawang merah di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan sejak tahun 2011 hingga 2017, namun tahun 2015 produksi bawang merah mengalami penurunan sebesar 0,39 persen. Luas lahan untuk budidaya bawang merah juga selalu meningkat, namun pada tahun 2013 menurun sebesar 0,58 persen. Penelitian sebelumnya banyak dilakukan menggunakan AMF untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah dalam berbagai kondisi, seperti cekaman serta serapan berbagai unsur hara yang dibutuhkan. Menurut Ansyar dkk. (2017), penambahan mikoriza dalam pupuk yang digunakan untuk budidaya bawang merah memberikan pengaruh nyata terhadap berat tanaman dan umbinya, jumlah daun dan umbi per rumpun serta laju tumbuh tanaman. Mikoriza dan DSE memiliki fungsi yang tidak jauh berbeda, sehingga diharapkan aplikasi DSE ini dapat memberikan dampak yang positif bagi tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh aplikasi cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) terhadap serapan P pada tanaman bawang merah?
2. Bagaimana pengaruh interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dan *rock phosphate* dengan dosis yang berbeda terhadap serapan P pada tanaman bawang merah?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dan *rock phosphate* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui :

1. Serapan P tanaman bawang merah akibat pengaruh aplikasi cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE).

2. Serapan P tanaman bawang merah akibat interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dan *rock phosphate* dengan dosis yang berbeda.
3. Pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah akibat interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dan *rock phosphate* dengan dosis yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan informasi dalam kegiatan budidaya tanaman bawang merah dengan aplikasi cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) serta menjadi gambaran dalam pelaksanaan penelitian yang lebih lanjut, sehingga dapat mengembangkan IPTEK dalam bidang pertanian khususnya di Indonesia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Merah (*Allium cepa* var *ascalonicum* L.)

2.1.1 Taksonomi

Menurut Redaksi AgroMedia (2011), Tanaman bawang merah diduga berasal dari Asia Tengah dan sudah mulai dikenal sejak lebih dari 5000 tahun yang lalu. Bawang merah atau *shallot* (Inggris) termasuk dalam salah satu jenis sayuran yang populer dan dianggap cukup penting di Indonesia, sehingga memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi selain bawang putih dan bawang bombay. Bawang merah diklasifikasikan dalam taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Asparagales
Famili : Alliaceae
Genus : *Allium*
Spesies : *Allium ascalonicum*

2.1.2 Morfologi

Tanaman bawang merah tergolong tanaman semusim yang tumbuh tegak dengan umbi yang berlapis. Tinggi tanaman bawang merah ini berkisar antara 15 sampai 50 cm. Berikut adalah morfologi tanaman bawang merah menurut Pitojo (2003) yang terdiri atas akar, batang, umbi, daun, bunga, buah dan biji.

1. Akar

Akar merupakan salah satu bagian tanaman yang berfungsi menyokong dan memperkokoh berdirinya tanaman serta menyerap unsur hara yang disediakan oleh tanah. Akar tanaman bawang merah terdiri atas akar pokok (*primary root*) yang berfungsi sebagai tempat tumbuh akar adventif (*adventitious root*) dan bulu akar yang berfungsi menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan zat hara dari tanah. Akar dapat tumbuh hingga kedalaman 30 cm berwarna putih.

2. Batang

Batang tanaman bawang merah merupakan bagian kecil dari keseluruhan tanaman, berbentuk seperti cakram (*discus*), beruas-ruas dengan kuncup di antaranya. Bagian bawah cakram adalah tempat tumbuh akar. Bagian atas batang sejati merupakan umbi semu, berupa umbi lapis yang berasal dari modifikasi pangkal daun bawang merah.

3. Umbi

Dalam pertumbuhan tanaman, tumbuh tunas atau anakan akan terbentuk beberapa umbi yang berhimpitan dan dikenal dengan istilah 'siung'. Pertumbuhan siung biasanya terjadi pada perbanyakan yang berasal dari benih umbi dan tidak banyak terjadi pada perbanyakan yang berasal dari biji. Warna kulit umbi bermacam-macam, mulai dari merah muda, merah tua hingga sedikit kekuningan sesuai dengan spesiesnya. Umbi bawang merah akan mengeluarkan aroma khusus yang menyengat.

4. Daun

Tangkai daun bawang merah relatif pendek, berbentuk bulat mirip pipa, berlubang, meruncing pada bagian ujung dan berukuran panjang mencapai lebih dari 45 cm. Daun berwarna hijau muda hingga tua, sesuai dengan varietasnya. Daun yang tua mulai menguning dan tidak tumbuh setegak daun muda. Teksturnya relatif lunak, jika diremas akan mengeluarkan aroma menyengat.

5. Bunga

Bunga bawang merah merupakan bunga sempurna yang memiliki benang sari dan kepala putik serta terdiri dari tangkai dan tandan bunga. Tangkai berbentuk ramping dan bulat dengan bagian pangkal sedikit menggelembung dan bagian atas berukuran lebih kecil. Pada ujung tangkai terdapat bagian yang berbentuk kepala dan berujung agak runcing, yaitu tandan yang masih terbungkus seludang. Setelah seludang terbuka, secara bertahap akan muncul kuncup bunga dengan ukuran tangkai kurang dari 2 cm.

6. Buah dan biji

Bakal buah berbentuk seperti kubah yang terdiri dari tiga ruangan yang masing-masing memiliki dua bakal biji. Bentuk biji bawang merah agak pipih

dengan ukuran yang kecil. Pada saat muda, biji berwarna putih bening dan akan berubah hitam saat sudah tua.

2.1.3 Syarat Tumbuh

Tanaman bawang merah dapat tumbuh optimal apabila syarat tumbuhnya dipenuhi dengan baik. Berikut merupakan syarat tumbuh menurut Rukmana (1994) antara lain :

1. Kondisi iklim

Bawang merah dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada dataran rendah hingga dataran tinggi mencapai 1.100 mdpl. Suhu udara yang optimal berkisar antara 25 - 32°C dengan intensitas cahaya matahari mencapai 70%

2. Kondisi tanah

Tekstur tanah yang baik adalah lempung berpasir atau lempung berdebu dengan pH antara 5,5 – 6,5. Kondisi tanah sebaiknya lembab, tidak kering dan tidak tergenang. Tanah yang tergenang menyebabkan tanaman kerdil dan umbinya cepat busuk.

2.2 Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE)

2.2.1 Pengertian

Cendawan endofit menarik para peneliti untuk dipelajari, sebab cendawan tersebut memiliki kemampuan untuk memodulasi hubungan antara tanaman dan cekaman biotik maupun abiotik serta dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat mempengaruhi fisiologi inang. Oleh karena itu cendawan endofit mulai diusulkan sebagai alternatif berbagai bioproduk. Produk tersebut memiliki potensi yang cukup baik untuk berbagai aspek, seperti pertanian, remediasi, biomedis, energi dan biokatalis (Yan *et al.*, 2018).

Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) termasuk dalam salah satu jenis cendawan endofit yang mulai dikembangkan. Menurut Vergara *et al* (2018), cendawan DSE memiliki konidia steril dengan miselium yang berwarna coklat kehitaman. Cendawan ini dapat melakukan kolonisasi antar sel hingga ke dalam sel akar tanaman inang. Sebagian besar aktivitas yang dilakukan cendawan ini tidak menyebabkan penyakit, justru dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman

inang dengan optimal. Kolonisasi cendawan DSE ini dapat terjadi pada 600 spesies tanaman, meliputi 320 genus dan 114 famili yang tersebar luas mulai dari daerah tropis sampai kutub.

2.2.2 Struktur Umum

Cendawan DSE termasuk dalam askomiset dengan ciri hifa bersekat, memiliki konidia steril, membentuk struktur termelanisasi serta adanya hifa interseluler dan intraseluler serta mikroskleria. Cendawan yang melakukan kolonisasi dengan akar tanaman inang dicirikan dengan adanya pertumbuhan hifa yang umumnya berupa septat, hialin berwarna gelap dan mengalami melanisasi. Pada bagian hifa terdapat lipid yang berfungsi sebagai sumber energi untuk mempertahankan kelangsungan simbiosis antar kedua organisme pada saat kondisi lingkungan mengalami kekeringan. Dalam bagian akar tanaman inang yang dikolonisasi cendawan DSE juga dapat dijumpai makrosklerosis dengan bentuk yang beragam (Handayani, 2016).

Secara umum cendawan DSE dianggap mirip dengan mikoriza. Perbedaan yang terlihat jelas antar keduanya menurut Grunig *et al* (2011), adalah berdasarkan septate dan derajat pigmentasi dalam bagian tubuh cendawan khususnya pada miselium dengan koloni yang berwarna coklat tua, abu-abu gelap dan hitam bergantung pada kekuatan pigmen yang bervariasi. Menurut Zuhay (2019), DSE seringkali gagal dalam pembentukan mantel atau jaringan hartig secara komplit ketika mengkolonisasi inang yang rentan ektomikoriza, tetapi mampu mengkolonisasi bagian intraseluler dengan membentuk mikrosklerotia. Namun menurut Jumpponen (2001), DSE merupakan kelompok cendawan yang beragam dan mungkin termasuk sejumlah cendawan yang mampu membentuk ektoendomikoriza.

Keragaman taksonomi DSE belum banyak diketahui meskipun keberadaannya cukup melimpah, sehingga pengelompokannya pun susah dilakukan. Hal ini juga disebabkan oleh tingkat sporulasi DSE yang sangat rendah. Menurut Jumpponen dan Trappe. (1998), semua jenis cendawan DSE termasuk ascomycetes dengan ordo antara lain Pleoporales, Microascales,

Leotiales, Chaetothyriales, Neoelectales, dan lain sebagainya. Pengelompokan tersebut dilakukan berdasarkan analisis urutan subunit kecil gen RNA. Contohnya menurut Khastini *et al.* (2012), spesies cendawan DSE *Veronaeopsis simplex* yang mampu menekan penyakit *Fusarium* pada *chinese cabbage* (sawi putih) dengan taksonomi Fungi, Ascomycota, Dothideomycetes, Pleoparales, Venturiaceae, Veronaeopsis, *Veronaeopsis simplex*.

Jenis cendawan DSE lain yang diteliti oleh Surono dan Narisawa (2017), adalah spesies *Phialocephala fortinii*. Spesies ini mampu berperan sebagai dekomposer serta meningkatkan pertumbuhan tanaman *Asparagus officinalis*. Spesies ini termasuk dalam taksonomi Fungi, Ascomycota, Saccharomyceta, Pezizomycotina, Leotiomyceta, Sordariomyceta, Leotiomycetes, Helotiales, Helotiales incertae, Phialocephala, *Phialocephala fortinii* (Uniprot, 2018). Cendawan DSE *Scolecobasidium humicola* merupakan salah satu spesies yang tumbuh pada bagian akar bibit tanaman tomat. Jenis cendawan ini menunjukkan kemampuan untuk meningkatkan biomassa tanaman dengan sumber nitrogen organik, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahmoud dan Narisawa (2013).

2.2.3 Manfaat

Cendawan DSE ini termasuk kelompok cendawan heterogen yang fungsi dan ekologiannya tumpang tindih dengan cendawan tanah, cendawan saprofit, cendawan rizoplan, cendawan patogen serta cendawan mikoriza. Cendawan ini dapat hidup diberbagai kondisi iklim, mulai dari daerah tropis sampai daerah kutub. Umumnya cendawan ini hidup melimpah di hutan-hutan konifer yang didominasi oleh tanaman berdaun jarum (Jumpponen dan Trappe, 1998).

Asosiasi antara cendawan DSE dan tanaman inang yang ditumpanginya didasarkan pada jenis DSE serta kandungan nutrisi yang terdapat dalam jaringan tanaman inang itu sendiri. Selain itu bentuk asosiasi juga ditentukan oleh kondisi percobaan yang dilakukan, sehingga dapat berbeda antar satu DSE dengan tanaman inang yang lain. Menurut Zhao *et al.* (2016), tingkat kolonisasi DSE

sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti periode banjir atau genangan air serta tingkat salinitas disekitarnya.

Gabungan beberapa faktor dapat menghasilkan bentuk interaksi yang positif, netral bahkan negatif. Contohnya perlakuan inokulasi empat jenis DSE (*Cloridium paucisporum*, *Phialocephala fortinii*, *Phialophora dimorphospora*, and *Phialophora finlandia*) yang dilakukan oleh Wilcox dan Wang (1987), terhadap tiga spesies pohon yang bermikoriza (*Betula alleghaniensis*, *Picea rubens*, *Pinus resinosa*). Sebagian DSE berubah menjadi patogen dan sebagian lain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang, berdasarkan morfologi akar dan penampakan bibit pohon (Jumpponen, 2001).

Pendapat lain menurut Ban *et al.* (2012) dalam Berthelot *et al.* (2017), struktur hifa DSE yang memiliki dinding sel serta diperkaya melanin mampu meningkatkan toleransinya terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan melalui mekanisme khusus. Manfaat lain adanya simbiosis antara akar tanaman inang dengan cendawan DSE adalah meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dalam tanah, sehingga mencegah tanaman kekurangan nutrisi serta melakukan suatu mekanisme untuk melindungi tanaman dari kondisi cekaman biotik dan abiotik, antara lain patogen, kekeringan dan salinitas di lingkungan sekitarnya. Hal ini tentu sangat menguntungkan bagi tanaman inang yang ditinggali untuk mampu tumbuh dan berkembang secara optimal tanpa khawatir adanya cekaman tersebut (Mandyam dan Jumpponen, 2015).

Interaksi antara cendawan dengan akar mampu meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap fosfat. Menurut Jumpponen (2001), DSE mampu meningkatkan konsentrasi hara P dalam tanaman inang yang ditinggalinya. Hal ini terjadi akibat aktivitas miselium fungi yang berperan sebagai jembatan antara akar dengan mikrohabitat tanah di sekitarnya. Sebagai contoh aktivitas bakteri pelarut P dalam meningkatkan ketersediaan P terkadang berada di tempat yang tidak terjangkau oleh akar karena terbatasnya kandungan air untuk melarutkan unsur hara P. Adanya cendawan yang berasosiasi dengan akar membantu akar menjangkau lokasi tersebut dengan miseliumnya (Widiyati, 2017).

2.3 *Rock Phosphate*

Fosforus (P) merupakan unsur hara esensial penyusun beberapa senyawa kunci dan sebagai katalis reaksi biokimia penting dalam tanaman. Fosforus dalam tanah lebih banyak berasal dari desintegrasi dan dekomposisi batuan yang mengandung mineral apatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F},\text{Cl},\text{OH})_2$]. Terdapat dua jenis fosforus dalam tanah, yaitu organik dan inorganik. Fosforus organik terdapat dalam sisa-sisa tanaman, hewan dan jaringan jasad renik, sedangkan inorganik terdiri dari mineral apatit, kompleks fosfat Fe dan Al serta P yang terperap dalam partikel liat. Fosforus inorganik terbagi menjadi tiga jenis, meliputi fosforus dalam larutan tanah, labil dan nonlabil. Fosforus dalam larutan ini merupakan bentuk P yang tersedia bagi tanaman dengan jumlah fraksi yang sangat kecil dibandingkan fosfat yang terperap partikel tanah (Munawar, 2011).

Unsur fosfat dalam bentuk organik dan anorganik merupakan bentuk fosfat yang tidak larut atau hanya sedikit larut, sehingga ketersediaannya bagi biota dalam tanah sangat terbatas. Mineral fosfat anorganik umumnya terikat sebagai $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*variscite*) dan $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*strengite*) pada tanah masam dan sebagai $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (trikalsium fosfat) pada tanah basa. Asam-asam organik berperan dalam pelarutan fosfat, sebab mengandung banyak gugus fungsional karboksil ($-\text{COO}^-$) dan hidroksil ($-\text{O}^-$) yang bermuatan negatif, sehingga memungkinkan terbentuknya senyawa kompleks (Santosa, 2007).

Salah satu sumber P yang banyak dijumpai adalah dari *rock phosphate*. Pupuk *rock phosphate* bersifat *slow release* dan lambat tersedia di tanah, sehingga pengaruhnya bagi tanaman belum terlihat secara langsung. Pupuk *rock phosphate* mengandung 28% phosphor, dapat digunakan untuk pertumbuhan akar yang lebat, sehat dan kuat serta memperkokoh batang. Selain itu memicu pertumbuhan bunga, pemasakan biji, sehingga tanaman lebih cepat panen (Rizal, 2017).

Menurut Shiddieq dkk. (2018), *rock phosphate* atau batuan phosphate merupakan bahan baku pupuk phosphate seperti Super Phosphat (SP) dan Triple Super Phosphate (TSP). Batuan ini diperoleh dengan cara penambangan deposit, kemudian dilakukan proses tambahan agar batuan phosphate lebih mudah diaplikasikan. Tahap awal yang dilakukan adalah mengubahnya menjadi

berbentuk tepung yang dapat langsung diaplikasikan dalam tanah. Selain itu dapat diolah dengan perlakuan asam dan amonia untuk meningkatkan ketersediaan fosforus.

2.4 Hipotesis

1. Serapan P tanaman bawang merah meningkat, akibat pengaruh aplikasi cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE).
2. Serapan P tanaman bawang merah meningkat, akibat interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan berbagai dosis *rock phosphate*.
3. Pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah meningkat, akibat interaksi antara cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dengan berbagai dosis *rock phosphate*.

BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) terhadap Serapan P, pertumbuhan dan produksi pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa ascalonicum* L.) dilaksanakan pada bulan Juni 2019 sampai selesai di Balai Penelitian Tanah (BALITTANAH) yang terletak di Bogor-Jawa Barat.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang dibutuhkan antara lain umbi bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.) varietas bima brebes, *rock phosphate* (dengan kandungan P_2O_5 26%), isolat cendawan DSE, media tanam, H_2SO_4 dan H_2O_2 pekat, aquades, pereaksi pewarna P, deret standar PO_4 dan bahan penunjang lainnya.

3.2.2 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain polybag, sekop kecil, neraca analitik, oven, gelas ukur, pipet, pH meter, pengaduk, ayakan, penggaris, alat tulis, spektrofotometer, piknometer, tabung reaksi, alat destilasi, tabung dan blok *digestion*, labu didih, erlenmeyer, pengocok tabung, dispenser, labu didih dan alat penunjang analisis laboratorium lainnya.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu :

Faktor pertama :

D_0 = Tanpa aplikasi cendawan DSE

D_1 = Aplikasi cendawan DSE

Faktor kedua :

P_0 = Tanpa *rock phosphate*

P₁ = Diberi *rock phosphate* dengan dosis 0,5 ton/ha

P₂ = Diberi *rock phosphate* dengan dosis 1 ton/ha

P₃ = Diberi *rock phosphate* dengan dosis 1,5ton/ha

Sesuai dengan anjuran dosis tersebut, perhitungan dosis *rock phosphate* dihitung berdasarkan berat tanah yang digunakan.

$$\begin{aligned} \text{Massa Tanah} &= 30 \text{ cm} \times 10.000 \times 1,1 \text{ gr/cm} \\ &= 3.10^9 \text{ cm}^3 \times 1,1 \text{ gr/cm} \\ &= 3,3.10^6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pupuk untuk 1 polybag pada dosis 0,5 ton/ha} &= \frac{500 \text{ kg}}{3,3.10^6 \text{ kg}} \\ &= 0,15 \text{ gr/1 kg tanah} \\ &= 0,45 \text{ gr/3 kg tanah (1 polybag)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pupuk untuk 1 polybag pada dosis 1 ton/ha} &= \frac{1000 \text{ kg}}{3,3.10^6 \text{ kg}} \\ &= 0,303 \text{ gr/1 kg tanah} \\ &= 0,91 \text{ gr/3 kg tanah (1 polybag)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pupuk untuk 1 polybag pada dosis 1,5 ton/ha} &= \frac{1500 \text{ kg}}{3,3.10^6 \text{ kg}} \\ &= 0,45 \text{ gr/1 kg tanah} \\ &= 1,35 \text{ gr/3 kg tanah (1 polybag)} \end{aligned}$$

Jumlah kombinasi perlakuan ini terdiri dari 8 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan, sehingga terdapat 24 percobaan dengan denah sebagai berikut :

D0 P1 U3	D1 P3 U1	D0 P1 U1	D0 P3 U2	D0 P3 U1	D1 P2 U1
D1 P3 U3	D1 P1 U1	D1 P1 U3	D0 P2 U1	D0 P1 U2	D0 P0 U1
D1 P2 U2	D1 P0 U2	D1 P0 U1	D0 P2 U2	D0 P0 U2	D0 P3 U3
D0 P0 U3	D1 P2 U3	D1 P0 U3	D1 P1 U2	D0 P2 U3	D1 P3 U2

3.3.2 Prosedur Penelitian

1. Analisis pendahuluan

Analisis pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi media tanam yang digunakan, meliputi beberapa sifat-sifat tanah. Berikut merupakan variabel pengamatan dan metode analisis yang akan digunakan :

Tabel 1. Analisis Pendahuluan

No.	Variabel Pengamatan	Metode Analisis
1.	Tekstur tanah	Pipet
2.	pH tanah	pH meter
3.	KTK tanah	Destilasi dan Titrasi
4.	Persentase C-organik	Spektrofotometer
5.	Kadar P tersedia tanah	Metode Bray
6.	Indeks pelarutan P cendawan DSE pada media padat	Mengukur zona bening
7.	Konsentrasi P terlarut pada media cair	Spektrofotometer
8.	Senyawa yang dihasilkan DSE	Pengujian GCMS

2. Seleksi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE)

a. Jenis Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) yang Diseleksi

Cendawan DSE pada tahapan seleksi secara *in vitro* menggunakan tiga jenis cendawan dengan tanaman asal dan tanaman inang yang berbeda beda. Penggunaan tiga jenis cendawan yang berbeda ini disebabkan, belum ditemukannya cendawan DSE yang berasal dari tanaman bawang merah. Pemilihan tiga jenis isolat ini berdasarkan kondisi isolat terbaik yang ada di Laboratorium Biologi, Balai Penelitian Tanah. Oleh karena itu, sebelum dilakukan aplikasi pada tanaman perlu adanya seleksi secara *in vitro*, agar cendawan yang akan digunakan terpilih berdasarkan kemampuan terbaiknya. Berikut merupakan tiga jenis isolat DSE yang akan diseleksi :

Tabel 2. Jenis-Jenis Isolat yang Diseleksi

Kode	Spesies/Genus	Tanaman Asal	Kemampuan
CPP 1.1.4	<i>Dendrothyrium</i> sp.	Padi	Memacu pertumbuhan tanaman padi.
4.1 BTG	<i>Culvularia</i> sp.	Padi	Memacu pertumbuhan tanaman padi dan sengon.
MM 12	<i>Rhizopycnis vagum</i>	Cabai	Memacu pertumbuhan tanaman cabai dan sengon.

b. Kemampuan Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) dalam melarutkan fosfat pada media padat dan cair.

Pengujian indeks pelarutan P dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui media oatmeal *rock phosphate* pH 4 padat dan cair. Perbedaan antar kedua media tersebut hanya berdasarkan penambahan agar, untuk mengubahnya menjadi padat. Hasil pengujian pada media padat dilihat berdasarkan zona bening yang dihasilkan, sedangkan pada media cair dilihat berdasarkan hasil spektrofotometer.

Berikut merupakan perhitungan indeks pelarutan P pada media padat menurut Sharon *et al* (2016) :

$$\text{Indeks Pelarutan Fosfat} = \frac{\text{Diameter Koloni} + \text{Zona Bening (mm)}}{\text{Diameter Koloni (mm)}}$$

- c. Uji *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GCMS) untuk mengetahui senyawa aktif dalam Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE)

Uji *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GCMS) merupakan suatu yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa organik. Mekanisme ini menggunakan dua metode analisis senyawa, yaitu kromatografi gas (GC) dan spektrofotometri massa (MS). Kromatografi gas menggunakan prinsip pemisahan campuran sesuai perbedaan kecepatan migrasi komponen penyusunnya untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif. Sedangkan spektrofotometri massa dilakukan dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan ion untuk mendapatkan berat molekulnya. Perpaduan antara kedua teknik tersebut dapat menghasilkan data yang lebih akurat (Fowlis, 1995). Pengujian dengan metode ini dilakukan setelah mengetahui jenis isolat dengan indeks pelarutan fosfat yang terbaik, sehingga hanya isolat CPP 1.1.4 saja yang dilakukan pengujian dengan metode ini.

3. Persiapan media tanam

Tanah dibersihkan dari berbagai macam kotoran berupa batu, kerikil maupun seresah tanaman. Kemudian mengayak tanah tersebut untuk medapat partikel yang lebih remah, sehingga resapan air dan sirkulasi udara dalam tanah menjadi lebih lancar. Memasukkan 3 kg tanah dalam polybag dan meyiramnya hingga terlihat lembab, namun tidak tergenang. Aplikasi DSE dilakukan pada tahap ini agar DSE dapat tumbuh terlebih dahulu, sehingga unsur hara yang berada di zona rizosfer dapat terjangkau oleh akar tanaman bawang merah yang cenderung pendek (Sumiati dan Gunawan, 2006).

4. Persiapan umbi

Umbi bawang merah yang siap digunakan dengan ukuran 1,5 – 2 x 2 – 2,5 cm. Sebelum ditanam, ujung bibit dipotong hingga 1/3 bagian. Hal ini dilakukan

agar pertumbuhan bibit lebih merata. Sebelum ditanam luka bekas pemotongan harus dikeringkan terlebih dahulu, sehingga tidak terjadi pembusukan atau serangan penyakit pada bagian tersebut.

5. Penanaman

Membuat lubang seukuran dengan umbi bawang merah dan memasukkan benih dalam lubang tersebut dengan bagian ujung yang masih terlihat di permukaan tanah. Setelah ditanam, melakukan penyiraman hingga tanah terlihat lebih lembab.

6. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman, pemupukan dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Penyiraman dilakukan sejak hari pertama penanaman hingga daun pertama mulai tumbuh. Mengupayakan agar tanah tetap lembab hingga 50 HST. Pemupukan dilakukan sesuai dosis perlakuan *rock phosphate*. Pengendalian OPT dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh serta membuang hama yang ada disekitar tanaman.

7. Pemanenan

Beberapa hari sebelum melakukan pemanenan, aktivitas penyiraman dihentikan atau intensitas air yang diberikan dikurangi, supaya umbi cepat tua. Pemanenan dilakukan pada umur 55 – 60 HST. Tanda bawang merah yang siap panen adalah daun mulai layu, kering dan menguning serta bagian umbi yang terlihat berisi penuh dan sedikit timbul ke permukaan tanah.

8. Analisis variabel pengamatan

Analisis lanjutan ini dilakukan untuk mengukur seluruh variabel pengamatan yang telah ditetapkan selama melakukan budidaya maupun setelah dilakukan pemanenan. Analisis ini dilakukan sesuai dengan buku petunjuk analisis Kimia dan Biologi Tanah yang diterbitkan oleh BALITTANAH. Berikut merupakan variabel pengamatan dan metode analisis yang akan digunakan :

Tabel 3. Variabel Pengamatan

No.	Variabel Pengamatan	Metode Analisis
1.	Tinggi tanaman	Menggunakan penggaris
2.	Jumlah daun per rumpun	Menghitung langsung
3.	Jumlah umbi per rumpun	Menghitung langsung

4.	Berat kering umbi	Menggunakan neraca analitik
5.	Kadar P jaringan	Spektrofotometer
6.	Persentase akar terkolonisasi DSE	Kuantifikasi kolonisasi cendawan

3.3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu hal yang digunakan sebagai objek pengamatan penelitian. Berikut merupakan variabel yang akan diamati dalam penelitian ini :

1. Tinggi tanaman

Diukur menggunakan penggaris dimulai dari pangkal batang hingga ujung tanaman atau daun terpanjang. Pengukuran dilakukan setiap minggu, sejak minggu ketiga hingga tahap pemanenan untuk indikator pertumbuhan tanaman.

2. Jumlah daun per rumpun

Menghitung daun yang tumbuh sempurna setiap minggu, sejak minggu ketiga hingga tahap pemanenan untuk indikator pertumbuhan tanaman.

3. Jumlah umbi per rumpun

Menghitung jumlah umbi per tanaman setelah panen, kemudian diakumulasikan agar didapat jumlah total umbi per tanaman untuk indikator produksi tanaman.

4. Berat kering umbi

Melakukan penimbangan umbi setelah dipanen menggunakan neraca analitik, agar lebih akurat untuk indikator produksi tanaman.

5. Serapan P pada tanaman

Pengukuran serapan P pada tanaman dilakukan berdasarkan buku Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2012). Pengukuran P dilakukan menggunakan metode pengabuan basah dengan H_2SO_4 dan H_2O_2 , dengan cara 0,25 gr sampel tanaman <0,5 mm dimasukkan dalam tabung *digestion*. Ditambahkan 2,5 ml H_2SO_4 p.a, diamkan satu malam supaya diperang. Esoknya panaskan dalam blok *digestion* selama satu jam dengan suhu $100^\circ C$. Angkat dan biarkan dingin, tambahkan 2 ml H_2O_2 p.a, dipanaskan kembali dengan suhu $200^\circ C$ selama 1 jam. Angkat, biarkan agak dingin dan tambahkan kembali 2 ml H_2O_2 , dipanaskan kembali hingga suhu

350°C. Pengerjaan ini diulang sampai keluar uap putih dan didapat sekitar 1 ml ekstrak jernih. Suhu tidak melebihi 350°C. Kerjakan blanko.

Tabung diangkat, didinginkan dan kemudian ekstrak diencerkan dengan air bebas ion hingga tepat 50 ml. Kocok sampai homogen dengan pengocok tabung, diamkan semalam supaya mengendap. Ekstrak jernih dapat digunakan untuk pengukuran P.

Pengukuran P dilakukan dengan pipet 1 ml ekstrak contoh dan deret standar 0 – 200 ppm PO₄ ke dalam tabung kimia. Tambahkan 9 ml air bebas ion dan kocok. Dipipet masing-masing 1 ml ekstrak encer contoh dan deret standar ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 10 ml pereaksi pewarna P. Kocok dengan pengocok tabung sampai homogen dan biarkan 30 menit. P dalam larutan diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

Perhitungan Kadar P (%)

$$= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} / 1000 \text{ml} \times 100 / \text{mg contoh B.A.P/B.M.PO}_4 \times \text{fp} \times \text{fp}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 50 / 1000 \times 100 / 250 \times 31 / 95 \times \text{fp} \times \text{fp}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 0,02 \times 31 / 95 \times \text{fp} \times \text{fk}$$

Perhitungan Serapan P

$$= \text{Kadar P Tanaman} \times \text{Berat Kering Tanaman}$$

Perhitungan Efisiensi Penggunaan Hara

$$IE = Y/U$$

IE = Efisiensi Penggunaan Hara

Y = Hasil panen (Berat kering)

U = Serapan hara tanaman

6. Persentase akar dengan kolonisasi DSE

$$\text{Persentase akar terkolonisasi} = \frac{\sum \text{Akar terkolonisasi DSE}}{\sum \text{Akar yang diamati}} \times 100\%$$

3.4 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor, yaitu cendawan DSE dan *rock phosphate*.

Hasil data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Variabel yang memiliki pengaruh nyata akan dilakukan uji lanjut dengan *Duncan* pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Model persamaan matematika yang umum digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai serapan P pada satuan percobaan ke-k yang mendapat perlakuan aplikasi cendawan DSE pada taraf ke-i dan pupuk *rock phosphate* pada taraf ke-j

μ = Nilai tengah populasi

α_i = Pengaruh aplikasi cendawan DSE pada taraf ke-i

β_j = Pengaruh pemberian pupuk *rock phosphate* pada taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara perlakuan ke-i dan ke-j pengaruh interaksi perlakuan ke-i dan ke-j

ε_{ijk} = Pengaruh galat perlakuan ke-i dan ke-j pada satuan percobaan ke-k

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Pengaruh Aplikasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* (DSE) Dengan Berbagai Dosis *Rock Phosphate* terhadap Serapan Unsur Hara P, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.)” yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi cendawan DSE memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap serapan P pada tanaman bawang merah di tanah masam.
2. Interaksi antara cendawan DSE dengan *rock phosphate* berpengaruh nyata dalam meningkatkan serapan P pada tanaman bawang merah.
3. Interaksi antara cendawan DSE dengan *rock phosphate* berpengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah umbi, namun berpengaruh tidak nyata dalam meningkatkan jumlah daun dan berat kering tanaman bawang merah.

5.2 Saran

Sebaiknya dalam seleksi cendawan DSE dalam media padat, isolat yang ditanam hanya satu pada masing-masing petri. Supaya zona bening yang akan diukur lebih terlihat jelas. Selain itu pemupukan pada saat penanaman juga menggunakan pupuk yang biasa digunakan petani agar dapat mengetahui dampak penggunaannya terhadap tanaman bawang merah apabila nanti digunakan secara langsung di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyar, I.A., F. Silviana dan Murniati. 2017. Pengaruh Pupuk Kascing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *JOM Faperta*, 4 (1) : 1 – 13.
- Arkema. 2007. *DMDS for Agricultural Soil Fumigation*. Diakses 31 Januari 2020, dari [\[https://www.arkema.com/en/products/product-finder/range-viewer/DMDS-for-agricultural-soil-fumigation/\]](https://www.arkema.com/en/products/product-finder/range-viewer/DMDS-for-agricultural-soil-fumigation/).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2017*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Behie, S.W. dan M.J. Bidochka. 2014. Nutrient Transfer in Plant-Fungal Symbioses. *Trends in Plant Science*, 19 (11) : 734 – 740.
- Berthelot, C., Y. Perrin, C. Leyval dan D. Blaudez. 2017. Melanization and Ageing are not Drawbacks for Successful Agro-transformation of *Dark Septate Endophytes*. *Fungal Biology*, 121 : 652 – 663.
- Caldwell, B.A., A. Jumpponen dan J.M. Trappe. 2000. Utilization of Major Detrital Substrates by Dark Septate, Root Endophytes. *Mycologia*, 92 (2) : 230 – 232.
- Fowles, I.A. 1995. *Analytical Chemistry by Open Learning : Gas Chromatography*. Chichester : John Wiley & Sons Ltd.
- Grunig, C.R., V. Queloz dan T.N. Sleber. 2011. Structure of Diversity in *Dark Septate Endophytes* : From Species to Genes. *Forestry Sciences*, 80 : 3 – 30.
- Handayani, D. 2016. Keberadaan Cendawan *Dark Septate Endophyte* (DSE) pada Sistem Perakaran Benih *Shorea Selanica*. *Eksakta*, 1 : 38 – 44.
- Hardjowigeno, S. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Hardyanti, I.S., I. Nurani, D.S. Hardjono, E. Apriliani dan E.A.P. Wibowo. 2017. Pemanfaatan Silika (SiO₂) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *Sains Terapan*, 3 (2) : 37 – 41.

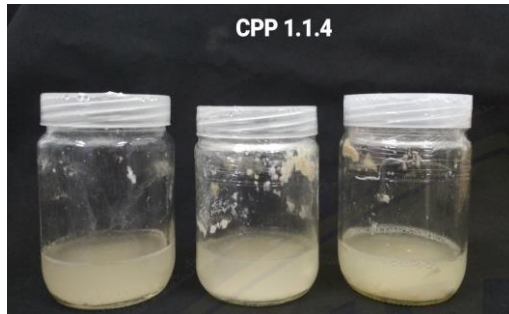
- He, C., W. Wang dan J. Hou. 2019. Plant Growth and Soil Microbial Impacts of Enhancing Licorice with Inoculating *Dark Septate Endophytes* Under Drought Stress. *Front Microbiol*, 10 : 2277.
- Hilszczanska, D. 2016. Endophytes – Characteristics and Possibilities of Application in Forest Management. *Lesne Prace Badawcze*, 77 (3) : 276 – 282.
- Hung, R., S. Lee, J.W. Bennet. 2013. Arabiodopsis Thaliana as a Model System for Testing the Effect of *Trichoderma* Volatile Organic Compounds. *Fungal Ecology*, 6 : 19 – 26.
- Jumpponen, A. 2001. *Dark Septate Endophytes* – Are they Micorrhizal? *Mycorrhiza*, 11 : 207 – 211.
- Jumpponen, A. Dan J.M. Trappe. 1998. *Dark Septate Endophytes* : a Review of Facultative Biotrophic Root-Colonizing Fungi. *New Phytol*. 140 : 295 – 310.
- Khastini OR, Ohta H, Narisawa K. 2012. The Role of *Dark Septate Endophytic* Fungus, *Veronaeopsis simplex* Y34, in Fusarium Diasease Suppression in Chinese Cabbage. *The Journal of Microbiology* 50 (4): 618 – 624.
- Linares, D.R.A., R. Grosch, S. Restrepo, A. Krumbein dan P. Franken. 2011. Effects of *Dark Septate Endophytes* on Tomato Plant Peformance. *Mycorrhiza*, 21 : 413 – 422.
- Mahmoud, R.S. dan K. Narisawa. 2013. A New Fungal Endophyte, *Scolecobasidium humicola* Promotes Tomato Growth under Organic Nitrogen Conditions. *Plos One*, 8 (11) : 1 – 8.
- Maimulyanti, A. dan A.R. Prihadi. 2016. Chemical Composition of Essential Oil and Hexena Extract and Antioxidant Activity of Various Extracts of *Acmella uliginosa* (Sw.) Cass Flowers from Indonesia. *Agriculture and Natural Resources*, 50 : 264 – 269.
- Malik, M., K.F. Hidayat, S. Yusnaini dan M.V. Rini. 2017. Pengaruh Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Kandang dengan Berbagai Dosis terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) pada Ultisol. *Agrotek Tropika*, 5 (2) : 63 – 67.
- Mandyam, K.G. dan A. Jumpponen. 2015. Mutualism-Parasitism Paradigm Synthesized from Results of Root-Endophyte Models. *Hypothesis and Theory*, 5 : 1 – 14.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor : IPB Press.

- Newsham KK. 2011. A meta-analysis of plant response to dark septate root endophytes. *New Phytopathology* 190: 783-793.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Bawang Merah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Raju, G.N., K.B. Sai, M.S. Meghana, K. Chandana, P.V. Suresh dan R.R. Nadendla. 2015. Synthesis, Characterization and Biological Activity of Indole-2-Carboxylic Acid Derivatives. *Internatinal Journal of Pharmaceutical Chemistry*, 5 (6) : 201 – 206.
- Redaksi AgroMedia. 2011. *Petunjuk Praktis Bertana Bawang*. Jakarta : AgroMedia Pustaka.
- Rizal, M. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk *Rock Phosphate* terhadap Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*. Jacq). *Ilmiah Pertanian*, 14 (1) : 61 – 64.
- Rukmana, R. 1994. *Bawang Merah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Rusdi dan M. Asaad. 2016. Uji Adaptasi Empat Varietas Bawang Merah di Kabupaten Kolaka Timur, Sulawesi Tenggara. *Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 19 (3) : 243 – 252.
- Santos, S.G., P.R.A. Silva, A.C. Garcia, J.E. Zilli dan R.L.L. Berbara. 2017. Dark Septate Endophyte Decrease Stress on Rice Plants. *Microbiology*, 48 : 333 – 341.
- Santosa, E. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sari, N.S., Sudarsono dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1 (1) : 65 – 71.
- Setiadi dkk. 1992. *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan*. Jakarta : Direktorat Perguruan Tinggi Swasta.
- Sharon, J.A., L.T. Hathwaik, G.M. Glenn, S.H. Imam dan C.C. Lee. 2016. Isolation of Efficient Phosphate Solubilizing Bacteria Capable of Enhancing Tomato Plant Growth. *Soil Science and Plant Nutrition*, 16 (2) : 525 – 536.
- Shiddieq, D., P. Sudira dan Tohari. *Aspek Dasar Agronomi Berkelanjutan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Smith, E.M. dan Y.T. Prairie. 2004. Bacterial Metabolism and Growth Efficiency in Lakes : The Impotence of Phosphorus Availability. *Limnol. Oceanogr.*, 49 (1) : 137 – 147.

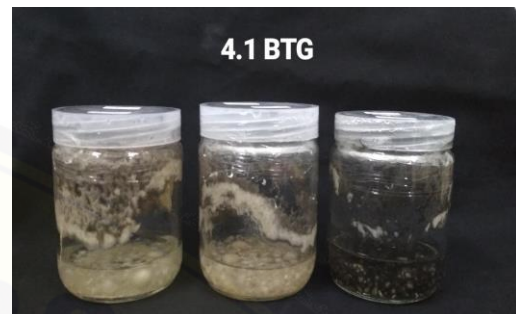
- Soesilo, D., R.E. Santoso dan I. Diyatri. 2005. Peranan Sorbitol dalam Mempertahankan Kestabilan pH Saliva pada Proses Pencegahan Karies. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*, 38 (1) : 25 – 28.
- Sumarni, N., R. Rosliana, R.S. Basuki dan Y. Hilman. 2012. Respons Tanaman Bawang Merah terhadap Pemupukan Fosfat pada Beberapa Tingkat Kesuburan Lahan (Status P-Tanah). *J.Hort*, 22 (2) : 129 – 137.
- Sumiati, E. dan O.S. Gunawan. 2006. Aplikasi Pupuk Hayati Mikoriza untuk Meningkatkan Efisiensi Serapan Unsur Hara NPK serta Pengaruhnya terhadap Hasil dan Kualitas Umbi Bawang Merah. *J.Hort.*, 17 (1) : 34 – 42.
- Surono dan K. Narisawa. 2017. The Dark Septate Endophytic Fungus *Phialocephala fortinii* is a Potential Decomposer of Soil Organic Compounds and a Promoter of *Asparagus officinalis* Growth. *Fungal Ecology*, 28 : 1 – 10.
- Syahputra, E., Fauzi dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Agroekoteknologi*, 4 (1) : 1796 – 1803.
- Tim Bina Karya Tani. 2011. *Pedoman Bertanam Bawang Merah*. Bandung : Yrama Widya.
- Uniprot. 2018. Taxonomy - *Phialocephala fortinii* Species Complex. Diakses 16 Januari 2019, dari [<https://www.uniprot.org/taxonomy/576134>].
- Upe, A. dan T. Sau. 2018. Adaptasi Keberagaman Varietas terhadap Pertumbuhan dan Produksi pada Wilayah Marginal Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalanicum* L.). *Tabaro*, 2 (1) : 172 – 177.
- Valencia, P.E. dan V.I. Meitiniarti. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Lignolitik serta Perbandingan Kemampuannya dalam Biodelignifikasi. *Scripta Biologica*, 4 (3) : 171 – 175.
- van Goudoever, J.B., H. Vlaardingerbroek, C.H. van den Akker. F. de Groof dan S.R.D. van der Schoor. 2014. Amino Acids and Proteins. *World Rev Nutr Diet. Basel, Karger*, 110 : 49 – 63.
- Vergara, C., K.E.C. Araujo, S. Urquiaga, N. Schultz, F.C. Balieiro, P.S. Medeiros, L.A. Santos, G.R. Xavier dan J.E. Zilli. 2017. Dark Septate Endophytic Fungi Help Tomato to Acquire Nutrients from Ground Plant Material. *Front. Microbiol.*, 8 : 1 – 12.
- Vergara, C., K.E.C. Araujo, S. Urquiaga, C.S. Catarina, N. Schultz, E.S. Araujo, F.C. Balieiro, G.R. Xavier dan J.E. Zilli. 2018. Dark Septate Endophytic

- Fungi Increase Green Manure-¹⁵N Recovery Efficiency, N Contents and Micronutrients in Rice Grains. *Original Research*, 9 : 1 – 12.
- Verkley, G.J.M., K. Dukik, R. Renfum, M. Goker dan J.B. Stielow. 2014. Novel Genera and Spesies of Coniothyrium-like Fungi in *Montagnulaceae* (Ascomycota). *Persoonia*, 32 : 25 – 51.
- Wibowo, S. 1995. *Budidaya Bawang Putih, Merah dan Bombay*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Widiyati, E. 2017. *Memahami Bisnis di Rhizorfir : Bagaimana Tanaman dan Mikrob Bertransaksi?*. Yogyakarta : Deepublish.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Yogyakarta : Gava Media.
- Yan, L., H. Zhao, X. Zhao, X. Xu, Y. Di, C. Jiang, J. Shi, D. Shao, Q. Huang, H. Yang, M. Jin. 2018. Production of Bioproducts by Endophytic Fungi : Chemical Ecology, Biotechnological Applications, Bottlenecks and Solutions. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102 : 6279 – 6298.
- Zaffan, Z.R. 2019. “Eksplorasi dan Potensi Cendawan Dark Septate Endophyte sebagai Agens Biokontrol *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Tomat.” Tesis. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Zhang, H., M. Tang, H. Chen, Y. Wang dan Y. Ban. 2010. Arbuscular Mycorrhizas and *Dark Septate Endophytes* Colonization Status in Medicinal Plant *Lycium barbarum* L. in Arid Northwestern China. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (18) : 1914 – 1920.
- Zhang, Y., T. Li dan Z.W. Zhao. 2013. Colonization Characteristic and Composition of *Dark Septate Endophytes* (DSE) in a Lead and Zinc Slag Heap in Southwest China. *Soil and Sediment Contamination*, 22 : 532 – 545.
- Zhao, X., S. Yuan, H. Song, X. Su, H. Mao, W. Shen, X. Qu, J. Dong. 2016. Arbuscular Mycorrhizal and Dark Septate Fungal Associations in Riparian Plants of the Three Gorges Reservoir Region, Southwest China. *Aquatic Botany*, 133 : 28 – 37.

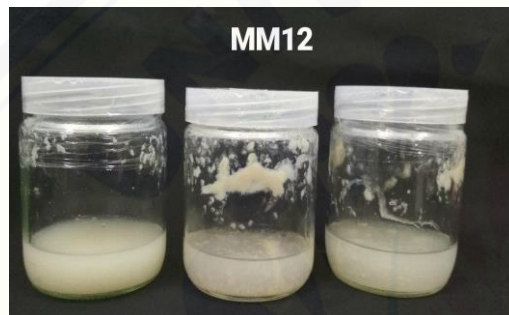
DOKUMENTASI



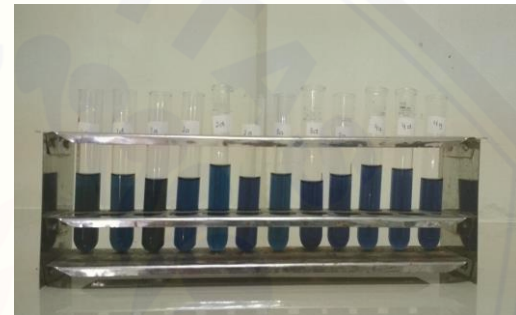
Isolat DSE yang diseleksi



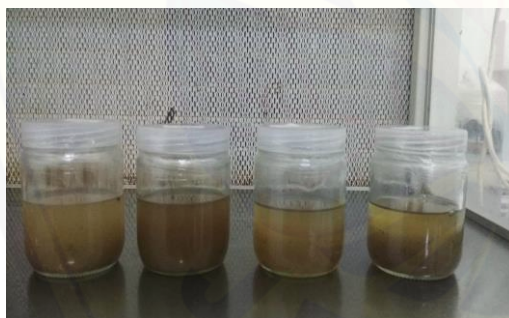
Isolat DSE yang diseleksi



Isolat DSE yang diseleksi



Sampel IP DSE yang dispektrofometer



Isolar yang siap digunakan



Penanaman Umbi Bawang Merah



Tanaman Berumur 11 Hari



Tanaman Berumur 21 Hari



Tanaman Berumur 37 Hari



Tanaman Berumur 41 Hari



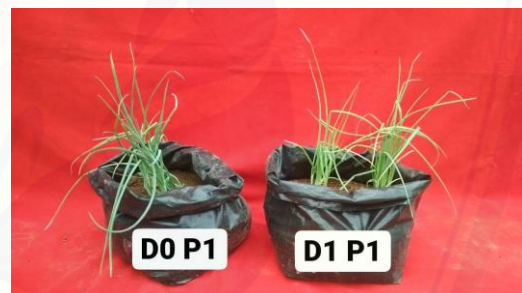
Tanaman Tanpa DSE



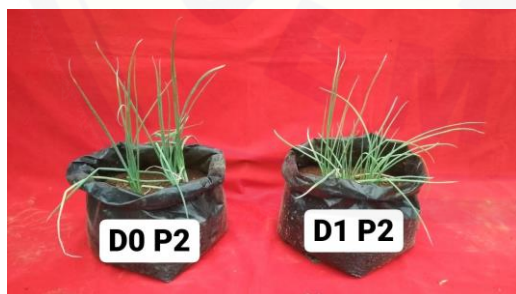
Tanaman dengan DSE



Perbandingan Tanaman Tanpa *Rock Phosphate*



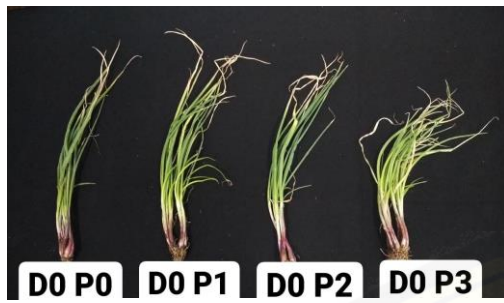
Perbandingan Tanaman dengan *Rock Phosphate* Dosis 0,5 ton/ha



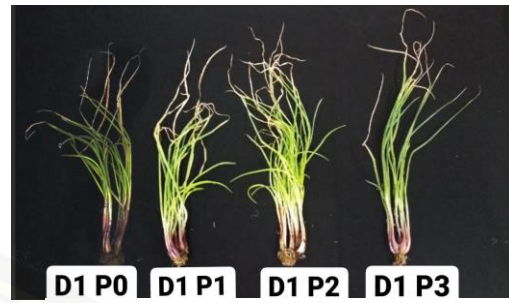
Perbandingan Tanaman dengan *Rock Phosphate* Dosis 1 ton/ha



Perbandingan Tanaman dengan *Rock Phosphate* Dosis 1,5 ton/ha



Hasil Panen Tanaman dengan DSE



Hasil Panen Tanaman Tanpa DSE



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Awal Hasil Pengamatan

Kode	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Jumlah Umbi	Berat Kering (gr)	Kadar Hara P
D0 P0 U1	26,6	22	5	2,19	0,39
D0 P0 U2	23,3	14	4	1,03	0,76
D0 P0 U3	26,0	21	8	0,58	0,55
D0 P1 U1	28,3	27	7	0,86	0,41
D0 P1 U2	27,3	18	5	1,33	0,52
D0 P1 U3	22,5	13	2	0,69	0,52
D0 P2 U1	23,9	16	6	1,00	0,87
D0 P2 U2	30,4	11	5	1,22	0,68
D0 P2 U3	29,5	17	5	1,62	0,72
D0 P3 U1	25,3	24	5	0,65	0,75
D0 P3 U2	27,8	22	6	1,48	0,78
D0 P3 U3	24,3	21	8	1,59	0,81
D1 P0 U1	25,8	17	6	1,00	0,47
D1 P0 U2	29,0	13	5	0,90	0,55
D1 P0 U3	30,2	17	5	0,71	0,56
D1 P1 U1	26,5	20	9	1,09	0,46
D1 P1 U2	30,0	23	8	1,02	0,54
D1 P1 U3	28,5	21	8	0,85	0,58
D1 P2 U1	29,5	13	4	1,07	0,85
D1 P2 U2	26,3	14	6	1,42	0,73
D1 P2 U3	32,0	31	8	1,45	0,60
D1 P3 U1	31,3	25	9	1,65	0,74
D1 P3 U2	34,0	17	8	1,43	0,61
D1 P3 U3	28,4	23	7	1,90	0,54

Lampiran 2. Data Pengamatan dan Analisis Varian Serapan P Tanaman Bawang Merah

2.1 Data Serapan P

DSE	Pupuk <i>Rock Phosphate</i>				Total	Rata-Rata
	P0	P1	P2	P3		
	0 Ton/Ha	0,5 Ton/Ha	1 Ton/Ha	1,5 Ton/Ha		
	(mg/pot)					
D0	0,65	0,47	0,96	0,98	3,06	0,76
D1	0,45	0,52	0,94	1,04	2,95	0,74
Total	1,10	0,99	1,90	2,02		
Rata-Rata	0,55	0,49	0,95	1,01		

Keterangan :

D0 : Tanpa aplikasi DSE

D1 : Diberi aplikasi DSE

2.2 Anova dan Analisis Duncan Data Serapan P

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.340 ^a	7	0.191	4.033	0.010
Intercept	13.500	1	13.500	284.460	0.000
Perlakuan	1.340	7	0.191	4.033	0.010
Error	0.759	16	0.047		
Total	15.599	24			
Corrected Total	2.099	23			

	Perlakuan	N	Subset	
			1	2
Duncan ^{a,b}	5.00	3	0.4567	
	2.00	3	0.4667	
	6.00	3	0.5133	
	1.00	3	0.6500	0.6500
	7.00	3		0.9400
	3.00	3		0.9567
	4.00	3		0.9767
	8.00	3		1.0400
	Sig.			0.332

Lampiran 3. Data Pengamatan dan Analisis Varian Tinggi Tanaman Bawang Merah

3.1 Data Pengamatan Tinggi Tanaman

DSE	Pupuk <i>Rock Phosphate</i>				Total	Rata-Rata
	P0	P1	P2	P3		
	0 Ton/Ha	0,5 Ton/Ha	1 Ton/Ha	1,5 Ton/Ha		
	(cm)					
D0	25,3	26	27,9	25,8	105	26,2
D1	28,3	28,3	29,3	31,2	117,1	29,3
Total	53,6	54,3	57,2	57		
Rata-Rata	26,8	27,2	28,6	28,5		

Keterangan :

D0 : Tanpa aplikasi DSE

D1 : Diberi aplikasi DSE

3.2 Anova dan Analisis Duncan Data Tinggi Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	83.680 ^a	7	11.954	1.817	.153
Intercept	18520.370	1	18520.370	2815.716	.000
Perlakuan	83.680	7	11.954	1.817	.153
Error	105.240	16	6.578		
Total	18709.290	24			
Corrected Total	188.920	23			

Duncan ^{a,b}	Perlakuan	N	Subset	
			1	2
	1.00	3	25.3000	
	4.00	3	25.8000	
	2.00	3	26.0333	
	3.00	3	27.9333	27.9333
	5.00	3	28.3333	28.3333
	6.00	3	28.3333	28.3333
	7.00	3	29.2667	29.2667
	8.00	3		31.2333
Sig.			.112	.173

Lampiran 4. Data Pengamatan dan Analisis Varian Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah

4.1 Data Pengamatan Jumlah Daun

DSE	Pupuk <i>Rock Phosphate</i>				Total	Rata-Rata
	P0	P1	P2	P3		
	0 Ton/Ha	0,5 Ton/Ha	1 Ton/Ha	1,5 Ton/Ha		
D0	19,0	19,3	14,7	22,3	75,3	18,8
D1	15,7	21,3	19,3	21,7	78,0	19,5
Total	34,7	40,6	34,0	44,0		
Rata-Rata	17,4	20,3	17,0	22,0		

Keterangan :

D0 : Tanpa aplikasi DSE

D1 : Diberi aplikasi DSE

4.2 Anova dan Analisis Duncan Data Jumlah Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	160.667 ^a	7	22.952	.877	.545
Intercept	8816.667	1	8816.667	336.943	.000
Perlakuan	160.667	7	22.952	.877	.545
Error	418.667	16	26.167		
Total	9396.000	24			
Corrected Total	579.333	23			

Duncan ^{a,b}	Perlakuan	N	Subset
			1
	3.00	3	14.6667
	5.00	3	15.6667
	1.00	3	19.0000
	2.00	3	19.3333
	7.00	3	19.3333
	6.00	3	21.3333
	8.00	3	21.6667
	4.00	3	22.3333
	Sig.		.125

Lampiran 5. Data Pengamatan dan Analisis Varian Jumlah Umbi Tanaman Bawang Merah

5.1 Data Pengamatan Jumlah Umbi

DSE	Pupuk <i>Rock Phosphate</i>				Total	Rata-Rata
	P0	P1	P2	P3		
	0 Ton/Ha	0,5 Ton/Ha	1 Ton/Ha	1,5 Ton/Ha		
D0	5,67	4,67	5,33	6,33	22,00	5,50
D1	5,33	8,33	6,00	8,00	27,66	6,92
Total	11,00	13,00	11,33	14,33		
Rata-Rata	5,50	6,50	5,67	7,17		

Keterangan :

D0 : Tanpa aplikasi DSE

D1 : Diberi aplikasi DSE

5.2 Anova dan Analisis Duncan Data Jumlah Umbi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	35.958 ^a	7	5.137	2.163	.095
Intercept	925.042	1	925.042	389.491	.000
Perlakuan	35.958	7	5.137	2.163	.095
Error	38.000	16	2.375		
Total	999.000	24			
Corrected Total	73.958	23			

	Perlakuan	N	Subset	
			1	2
Duncan ^{a,b}	2.00	3	4.6667	
	3.00	3	5.3333	5.3333
	5.00	3	5.3333	5.3333
	1.00	3	5.6667	5.6667
	7.00	3	6.0000	6.0000
	4.00	3	6.3333	6.3333
	8.00	3		8.0000
	6.00	3		8.3333
Sig.			.253	.050

Lampiran 6. Data Pengamatan dan Analisis Varian Berat Kering Tanaman Bawang Merah

6.1 Data Bering Kering

DSE	Pupuk <i>Rock Phosphate</i>				Total	Rata-Rata
	P0	P1	P2	P3		
	0 Ton/Ha	0,5 Ton/Ha	1 Ton/Ha	1,5 Ton/Ha		
	(mg)					
D0	1,27	0,96	1,28	1,24	4,75	1,19
D1	0,87	0,99	1,31	1,66	4,83	1,21
Total	2,14	1,95	2,59	2,90		
Rata-Rata	1,1	1,0	1,3	1,5		

Keterangan :

D0 : Tanpa aplikasi DSE

D1 : Diberi aplikasi DSE

6.2 Anova dan Analisis Duncan Data Berat Kering

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.346 ^a	7	.192	1.184	.365
Intercept	34.392	1	34.392	211.693	.000
Perlakuan	1.346	7	.192	1.184	.365
Error	2.599	16	.162		
Total	38.338	24			
Corrected Total	3.946	23			

Duncan ^{a,b}	Perlakuan	N	Subset 1
		5.00	3
	2.00	3	.9600
	6.00	3	.9867
	4.00	3	1.2400
	1.00	3	1.2667
	3.00	3	1.2800
	7.00	3	1.3133
	8.00	3	1.6600
	Sig.		.050