

**UPAYA PENINGKATAN SERAPAN FOSFOR
PADA KRISAN POTONG (*Chrysanthemum morifolium* R.)
dengan APLIKASI PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING
RHIZOBACTERIA*) dan MA (MIKORIZA ARBUSKULA)
PADA TANAH ANDISOL**

Oleh :

FRANSIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2017

**UPAYA PENINGKATAN SERAPAN FOSFOR PADA
KRISAN POTONG (*Chrysanthemum morifolium* R.) DENGAN
APLIKASI PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING
RHIZOBACTERIA*) DAN MA (MIKORIZA ARBUSKULA)
PADA TANAH ANDISOL**

Oleh:

**FRANSIN
0810480160**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Upaya Peningkatan Serapan Fosfor pada Krisan Potong (*Chrysanthemum morifolium* R.) Dengan Aplikasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan MA (Mikoriza Arbuskula) pada Tanah Andisol**

Nama Mahasiswa : **Fransin**

NIM : 0810480160

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS.
NIP. 195107101979031002

Diketahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Tanggal Persetujuan :

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil 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 yang jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Februari 2017

Fransin

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Prof. Dr. Ir. Moch. Dawam Maghfoer, MS.
NIP. 195707141981031004

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS.
NIP. 195107101979031002

Penguji III

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Penguji IV

Dr.agr. Nunun Barunawati, SP., MP.
NIP. 19740724 2005012 001

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Fransin. 0810480160. Upaya Peningkatan Serapan Fosfor pada Krisan Potong (*Chrysanthemum morifolium* R.) dengan Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan MA (Mikoriza Arbuskula) pada Tanah Andisol. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Nurul Aini, MS. Sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS. Sebagai Pembimbing Pendamping

Bunga Krisan potong berkembang pesat sebagai komoditas komersial di Indonesia dengan prospek yang menjanjikan. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya produksi krisan di Indonesia, yaitu 185 juta tangkai pada 2010, 305 juta tangkai pada 2011, 397 juta tangkai pada 2012, 387 juta tangkai pada 2013, 427 juta tangkai pada 2014 dan 442 juta tangkai pada 2015 (BPS, 2016). Bunga potong krisan banyak dibudidayakan pada daerah dataran tinggi yang sebagian diantaranya merupakan tanah Andisol dengan permasalahan utama pada tingginya kandungan Al dan Fe yang berpotensi mengikat fosfor pada tanah sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. PGPR dan Mikoriza arbuskula (MA) berpotensi dalam menyediakan P-tersedia bagi tanaman dari P-terikat melalui ekskresi asam-asam organik dan enzim. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Mikoriza Arbuskula (MA) terhadap pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor pada krisan potong di tanah Andisol.

Penelitian dilakukan pada Maret 2013 hingga Juli 2013 di Desa Junggo, Kota Batu yang berada pada ketinggian 1400 m di atas permukaan laut, dengan jenis tanah Andisol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan yang terdiri dari kombinasi antara kepadatan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA. Kombinasi tersebut adalah : P0 (tanpa PGPR dan tanpa MA), P1 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P2 (10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P3 (20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P4 (30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P5 (MA), P6 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA), P7 (10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA), P8 (20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA), P9 (30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA). Peubah yang diamati meliputi komponen pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, luas daun, saat muncul bunga, berat kering tanaman dan komponen hasil yaitu panjang tangkai, diameter bunga, kadar P tanaman, P tersedia tanah dan serapan P tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan konsentrasi PGPR dan MA mampu memberikan hasil yang berbeda nyata pada parameter pengamatan tinggi tanaman (pengamatan 35 hst hingga 77 hst), bobot kering panen, panjang tangkai bunga, kadar P tanaman, P tersedia tanah pada pengamatan 40 hst dan panen serta serapan P tanaman. Tetapi tidak berbeda nyata pada parameter pengamatan luas daun, umur berbunga dan diameter bunga. Perlakuan PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ memberikan hasil tertinggi pada parameter kadar P tanaman dan serapan P tanaman. Perlakuan PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA memberikan hasil tertinggi P tersedia tanah pada 40 hst dan perlakuan PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA memberikan hasil tertinggi P tersedia tanah saat panen.

SUMMARY

Fransin. 0810480160. Improving Phosphorus Uptake of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* R.) with Application of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) and AM (Arbuskular Mycorrhizal) on Andosol. Supervised by Dr. Ir. Nurul Aini, MS. as main supervisor and Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS. as co-supervisor

Chrysanthemum grows rapidly as a commercial commodity in Indonesia with promising prospects. It can be seen from the growing chrysanthemum production in Indonesia, with 185 million stems in 2010, 305 million stems in 2011, 397 million stems in 2012, 387 million stems in 2013, 427 million in 2014 and 442 million stems in 2015 (BPS, 2016). Chrysanthemum have been cultivated at highland that some of them are Andisol, the key issues on the high content of Al and Fe potentially adsorb phosphorus in the soil so that it becomes not available to plants. PGPR and Arbuskular Mycorrhizal (AM) has the potential to provide P-available to the plants of the P-adsorbed through the excretion of organic acids and enzymes. The purpose of this study was to determine the effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuskular Mycorrhizal (AM) on growth, yield and uptake of phosphorous chrysanthemum on Andosol.

The research was conducted at March 2013 to July 2013 in Junggo village, Batu city at 1400 m above sea level, with Andosol soil type. This research used Randomized Block Design (RBD), with three replication consisted combination of PGPR concentration and application of AM (Arbuskular Mycorrhizal). The combination are : P0 (without PGPR and without AM), P1 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P2 (10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P3 (20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P4 (30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR), P5 (AM), P6 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + AM), P7 (10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + AM), P8 (20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + AM), P9 (30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + AM). The observations consists of observations on plant growth that is plant height, leaves area, first time flower appear, dry weight total of plant and observation of the yield components that is length of flower stalk, flower diameter, phosphorous content of crop, available phosphorous of soil and phosphorous uptake of crop. Observational data obtained were analyzed using analysis of variance (F test) level of 5%, and in case of real influence among treatment then followed LSD test at 5%.

The results showed differences in the concentration of PGPR and MA significantly in different results on the parameters of plant height (35 dap up to 77 dap), the dry weight at harvest, length of flower stalks, P content of plants, soil P available on 40 dap and at harvesting as well P uptake of plants. The result not significant difference in the parameters of leaf area, first time flower appear and flower diameter. Treatment PGPR concentration of 20×10^6 cfu ml⁻¹ gives the highest yield in the parameter P content of plants and P uptake of plants. Treatment PGPR concentration of 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA provide the highest yields available P soil at 40 dap and PGPR concentration of 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA provide the highest yields available P soil on harvest.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah Allah SWT, sehingga laporan penelitian yang berjudul “Upaya Peningkatan Serapan Fosfor pada Krisan Potong (*Chrysantemum morifolium* R.) dengan Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan MA (Mikoriza arbuskula) pada Tanah Andisol “ dapat terselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Nurul Aini, MS. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS. selaku dosen pembimbing atas nasihat dan arahan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi doa dan dukungannya, tidak lupa juga kepada Bapak Ignatius Supardi dan karyawan kebun PT. Inggu Laut Abadi serta teman-teman FP UB atas bantuan, dukungan dan doa yang telah diberikan hingga terselesaikannya penulisan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan penelitian ini, sehingga kritik dan saran yang membangun diperlukan untuk kesempurnaan penelitian di masa mendatang dan semoga laporan penelitian ini dapat menambah wawasan dan manfaat bagi pembaca yang membutuhkan.

Malang, Februari 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 27 April 1988 sebagai putra kedua dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Sutikno Slamet dan Ibu Soenartiningsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Wates V pada tahun 1994 sampai tahun 2000, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 8 Mojokerto pada tahun 2000 dan selesai pada tahun 2003. Tahun 2004 sampai dengan tahun 2007 penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 5 Malang. Tahun 2008 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
1. Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis	3
2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Deskripsi <i>Chrysanthemum morifolium</i> R.	4
2.2 Peranan Fosfor Bagi Tanaman.....	6
2.3 Fosfor pada Tanah Andisol.....	8
2.4 Peranan PGPR Bagi Tanaman	9
2.5 Peranan Mikoriza Arbuskula (MA) Bagi Tanaman.....	12
2.6 Peranan PGPR dan MA Sebagai Pelarut Fosfor Bagi Tanaman.....	13
3. Bahan dan Metode	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.4.1 Persiapan Penelitian	16
3.4.2 Persiapan Media Tanam.....	16
3.4.3 Inokulasi PGPR dan Mikoriza	16
3.4.4 Penanaman	16
3.4.5 Pemeliharaan.....	16
3.4.6 Panen.....	18
3.5 Pengamatan	18
3.5.1 Pengamatan Non Destruktif.....	18
3.5.2 Pengamatan Destruktif.....	19
3.6 Analisa Data.....	19
4. Hasil dan Pembahasan.....	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Tinggi Tanaman	20
4.1.2 Luas Daun	21
4.1.3 Bobot Kering Tanaman.....	22
4.1.4 Kadar P Tanaman dan Tersedia Tanah	22
4.1.5 Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga.....	24
4.1.6 Serapan P Tanaman.....	24
4.2 Pembahasan.....	25

5. Kesimpulan dan Saran	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

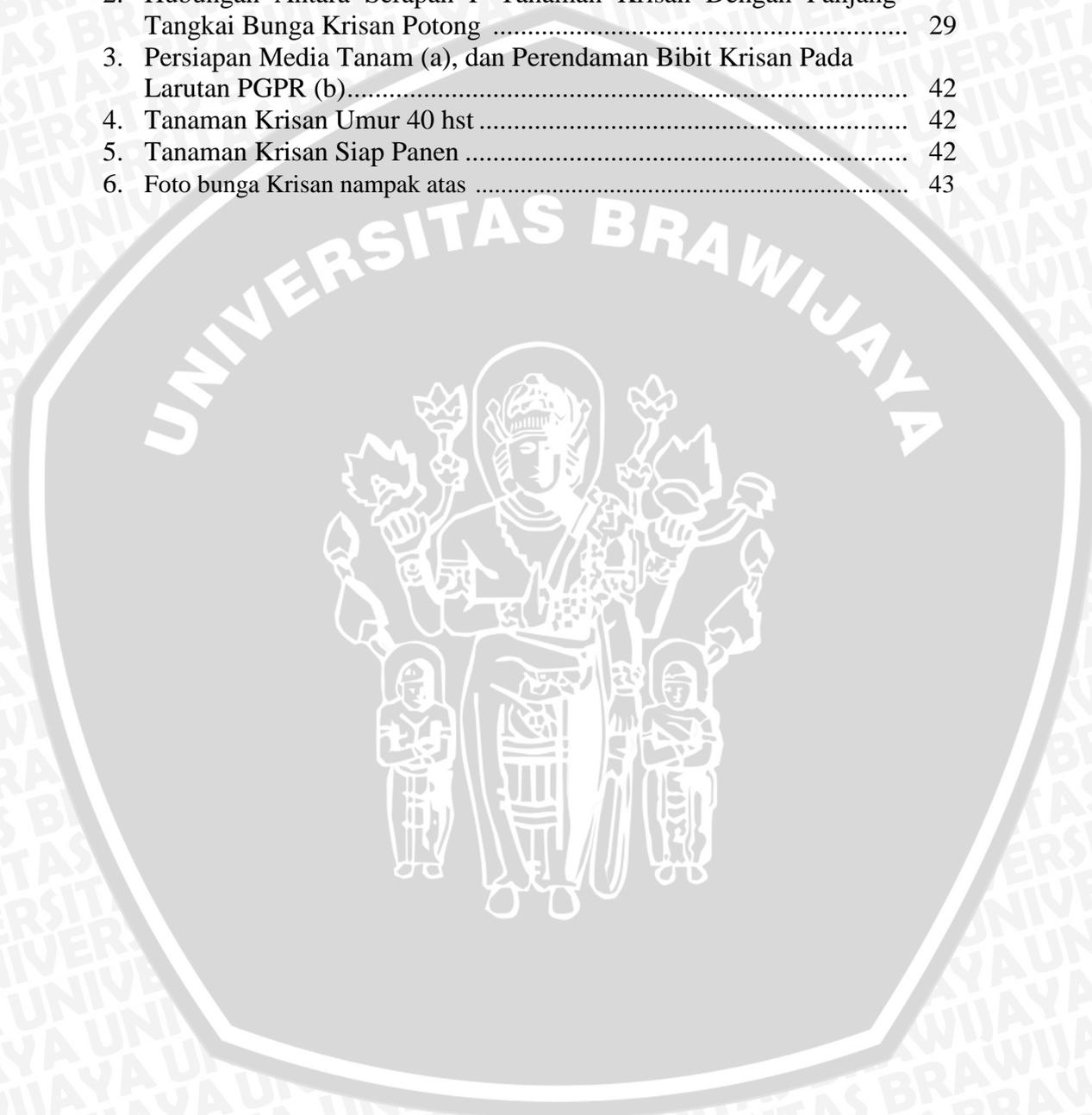


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Syarat Mutu Bunga Krisan Potong Segar	6
2.	Rerata Tinggi TanamanKrisan Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA Pada Berbagai Umur Pengamatan.....	20
3.	Rerata Luas Daun Tanaman Krisan Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen.....	21
4.	Rerata Bobot Kering per Tanaman Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen.....	22
5.	Rerata Kadar P Tanaman dan P Tersedia Tanah Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA Pada 40 hst dan Saat Panen.....	23
6.	Rerata Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA	24
7.	Rerata Serapan P per Tanam Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA Pada Berbagai Perlakuan.....	25
8.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman.....	40
9.	Analisis Ragam Luas Daun.....	40
10.	Analisis Ragam Bobot Kering Tanaman	40
11.	Analisis Ragam Kadar P Tanaman dan P Tersedia.....	41
12.	Analisis Ragam Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga	41
13.	Rerata Serapan P per Tanaman Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan MA Pada Berbagai Perlakuan	41
14.	Pengelompokan Tanaman Krisan Berdasarkan Kelas Mutu	44

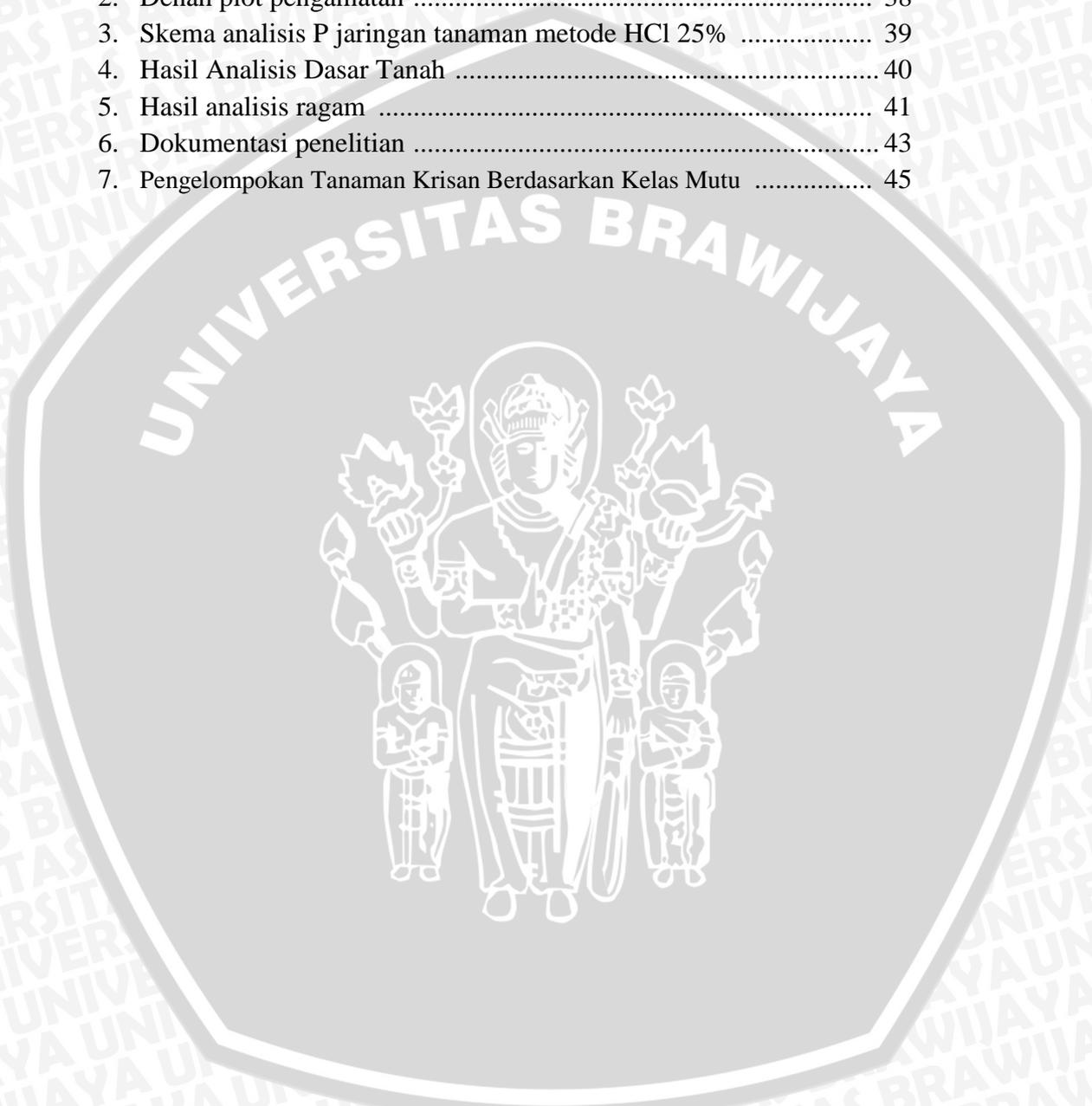
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengelompokan Tanaman Krisan Berdasarkan Kelas Mutu	4
2.	Hubungan Antara Serapan P Tanaman Krisan Dengan Panjang Tangkai Bunga Krisan Potong	29
3.	Persiapan Media Tanam (a), dan Perendaman Bibit Krisan Pada Larutan PGPR (b).....	42
4.	Tanaman Krisan Umur 40 hst	42
5.	Tanaman Krisan Siap Panen	42
6.	Foto bunga Krisan nampak atas	43



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah plot percobaan	37
2.	Denah plot pengamatan	38
3.	Skema analisis P jaringan tanaman metode HCl 25%	39
4.	Hasil Analisis Dasar Tanah	40
5.	Hasil analisis ragam	41
6.	Dokumentasi penelitian	43
7.	Pengelompokan Tanaman Krisan Berdasarkan Kelas Mutu	45



1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Bunga Krisan potong berkembang pesat sebagai komoditas komersial di Indonesia. Hal ini dikarenakan bunga Krisan potong memiliki keindahan pada keragaman bentuk dan warnannya. Prospek pengembangan bunga krisan potong cukup menjanjikan karena peminatnya didalam negeri semakin meningkat, hal ini dapat dilihat dari meningkatnya produksi krisan di Indonesia, yaitu 185 juta tangkai pada 2010, 305 juta tangkai pada 2011, 397 juta tangkai pada 2012, 387 juta tangkai pada 2013, 427 juta tangkai pada 2014 dan 442 juta tangkai pada 2015 (BPS, 2016). Menurut proyeksi Pusat Data dan Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian (2014), jumlah permintaan bunga potong krisan di Indonesia mencapai 519 juta tangkai pada 2016; 581 juta tangkai pada 2017; 644 juta tangkai pada 2018 dan 706 juta tangkai pada tahun 2019. Berkembangnya dunia pariwisata berpengaruh terhadap tingkat hunian hotel, sehingga pihak hotel akan berbenah diri terutama dalam hal pendekorasi ruangan yang ada agar terlihat lebih menarik dan nyaman. Hal ini secara tidak langsung akan berpengaruh pada permintaan hotel akan bunga potong, terutama pada hotel-hotel yang mengutamakan rangkaian bunga potong segar sebagai dekorasi ruangan (Nurmalinda dan Yani, 2009).

Bunga potong krisan banyak dibudidayakan pada daerah dataran tinggi yang sebagian diantaranya merupakan tanah Andisol. Indonesia memiliki tanah Andisol seluas 6,5 juta Ha yang tersebar di daerah-daerah vulkan, dan merupakan tanah pertanian yang penting bagi tanaman hortikultura seperti tanaman bunga, sayur dan buah-buahan (Rahayu, 2003). Tanah Andisol di Indonesia memiliki kisaran pH yang bervariasi yaitu 3,4 sampai 6,7 dengan rata-rata 5,4. Namun kisaran pH antara 4,5 sampai 5,5 merupakan kisaran pH yang paling banyak ditemukan di Indonesia (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian, 2014). Karakter tanah Andisol yang relatif masam dan banyak mengandung Al dan Fe terlarut akan mudah bereaksi dengan fosfor, yang menyebabkan fosfor menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Ajidirman (2010) rata-rata jerapan P tanah andisol pada kedalaman 0 cm hingga 30 cm adalah 3317 ppm. Kebutuhan

fosfor untuk satu musim tanam krisan potong sebesar 43 Kg Ha^{-1} , sedangkan dari pengamatan awal diketahui bahwa kandungan P-total sebesar 249 ppm dan P-tersedia pada tanah sebesar 10 ppm.

Adanya permasalahan ketersediaan fosfor pada tanah Andisol diasiasi dengan penggunaan pupuk fosfor anorganik oleh para petani. Dalam jangka panjang hal ini akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas tanah akibat residu pupuk anorganik tersebut. Selain itu harga pupuk yang mahal dan seringnya terjadi kelangkaan pupuk, sehingga menyebabkan harga pupuk anorganik tersebut melambung tinggi, yang akhirnya menjadikan biaya operasional menjadi tinggi.

Satu upaya yang berpotensi meningkatkan ketersediaan fosfor pada tanah Andisol adalah dengan pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Mikoriza Arbuskula (MA). PGPR merupakan kelompok bakteri yang aktif mengkoloni zona perakaran tanaman serta mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman (Khalimi dan Wirya, 2009). Hal ini didasarkan atas kemampuan PGPR dalam menyediakan fosfor tersedia dari ikatan Al, Ca dan Fe (Damarjaya *et al.*, 2005; Baon *et al.*, 2012; Widawati dan Suliasih, 2006).

Beberapa spesies bakteri yang berasosiasi dengan daerah rhizosfer tanaman, mampu meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman baik dengan mineralisasi fosfor (dalam bentuk fosfat) organik maupun dengan pelarutan fosfat anorganik (Isfahani dan Besharati, 2012). Bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* merupakan mikroba yang mampu mengikat N bebas, sedangkan *Bacillus* dan *Pseudomonas* merupakan bakteri pelarut P dan pemobilisasi K serta mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa IAA (Gray dan Smith, 2005).

Selain PGPR, Mikoriza Arbuskula (MA) juga memiliki kemampuan dalam melarutkan P-terjerap menjadi P-tersedia bagi tanaman. Mikoriza Arbuskula (MA) adalah bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara jamur (*mykes*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan diketahui mampu memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan proses-proses fisiologis lain bagi tanaman inang. Bolan (1991) menyatakan bahwa pengaruh menguntungkan dari (MA) Mikoriza Arbuskula terhadap pertumbuhan sering dihubungkan dengan peningkatan

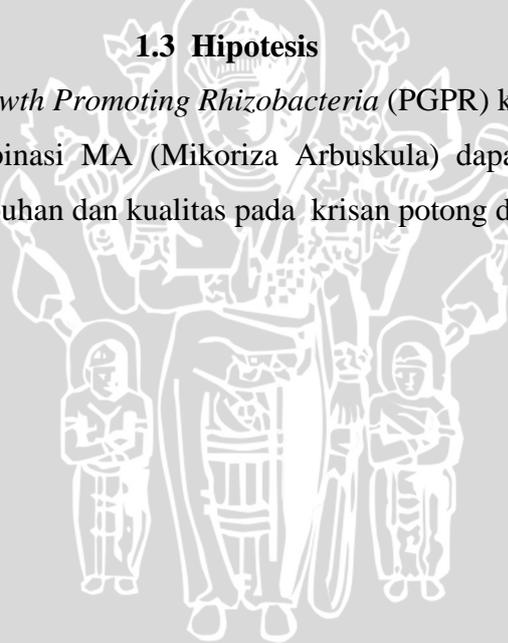
serapan hara yang tidak tersedia, terutama fosfor. MA menyerap eksudat yang dikeluarkan akar tanaman inang dan sebaliknya MA juga menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase yang mampu merubah fosfat terjerap menjadi fosfat larut yang tersedia bagi tanaman. Inokulasi MA dapat meningkatkan serapan P oleh tanaman, karena MA juga memiliki hifa eksternal, yang mampu memperluas daerah penyerapan akar, sehingga dapat menembus daerah penipisan nutrisi (*zone of nutrient depletion*) yang terdapat di sekitar perakaran serta menyerap unsur hara dari daerah tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan MA (Mikoriza Arbuskula) terhadap pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor pada krisan potong di tanah Andisol.

1.3 Hipotesis

Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ dengan kombinasi MA (Mikoriza Arbuskula) dapat mengoptimalkan serapan fosfor, pertumbuhan dan kualitas pada krisan potong di tanah Andisol.



2. Tinjauan Pustaka

2.1 Deskripsi *Chrysantemum morifolium* R.

Krisan (*Chrysantemum morifolium* R.) merupakan tanaman yang keistimewaan utamanya terletak pada bagian bunga. Selain krisan, bunga ini juga dikenal dengan sebutan Seruni / Aster dan merupakan tanaman introduksi yang berasal dari Cina. Di Jepang, pada abad ke-4 tanaman krisan telah mulai dibudidayakan dan sekitar abad ke-8 dijadikan simbol resmi kekaisaran Jepang dengan sebutan *Queen of East* atau Ratu dari Timur (*National Chrysantemum Society*, 2003). Tanaman Krisan mulai menyebar ke daerah Eropa sekitar tahun 1789, yaitu setelah Kapten Blancard yang berasal dari Perancis membawa tanaman krisan dari Cina dan sejak saat itu bunga krisan mulai menghiasi rumah-rumah bangsawan Eropa. Tanaman krisan diperkirakan masuk ke Indonesia pada tahun 1800, dan sejak tahun 1940-an tanaman krisan mulai dikembangkan secara komersial oleh para petani bunga di Indonesia.

Menurut Nuryanto (2007), secara taksonomi tanaman Krisan diklasifikasikan sebagai berikut :



Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub Divisi : Angiospermae
 Class : Dicotyledonae
 Ordo : Asterales
 Family : Asteraceae
 Genus : *Chrysantemum*
 Species : *Chrysantemum morifolium* R.

Gambar 1. Bunga Krisan Varietas Yellow Fiji (Sulistyo, 2016)

Krisan ialah tanaman yang tumbuh tegak dan menyemak serta memiliki ketinggian hingga 200 cm. Tanaman Krisan memiliki struktur batang yang lunak dan berwarna hijau, tetapi apabila tanaman sudah tua batang tersebut akan menjadi keras dan berwarna hijau kecokelatan. Bentuk daun Krisan adalah bulat telur dengan tepi yang bergerigi, ujung runcing, serta tersusun secara berselang-seling pada tiap cabang atau batangnya. Akar tanaman Krisan menyebar kesegala

arah dengan kedalaman mencapai 30 cm. Bunga Krisan tumbuh tegak pada ujung batang atau cabang dan tersusun dalam tangkai yang berukuran pendek sampai panjang (Wijayakusuma, 2000).

Krisan (*Chrysanthemum morifolium* R.) merupakan salah satu jenis tanaman hias penghasil bunga potong yang sangat populer di Indonesia. Krisan dapat tumbuh dengan baik pada wilayah dataran medium hingga dataran tinggi dengan kisaran ketinggian tempat antara 700–1200 mdpl (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2006), pada kisaran suhu harian antara 17 sampai 30°C. Kelembaban udara berpengaruh terhadap pertumbuhan bunga Krisan. Tanaman krisan memerlukan kelembaban 90-95% pada awal pertumbuhan untuk pertumbuhan akar. Sedangkan pada tanaman dewasa, pertumbuhan optimal memerlukan kelembaban udara berkisar antara 70-85% (Turang *et al.*, 2007).

Tanaman krisan termasuk tanaman yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya (*fotoperiodesitas*), baik dalam fase pertumbuhan maupun fase pembungaan. Tanaman krisan merupakan tanaman berhari pendek, sehingga membutuhkan fotoperiodesitas lebih dari 14,5 jam untuk tetap berada pada fase vegetatif. Intensitas cahaya lampu untuk tanaman krisan pada malam hari berkisar 70–100 lux atau setara dengan lampu TL 40 watt dengan jarak antar titik lampu 2 x 2 m dengan ketinggian 1,5 m dari permukaan bedengan. Durasi penyinaran 4 jam yaitu pada pukul 22.00–02.00 atau 23.00–03.00 hingga tanaman berumur 30 hari (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2006).

Dalam pemasarannya krisan potong dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu tipe standar dan tipe spray. Pada tipe standar satu tangkai hanya terdapat satu kuntum bunga, sedangkan pada tipe spray terdapat beberapa kuntum bunga. Pinching atau pembuangan titik tumbuh apikal muda pada krisan tipe spray dapat berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tunas aksiler untuk percabangan tanaman. Tunas aksiler baru yang kemudian tumbuh menjadi cabang baru dipelihara hingga berbunga, sehingga bunga akan terlihat lebih banyak dan kompak (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, 2006). Sedangkan pada krisan potong tipe standart kegiatan pinching bertujuan untuk membuang tunas aksiler sehingga tunas apikal bisa tumbuh secara maksimal. Pinching pada krisan potong tipe standart dilakukan pada umur 6 minggu setelah tanam (Verma, 2010).

Panen dilakukan pada Krisan yang telah berumur 90-100 hari setelah tanam, Kriteria saat panen ditetapkan berdasarkan persentase kemekaran bunga, yaitu pada bunga tipe standart dipanen ketika telah mekar sempurna (Direktorat Jendral Hortikultura, 2007). Pemanenan dilakukan pada pagi hari antara jam 6.00 hingga 8.00 pagi saat suhu udara tidak terlalu tinggi dengan cara mencabut tanaman dan memotong tangkai bunga Krisan pada pangkal akar.

Tabel 1. Syarat Mutu Bunga Krisan Potong Segar

No	Jenis Uji	Satuan Kelas Mutu				
		AA	A	B	C	
1	Panjang tangkai minimum					
	- tipe standar	cm	>80	70	61	Asalan
	- tipe "spray"					
	* aster	cm	>80	70	61	Asalan
	* kancing	cm	>76	70	61	Asalan
	* santini	cm	>60	55	50	Asalan
2	Diameter tangkai bunga					
	- tipe standar, aster dan kancing	mm	>5	4.1 - 5	3 - 4	Asalan
	- santini	mm	>4	3.5 - 4	3 - 3.5	Asalan
3	Diameter bunga setengah mekar					
	- tipe standar	mm	>80	71 - 80	60 - 70	Asalan
	- tipe "spray"					Asalan
	* aster	mm	>40	>40	>40	Asalan
	* kancing	mm	>35	>35	>35	Asalan
	* santini	mm	>30	>30	>30	Asalan

Sumber: Direktorat budidaya Tanaman Hias, 2009

2.2 Peranan Fosfor Bagi Tanaman

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro essensial yang penting bagi pertumbuhan tanaman, namun kandungannya di dalam jaringan tanaman lebih rendah dari Nitrogen (N) dan Kalium (K). Pada masa vegetatif unsur fosfor sangat banyak dijumpai pada pusat-pusat pertumbuhan, sehingga bila kekurangan fosfor maka unsur hara langsung di translokasikan pada bagian daun yang muda, sedangkan pada masa generatif unsur fosfor banyak dialokasikan pada proses pembentukan biji atau buah tanaman. Kadar fosfor pada bagian-bagian generatif tanaman tertinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya.

Tanaman menyerap fosfor dari tanah dalam bentuk ion orthofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion orthofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) yang terdapat dalam larutan tanah. Ion orthofosfat primer lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pada pH yang lebih tinggi (>7) bentuk orthofosfat sekunder lebih dominan. Kondisi perubahan bentuk ion tersebut dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut (Hanafiah, 2005) :



Pergerakan ion fosfat umumnya disebabkan oleh proses difusi, tetapi jika kondisi fosfat terlarut dalam tanah (fosfat tersedia) cukup tinggi, maka aliran massa dapat berperan dalam transportasi tersebut (Premono, 1994). Senyawa fosfor berperan penting dalam perubahan-perubahan karbohidrat dan senyawa-senyawa terkait glikolisis, metabolisme asam-asam amino, lemak dan belerang, oksidasi biologis dan reaksi-reaksi metabolisme lainnya, yang terutama terkait dengan fungsi utamanya sebagai pembawa energi kimiawi.

Beberapa fungsi fosfor adalah membentuk asam nukleat (DNA dan RNA), menyimpan serta memindahkan energi *Adenosin Tri Phosphate* (ATP) dan *Adenosin Di Phosphate* (ADP) merangsang pembelahan sel, dan membantu proses asimilasi serta respirasi. Selain itu, fosfor juga berperan aktif dalam mentransfer energi didalam sel baik sel tanaman maupun hewan. Pemupukan fosfor dapat merangsang pertumbuhan awal bibit tanaman, sedangkan pada fase generatif membantu merangsang pembentukan bunga, buah, dan biji, serta mampu mempercepat pemasakan buah dan membuat biji menjadi lebih bernas.

Fosfor berperan sebagai penyusun beberapa enzim dan protein, ATP, RNA, DNA dan fitin. ATP merupakan senyawa yang terlibat dalam berbagai reaksi transfer energi pada hampir semua proses metabolisme tanaman, sehingga unsur fosfor berperan penting dalam penyediaan energi kimiawi. Ketersediaan fosfor yang cukup pada periode awal pertumbuhan akan berpengaruh terhadap fase primordia dan pembentukan bagian reproduktif tanaman (Hanafiah, 2005).

tersedia bagi tanaman. Menurut Widjajati (1991) unsur fosfor di dalam tanah mempunyai bentuk-bentuk tersedia yang berada pada kisaran pH yang berbeda. Pada reaksi masam bentuk H_2PO_4^- cenderung dominan, selanjutnya dengan meningkatnya pH menjadi sedang dan kemudian alkali, bentuk ion yang dominan adalah HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} . Bila tanah bereaksi masam kandungan Aluminium dan Besi akan meningkat. Dalam keadaan demikian fosfor terlarut akan diikat oleh Al^{3+} dan Fe^{3+} menjadi senyawa kompleks yang sukar larut.

2.4 Peranan PGPR pada Tanaman

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah kelompok bakteri yang hidup secara heterogen dan dapat ditemukan pada rhizosfer, permukaan akar tanaman dan berasosiasi dengan akar yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman (Joseph *et al.*, 2007). PGPR berperan dalam meningkatkan produktivitas tanah dan pertumbuhan tanaman untuk mencapai pertanian yang berkelanjutan. Secara umum, peranan PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori yaitu : (1) sebagai pemacu/perangsang pertumbuhan (*biostimulant*); (2) sebagai penyedia hara (*biofertilizer*); (3) sebagai pengendali pathogen yang berasal dari dalam tanah (*bioprotectans*) (Joseph *et al.*, 2007; Khalimi dan Wirya, 2009; Widawati, 2015).

Peran PGPR sebagai *biostimulant* adalah dengan memproduksi zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA, giberelin, dan sitokinin pada zona perakaran tanaman. Dari penelitian yang dilakukan oleh Lenin and Jayanti (2012), bahwa *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter* dan *Azospirillum* mampu menghasilkan hormon IAA dan giberelin. Ditambahkan oleh Salamone *et al.* (2001), bahwa *Pseudomonas fluorescens* juga mampu menghasilkan hormon sitokinin. Sebagai *biofertilizer*, peran PGPR dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman adalah dengan penambatan N_2 dan melarutkan unsur fosfor yang terikat dalam tanah (Joseph *et al.*, 2007 dan Widawati, 2015). Selain sebagai *biofertilizer* dan memproduksi fitohormon PGPR juga menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti pathogen seperti *siderophore*, *kitinase*, antibiotik dan sianida (Lenin and Jayanti, 2012; Joseph *et al.*, 2007).

P. fluorescens adalah bakteri dengan pigmen hijau kuning bergram negatif dengan bentuk batang, flagel polar dan bersifat aerob (Haas *et al.*, 2005). Bakteri

ini mampu hidup pada suhu 4⁰ hingga 40⁰C dengan suhu optimal 25⁰-30⁰C. Bakteri *P. fluorescens* mampu mendegradasi sejumlah besar senyawa organik, berinteraksi dengan tanaman dan berasosiasi dalam rizosfer yang bersifat menguntungkan di bidang pertanian. Bakteri ini dilaporkan mampu berperan sebagai biostimulan dengan menghasilkan hormon IAA, giberelin dan sitokinin (Lenin and Jayanti, 2012; Salamone *et al*, 2001). Sebagai biofertilizer PGPR mampu melarutkan P terikat menjadi P tersedia bagi tanaman. Selain itu, *P. Fluorescens* juga menghasilkan siderophore yang berfungsi melindungi akar tanaman dari serangan pathogen tanah (Joseph *et al.*, 2007).

B. subtilis merupakan bakteri saprofit yang dapat hidup pada tanah, air, udara dan bahan organik yang telah terdekomposisi. Bakteri *B. subtilis* diketahui dapat hidup pada lingkungan aerob dan juga dapat berperilaku sebagai anaerob fakultatif apabila konsentrasi oksigen disekitar tempat hidupnya rendah (Nakano dan Hullet, 1997). Di dalam tanah, *B. subtilis* memanfaatkan eksudat akar dan bahan tanaman mati sebagai sumber nutrisi. Apabila kondisi lingkungan tidak sesuai bagi pertumbuhannya, misalnya karena suhu tinggi, tekanan fisik dan kimia, atau kahat nutrisi, bakteri akan membentuk endospora. Bakteri ini telah banyak dimanfaatkan dalam dunia pertanian karena sifatnya yang menguntungkan bagi tanaman. Lenin and Jayanti (2012) menyatakan bahwa pengaruh menguntungkan dari *B. subtilis* adalah kemampuannya dalam menghasilkan hormon IAA, giberelin serta siderophore yang juga berfungsi mengendalikan beberapa pathogen tanaman.

Azotobacter merupakan bakteri gram-negatif nonsimbiotik yang berfungsi sebagai pengikat N bebas dari udara. bersifat aerob tetapi juga dapat tumbuh secara anaerob fakultatif jika kelarutan oksigen menurun. *Azotobacter* mampu mengubah nitrogen (N₂) dalam atmosfer menjadi amonia (NH₄⁺) melalui proses pengikatan nitrogen dimana amonia yang dihasilkan diubah menjadi protein yang dibutuhkan oleh tanaman. Upaya mempertahankan kesehatan tanah dan sekaligus produktivitas tanaman dengan inokulasi *Azotobacter* perlu dilakukan, karena rizobakteri ini berperan meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dari beberapa hasil penelitian terlihat bahwa efektifitas *azotobacter* tidak hanya dalam meningkatkan fiksasi

Nitrogen tapi juga mempunyai kemampuan dalam meningkatkan ketersediaan P dan berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap beberapa penyakit. *Azotobacter sp.* juga dikenal sebagai pengendali penyakit tanaman karena kemampuannya menghasilkan senyawa anti antibiotik dan antifungi (Lenin and Jayanti, 2012). Demikian pula dalam proses perkecambahan benih, tidak hanya dipengaruhi oleh IAA tetapi juga adanya pengaruh senyawa lain yang disintesis oleh *Azotobacter sp.* Dilaporkan oleh Widawati (2015), dalam penelitiannya *Azotobacter* juga mampu melarutkan P dan menghasilkan hormon IAA.

Azospirillum merupakan bakteri aerobik, gram negatif dan termasuk dalam phylum alphaproteobacteria. Bakteri ini mampu hidup pada lingkungan dan tanaman yang beraneka ragam seperti sereal, tebu, rumput, kopi, buah-buahan dan bunga-bunga. *Azospirillum* mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui banyak mekanisme diantaranya fiksasi N_2 , produksi fitohormon (seperti auksin, sitokinin, dan giberelin), peningkatan penyerapan hara, peningkatan ketahanan cekaman, produksi vitamin, siderophore dan biokontrol, serta pelarutan P (Widawati, 2015; Lenin and Jayanti, 2012). Mekanisme *Azospirillum* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kemungkinan lebih dari satu mekanisme yang berjalan secara bersama. Sebagai contoh, fiksasi N_2 berkontribusi kurang dari 5% dari pengaruh *Azospirillum* pada tanaman. Ini tidak dapat menjelaskan secara penuh peningkatan hasil tanaman. Ketika dikombinasikan dengan pengaruh mekanisme lainnya, kontribusi yang kecil ini dapat menjadi kontribusi yang berarti. Dengan demikian, aktivitas gabungan dari semua mekanisme yang terlibat bertanggung jawab bagi pengaruh yang besar dari inokulasi *Azospirillum* pada pertumbuhan tanaman (Bashan dan Hulgain 1997).

2.5 Peranan Mikoriza Arbuskular (MA) Bagi Tanaman

Mikoriza merupakan asosiasi simbiotik antara jamur dengan akar tanaman yang membentuk jalinan interaksi. Pada umumnya mikoriza digunakan sebagai istilah pada interaksi antara jamur dengan perakaran tanaman yang bersifat simbiosis mutualisme. Bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara jamur (*mykes*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan tersebut diketahui mampu memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan proses-proses fisiologis lain bagi

tanaman inang. Mikoriza dapat meningkatkan pasokan air dan hara pada tanaman, seperti fosfat dan nitrogen. Sebagai gantinya tanaman memberikan pasokan karbon pada mikoriza. Sebanyak 80-90% spesies diantaranya memiliki hubungan simbiosis mutualisme dengan Mikoriza arbuskular (Wang dan Qiu., 2006).

Bagian jamur yang tumbuh di dalam perakaran tanaman disebut hifa intraradikal dan hifa yang tumbuh di bagian luar perakaran menuju tanah disebut hifa ekstraradikal (Parniske, 2008). Hifa ekstraradikal merupakan struktur lain dari MA yang berkembang di luar akar. Hifa ini berfungsi menyerap hara dan air di dalam tanah. Terbentuknya hifa ekstraradikal yang berasosiasi dengan tanaman berperan penting dalam perluasan bidang adsorpsi akar sehingga memungkinkan akar menyerap hara dan air dalam jangkauan yang lebih luas.

Mikoriza arbuskular merupakan jamur yang dapat membantu melindungi tanaman dari serangan patogen, membantu tanaman pada saat terjadi kekeringan dan menjaga salinitas tanah agar tetap stabil (Lozano *et al.*, 2012). Arbuskular adalah struktur hifa yang berasal dari percabangan hifa di dalam sel korteks akar tanaman inang. Bentuk arbuskular menyerupai pohon kecil yang berfungsi sebagai tempat pertukaran zat-zat metabolit primer (terutama Glukosa dan Fosfor) antara jamur dan akar tanaman. Arbuskular mempunyai peran yang penting bagi tanaman karena berfungsi sebagai tempat masuknya hara mineral dari tanah yang diabsorpsi oleh akar dan hifa ke dalam sel inang. Proses tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan sitoplasma, respirasi, dan aktivitas enzim pada kedua organisme tersebut sehingga tanaman inang akan dapat memanfaatkan fosfor dari jamur dan sebaliknya jamur mikoriza mengabsorpsi glukosa dan karbon dari inangnya.

2.6 Peranan PGPR dan MA Sebagai Pelarut Fosfor Bagi Tanaman

Unsur fosfor di dalam tanah umumnya berada pada kondisi terjerap atau kelarutan yang rendah. Pada keadaan keterbatasan fosfor mikroorganisme merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan kemampuan melarutkan fosfor yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Ginting *et al.*, 2006). Beberapa spesies bakteri yang berasosiasi dengan daerah rhizosfer tanaman, mampu meningkatkan ketersediaan fosfor (dalam bentuk

fosfat) bagi tanaman. Hal tersebut bisa terjadi baik dengan mineralisasi fosfat organik maupun dengan pelarutan fosfat anorganik (Isfahani dan Besharati, 2012). Menurut Ginting *et al.* (2006) pelarutan senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfor berlangsung secara kimia dan biologi, baik untuk fosfor (dalam bentuk senyawa fosfat) organik maupun anorganik. Mekanisme pelarutan secara kimia merupakan mekanisme pelarutan utama yang dilakukan oleh mikroorganisme.

Pada pelarutan secara kimia ini mikroorganisme tersebut mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oxalate dan sitrat (Jones *et al.*, 2003; Premono, 1994). Selanjutnya asam-asam organik tersebut akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfor seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} serta Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan fosfor terikat. Dengan adanya asam-asam organik yang dihasilkan bakteri, maka akan terjadi pertukaran anion antara asam organik dengan P, dimana asam organik menggantikan kedudukan P dalam ikatannya dengan Al atau Fe, sehingga P akan terbebaskan sebagai P-larut yang pada akhirnya dapat diserap oleh tanaman.

Pelarutan secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim, antara lain enzim Fosfatase dan enzim Fitase (Rodrguez *et al.*, 2006). Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfor rendah. Fosfatase diekskresikan oleh tanaman dan mikroorganisme, dan didalam tanah enzim yang dihasilkan mikroorganisme lebih dominan dari pada yang dihasilkan oleh tanaman. Pada proses mineralisasi bahan organik, senyawa fosfat organik diuraikan menjadi fosfat anorganik yang tersedia bagi tumbuhan dengan bantuan enzim Fosfatase (Li *et al.*, 1997). Enzim Fosfatase dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia. Widjajanti (1991) menyatakan bahwa salah satu mekanisme pelarutan fosfat dari senyawa fosfat organik melalui sistem kerja enzim yang dijumpai pada bakteri. Enzim tersebut merupakan produk metabolit sekunder yang diproduksi pada tahap pertumbuhan stasioner. Enzim yang berperan memutuskan fosfat dari substrat organik adalah fosfatase. Terdapat beberapa genus bakteri yang dapat melarutkan fosfat secara efektif, diantaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Pseudomonas* (Rani *et al.*, 2012).

Mikoriza arbuskula merupakan satu diantara beberapa solusi dalam mengatasi permasalahan fosfor pada tanah. Bolan (1991) menyatakan bahwa pengaruh menguntungkan dari mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan sering dihubungkan dengan peningkatan serapan hara yang tidak tersedia, terutama fosfor. Inokulasi MA dapat meningkatkan serapan P oleh tanaman, karena mikoriza memiliki hifa eksternal. Hifa ini selain dapat memperluas jangkauan rambut akar sehingga memperluas daerah penyerapan, juga dapat menembus daerah penipisan nutrisi (*zone of nutrient depletion*) yang terdapat di sekitar perakaran dan menyerap unsur hara dari daerah tersebut. Hal ini dikarenakan diameter hifa MA yang relatif kecil (rata-rata berukuran 2-5 μm) sehingga bisa melewati pori-pori tanah yang tidak dapat ditembus oleh rambut-rambut akar. Hifa eksternal pada MA juga berperan dalam meningkatkan serapan fosfor pada tanaman.

MA menyerap eksudat yang dikeluarkan akar tanaman inang dan sebaliknya MA juga menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase yang mampu mengkatalis hidrolisis kompleks fosfat tidak larut yang terdapat di dalam tanah menjadi bentuk fosfor larut yang tersedia bagi tanaman. Selanjutnya fosfor larut ini dengan cepat akan diserap langsung oleh hifa eksternal MA dan kemudian ditransfer ke tanaman inang. Dengan demikian tanaman yang diinokulasi MA mempunyai kemampuan untuk menyerap fosfor yang terikat dalam tanah dan fosfor dari pupuk, sehingga penyerapan fosfor menjadi lebih besar dibanding tanaman yang tidak diinokulasi mikoriza (Zulaikha, 2006).

3. Bahan dan Metode

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Junggo, Kota Batu, dengan ketinggian tempat 1400 m di atas permukaan laut. Rata-rata suhu harian $18^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban berkisar 84% serta dengan jenis tanah Andisol. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2013 sampai bulan Juli 2013.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : cangkul, jaring penyangga tanaman, polybag, penggaris, jangka sorong, timbangan analitik, oven, tabung reaksi, spectronic 21 dan alat tulis. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah bibit Krisan varietas Fiji Kuning (dalam bentuk stek berakar), PGPR (berisi bakteri *Pseudomonas fluorescent*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter sp*, dan *Azospirillum sp.*), MA (*Gigaspora sp.*), serta bahan untuk analisis P tanah dan jaringan tanaman seperti HCl 25%, reagent P, dan aquadest.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari kombinasi antara kepadatan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA.

Kombinasi perlakuan tersebut adalah :

P0 : Tanpa PGPR dan tanpa MA

P1 : 5×10^6 cfu ml^{-1} PGPR

P2 : 10×10^6 cfu ml^{-1} PGPR

P3 : 20×10^6 cfu ml^{-1} PGPR

P4 : 30×10^6 cfu ml^{-1} PGPR

P5 : MA

P6 : 5×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA

P7 : 10×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA

P8 : 20×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA

P9 : 30×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA

Kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali seperti tersaji pada Lampiran 1. Dengan perlakuan yang dilaksanakan, maka dibutuhkan 30 plot

percobaan. Masing-masing plot berukuran 45 cm x 45 cm, dengan populasi 9 polybag setiap plot serta satu tanaman setiap polybag (Lampiran 2).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian yang dilakukan adalah mempersiapkan inokulum larutan PGPR yang akan digunakan. Larutan tersebut mengandung bakteri *Pseudomonas fluorescent*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter sp*, dan *Azospirillum sp*, yang diperoleh dari laboratorium jurusan HPT FP-UB. Mikoriza Arbuskula (MA) yang digunakan adalah *Gigaspora sp*, dengan kerapatan 15 spora g⁻¹ tanah.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan sebagai media tanam, terlebih dahulu dikering-udarkan selama 4 hari, setelah itu ditimbang 3 kg untuk masing-masing polybag. Setelah media tanam selesai disusun, dilanjutkan dengan pemasangan jaring penegak tanaman yang terbuat dari anyaman tali dengan ukuran 12,5 x 12,5 cm dipasang mengikuti lebar dan panjang bedengan yang telah berisi polybag. Dalam penanaman bunga krisan potong diperlukan jaring penegak tanaman yang bertujuan untuk menjaga tangkai bunga krisan tetap lurus.

Pemberian pupuk tidak dilakukan karena dari analisis tanah awal diketahui bahwa kandungan hara tiap polybag adalah 14 g Nitrogen; 9 g Kalium; serta Fosfor sebesar 7,5 g. Sedangkan kebutuhan unsur hara satu musim tanam krisan adalah N sebesar 45,1 g m⁻²; K sebesar 78,3 g m⁻²; serta P sebesar 6,5 g m⁻² (Sonneveld and Voogt, 2009). Dengan populasi ideal bunga krisan potong adalah 64 tanaman m⁻² (BPTP Yogyakarta, 2006), maka tiap tanaman memerlukan N sebesar 0,7 g; K sebesar 1,2 g; dan P sebesar 0,1 g untuk setiap musim tanam. Sehingga dari data awal yang diperoleh, kandungan hara yang terkandung pada tanah telah memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman bunga krisan potong.

Penambahan cahaya pada malam hari menggunakan lampu fluorescent / lampu TL 18 watt dengan jarak antar titik lampu 2,5 m serta ketinggian 1,5 m dari permukaan media tanam. Durasi penyinaran adalah 4 jam yaitu pada pukul 00.00–04.00 hingga tanaman berumur 40 hari.

3.4.3 Inokulasi PGPR dan Mikoriza

Pada perlakuan inokulasi PGPR, larutan PGPR yang digunakan kemudian dilarutkan dengan air sesuai dengan perlakuan, yaitu P0 (tanpa PGPR), P1 (5 ml + 1 liter air), P2 (10 ml + 1 liter air), P3 (20 ml + 1 liter air), P4 (30 ml + 1 liter air), P5 (tanpa PGPR), P6 (5 ml + 1 liter air), P7 (10 ml + 1 liter air), P8 (20 ml + 1 liter air) dan P9 (30 ml + 1 liter air). Perendaman bibit dilakukan selama 20 menit (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2012). Inokulasi Mikoriza dilakukan pada saat tanam yang diaplikasikan dengan dosis 10 g setiap lubang tanam dalam polybag yaitu pada perlakuan P5, P6, P7, P8 dan P9.

3.4.4 Penanaman

Bibit yang digunakan adalah varietas Fiji Kuning dan sebelum ditanam bibit direndam dalam larutan PGPR terlebih dahulu sesuai dengan perlakuan. Sebelum bibit ditanam, media tanam disiram secara merata hingga kedalaman 10 cm, hal ini dilakukan untuk menjaga agar bibit krisan tidak mengalami stres ketika ditanam pada polybag. Setelah media tanam selesai disiram dilanjutkan dengan pembuatan lubang tanam menggunakan tugal dengan kedalaman 3 cm, kemudian diisi dengan mikoriza sebanyak 10 g setiap lubang tanam (sesuai perlakuan). Bibit krisan ditanam pada lubang tanam yang telah tersedia, kemudian tanah yang berada disekitar pangkal batang dipadatkan secara perlahan agar bibit tidak patah.

3.4.5 Pemeliharaan

Penyulaman dilakukan pada bibit krisan yang mengalami kematian atau layu permanen, yaitu mengganti dengan bibit yang telah dipersiapkan sesuai dengan perlakuan. Waktu penyulaman dilakukan pada umur 4-7 hari setelah tanam, hal ini bertujuan agar memperoleh hasil panen yang seragam. Penyiangan dilakukan pada umur 2 minggu setelah tanam dengan frekuensi 2 minggu sekali hingga menjelang panen. Gulma dibersihkan secara manual yaitu mencabut gulma hingga akar.

Penyiraman dilakukan 1-2 kali sehari serta tergantung keadaan cuaca atau media tumbuh tanaman. Penyiraman dilakukan hingga tanah cukup basah atau kapasitas lapang. Pada tanaman kecil frekuensi penyiraman akan lebih sering dilakukan, karena tajuk tanaman masih belum bisa menutupi seluruh permukaan media tumbuh sehingga media tanam menjadi lebih cepat kering. Waktu penyiraman yang optimal dilakukan pada pagi hari, karena jika pada sore hari

dikhawatirkan menyebabkan kelembaban tinggi pada malam hari yang berpotensi mendukung timbulnya serangan patogen. Pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) tanaman krisan perlu dilakukan agar memperoleh hasil yang optimal, Adapun beberapa OPT yang menyerang tanaman krisan pada saat penelitian adalah :

1. Ulat Tanah (*Agrotis ipsilon*), pengendalian dengan aplikasi insektisida berbahan aktif *karbofuran* dengan cara ditabur pada areal pertanaman. Pengendalian dilakukan saat terlihat gejala serangan ulat pada areal pertanaman dengan dosis 2 gr polybag⁻¹.
2. Penggerek Daun (*Liriomyza sp.*), pengendalian dilakukan dengan penyemprotan insektisida berbahan aktif *abamektin* dengan konsentrasi 2 ml L⁻¹. Penyemprotan dilakukan saat mulai terlihat gejala serangan.
3. Thrips (*Frankliniella occidentalis*), pengendalian dilakukan dengan penyemprotan insektisida berbahan aktif *abamektin* dengan konsentrasi 2 ml L⁻¹. Penyemprotan dilakukan saat mulai terlihat gejala serangan.
4. Karat Putih (*Puccinia horriana*), dikendalikan dengan penyemprotan fungisida berbahan aktif *propineb* dengan konsentrasi 1 g L⁻¹.

3.4.6 Panen

Panen dilakukan pada Krisan yang telah berumur 90-100 hari setelah tanam, Kriteria saat panen ditetapkan berdasarkan persentase kemekaran bunga, yaitu pada bunga tipe standart dipanen ketika telah mekar sempurna (Direktorat Jendral Hortikultura, 2007). Pemanenan dilakukan pada pagi hari antara jam 6.00 hingga 8.00 pagi saat suhu udara tidak terlalu tinggi dengan cara mencabut tanaman dan memotong tangkai bunga Krisan pada pangkal akar.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Pengamatan Non Destruktif

Setiap plot percobaan terdapat 3 tanaman contoh untuk pengamatan non destruktif, Peubah yang diamati adalah :

1. Tinggi tanaman (cm), yaitu dengan mengukur tinggi tanaman mulai dari permukaan tanah hingga ujung tanaman, Waktu pengamatan 7, 21, 35, 49, dan 56 hari setelah tanam (hst).

2. Saat muncul bunga (hst), dicatat jika lebih dari 50% tanaman pada masing-masing plot telah berbunga.

2.5.2 Pengamatan Destruktif

Setiap plot percobaan terdapat 2 tanaman contoh untuk pengamatan destruktif yang dilakukan pada umur 40 hst dan saat panen, Parameter yang diamati adalah :

1. Panjang tangkai (cm), dihitung panjang tangkai bunga yang telah dipanen.
2. Diameter Bunga (cm), yaitu dengan mengukur lebar kelopak bunga menggunakan jangka sorong. Waktu pengamatan dilakukan saat panen.
3. Luas daun (cm²) dihitung dengan menggunakan Leaf Area Meter (LAM) pada umur 40 hst dan saat panen.
4. Bobot kering tanaman (g), yaitu menimbang bobot kering sampel tanaman setelah dioven selama 2 x 24 jam pada suhu 80⁰C pada umur 40 hst dan saat panen.
5. Serapan P tanaman (%), yaitu menghitung perkalian antara kadar fosfor tanaman dengan bobot kering tanaman pada umur pengamatan 40 hst.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F dengan taraf 5%, Apabila dari perlakuan ada pengaruh nyata, dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

4.1.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman krisan pada umur pengamatan 7 dan 21 hst, namun berpengaruh nyata pada pengamatan 35 hst hingga 77 hst. Rata-rata tinggi tanaman krisan akibat konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Tinggi Tanaman Krisan Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Berbagai Umur Pengamatan (hst).

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm) pada Berbagai Umur Pengamatan (hst)					
	7	21	35	49	63	77
P0	5,50	9,83	22,34 a	44,67 ab	57,89 ab	78,22 a
P1	5,83	11,22	23,89 ab	44,33 ab	58,89 ab	79,67 ab
P2	6,06	11,33	25,44 bc	48,67 cd	64,67 d	85,33 b
P3	5,96	11,56	26,89 bc	49,22 d	65,78 d	86,45 b
P4	5,24	11,06	27,67 c	49,34 d	64,33 cd	83,56 b
P5	5,56	11,11	21,78 a	41,78 a	57,22 a	78,00 a
P6	5,45	11,44	24,00 ab	45,11 abc	59,78 abc	81,67 ab
P7	6,05	11,78	25,78 bc	47,45 bcd	62,45 bcd	81,89 ab
P8	6,13	11,17	26,67 bc	49,78 d	66,33 d	85,22 b
P9	5,22	10,83	26,22 bc	48,56 cd	64,89 d	84,89 b
BNT 5 %	tn	tn	3,08	3,86	4,66	4,79

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% ($p= 0,05$); hst= hari setelah tanam; tn= tidak nyata. **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**:Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹; **P2**: Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹; **P3**: Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹; **P4**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P7** : Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P8** : Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P9**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹ + MA.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 35 hst, tanaman krisan pada perlakuan P4 (PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹) memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, dan P6. Tinggi tanaman pada perlakuan P4 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3, P7, P8 dan P9. Pengamatan tinggi tanaman pada 49 hst menunjukkan bahwa tanaman krisan dengan perlakuan P8 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹) memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, P5, P6. Tinggi

tanaman pada perlakuan P8 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3, P4, P7 dan P9. Pengamatan tinggi tanaman pada umur 63 hst menunjukkan bahwa pada perlakuan P8 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA) memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, P5 dan P6. Tinggi tanaman pada perlakuan P8 tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P2, P3, P4, P7 dan P9. Pengamatan umur 77 hst menunjukkan bahwa pada perlakuan P3 (PGPR konsentrsi 20×10^6 cfu ml⁻¹) memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0 dan P5. Tinggi tanaman pada perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P4, P6, P7, P8 dan P9.

4.1.2 Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman krisan pada umur pengamatan 40 hst dan saat panen. Rerata luas daun tanaman krisan akibat pengaruh konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Luas Daun Tanaman Krisan Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen.

Perlakuan	Rerata Luas Daun per Tanaman (cm ²) pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen	
	40 hst	Panen
P0	432,20	671,52
P1	371,40	764,05
P2	436,77	1016,96
P3	433,27	852,24
P4	457,93	784,07
P5	378,23	1010,26
P6	381,60	719,86
P7	397,50	974,27
P8	578,20	833,39
P9	386,73	928,03
BNT 5 %	tn	tn

Keterangan : hst= hari setelah tanam; tn= tidak nyata. **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**:Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹; **P2**: Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹; **P3**: Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹; **P4**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P7** : Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P8** : Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P9**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹ + MA.

4.1.3 Bobot Kering Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman krisan pada umur pengamatan 40 hst, namun berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman pada pengamatan saat panen. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada pengamatan saat panen, tanaman krisan pada perlakuan P2 (PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹) memiliki bobot kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, P4, P5 dan P6. Bobot kering pada perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3, P7, P8 dan P9. Rerata bobot kering tanaman krisan akibat pengaruh konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Bobot Kering per Tanaman Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen.

Perlakuan	Rerata Bobot Kering per Tanaman (g) pada Pengamatan 40 hst dan Panen	
	40 hst	Panen
P0	2,14	8,40 a _{xxx}
P1	2,51	10,82 abc
P2	2,81	14,70 d _x
P3	2,88	13,15 cd _x
P4	2,72	11,92 bc _x
P5	2,70	10,30 ab _x
P6	2,67	10,03 ab _{xx}
P7	2,63	12,24 bcd
P8	2,94	12,84 cd
P9	3,04	13,28 cd _x
BNT 5 %	tn	2,50

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% ($p= 0,05$); hst= hari setelah tanam; tn= tidak nyata. **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**:Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹; **P2**: Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹; **P3**: Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹; **P4**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P7** : Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P8** : Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P9**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹ + MA.

4.1.4 Kadar P Tanaman dan P Tersedia Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA berpengaruh nyata terhadap kadar P tanaman krisan serta berpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah pada pengamatan 40 hst dan saat

panen. Tabel 5 menunjukkan pada perlakuan P3 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml^{-1}) memiliki kadar P tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, P5, P7 dan P9. Kadar P tanaman pada perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan P2, P4, P6 dan P8. Pengamatan P tersedia tanah pada 40 hst, menunjukkan bahwa pada perlakuan P8 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu $^{-1}$ + MA) memiliki kadar P tersedia tanah 40 hst yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0 dan P5. Kadar P tersedia tanah pada perlakuan P8 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P6, P7 dan P9. Pengamatan P tersedia tanah saat panen, menunjukkan bahwa pada perlakuan P6 (PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu $^{-1}$ + MA) memiliki kadar P tersedia tanah saat panen yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0 dan P5. Kadar P tersedia tanah perlakuan pada perlakuan P8 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, P4, P7, P8 dan P9. Rerata kadar P tanaman dan P tersedia tanah akibat pengaruh konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Kadar P Tanaman dan P Tersedia Tanah Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan Aplikasi MA pada Pengamatan 40 hst dan Saat Panen.

Perlakuan	Kadar P tanaman (%)	P Tersedia Tanah (ppm)	
		40 hst	Panen
P0	0,21 a	14,37 a	13,30 a
P1	0,26 bcd	19,47 bc	19,47 b
P2	0,26 cde	20,00 bc	20,50 b
P3	0,30 e	18,43 b	21,53 b
P4	0,27 cde	18,43 b	22,03 b
P5	0,22 ab	13,30 a	12,27 a
P6	0,28 de	19,97 bc	22,53 b
P7	0,26 bcd	20,53 bc	21,50 b
P8	0,29 de	22,07 c	18,97 b
P9	0,24 abc	20,00 bc	20,00 b
BNT 5 %	0,03	2,88	4,65

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% ($p= 0,05$); hst= hari setelah tanam. **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**:Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml^{-1} ; **P2**: Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml^{-1} ; **P3**: Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml^{-1} ; **P4**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml^{-1} ; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml^{-1} + MA; **P7** : Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml^{-1} + MA; **P8** : Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml^{-1} + MA; **P9**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml^{-1} + MA.

4.1.5 Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA tidak berpengaruh nyata terhadap parameter umur berbunga dan diameter bunga pada tanaman krisan, namun berpengaruh nyata terhadap panjang tangkai bunga krisan. Tabel 6 menunjukkan pada perlakuan P3 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹) memiliki panjang tangkai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, dan P5. Panjang tangkai pada perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, P4, P6, P7, P8 dan P9. Rerata umur berbunga, panjang tangkai dan diameter bunga akibat pengaruh konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan MA.

Perlakuan	Umur Berbunga (hst)	Panjang Tangkai (cm)	Diameter Bunga (cm)
P0	59,00	79,44 a ^{xx}	12,63
P1	59,33	81,11 ab ^x	12,30
P2	59,33	85,11 bc ^x	12,57
P3	59,67	87,67 c ^{xxx}	12,80
P4	59,67	84,56 bc	12,53
P5	59,33	79,11 a ^{xxx}	12,50
P6	60,00	83,11 abc	12,57
P7	59,67	83,56 abc	12,47
P8	61,00	85,89 bc ^{xx}	12,87
P9	59,33	86,44 c ^{xx}	12,93
BNT 5 %	tn	4,93	tn

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% ($p= 0,05$); hst= hari setelah tanam; tn= tidak nyata. **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**:Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹; **P2**: Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹; **P3**: Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹; **P4**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Diredam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P7** : Diredam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P8** : Diredam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P9**: Diredam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹ + MA.

4.1.6 Serapan P Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PGPR dan aplikasi MA berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman krisan. Tabel 7 menunjukkan perlakuan P3 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹) memberikan hasil serapan P yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, P5 dan

P7. Hasil serapan P tanaman pada perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, P4, P6, P8 dan P9. Rerata serapan P tanaman krisan akibat pengaruh konsentrasi PGPR dan aplikasi MA disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Serapan P per Tanaman Akibat Perbedaan Konsentrasi PGPR dan MA Pada Berbagai Perlakuan.

Perlakuan	Serapan P (%)
P0	0,46 a
P1	0,65 ab
P2	0,75 bcd
P3	0,87 d
P4	0,74 bcd
P5	0,60 ab
P6	0,77 bcd
P7	0,67 bc
P8	0,85 cd
P9	0,73 bcd
BNT 5 %	0,19

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% ($p=0,05$); **P0**: Tanpa PGPR, tanpa CMA; **P1**: Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹; **P2**: Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹; **P3**: Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹; **P4**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹; **P5** : Diinokulasi MA; **P6** : Direndam PGPR konsentrasi 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P7** : Direndam PGPR konsentrasi 10×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P8** : Direndam PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA; **P9**: Direndam PGPR konsentrasi 30×10^6 cfu ml⁻¹ + MA.

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan merupakan suatu proses kehidupan tanaman pada habitatnya yang menghasilkan pertambahan ukuran, bentuk maupun jumlah. Parameter yang biasa digunakan untuk melihat pertumbuhan tanaman secara kasat mata adalah tinggi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada umur pengamatan 7 dan 21 hst tidak menunjukkan perbedaan yang nyata akibat aplikasi PGPR, baik tanpa maupun yang dikombinasi dengan MA. Pada periode awal pertumbuhan vegetatif, tinggi tanaman mengalami pertambahan yang sangat lambat. Hal ini disebabkan karena sistem perakaran tanaman belum berkembang secara optimal, sehingga kemampuannya dalam menyerap hara dari lingkungan sekitarnya masih sangat terbatas. Sementara fotosintat yang dihasilkan dari daun

digunakan untuk pembentukan perakaran baru maupun organ vegetatif lain seperti batang dan daun (Sanjaya *et al.*, 2004). Aplikasi PGPR dan MA memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman yang nyata pada pengamatan 35 hst hingga 77 hst. Hal ini dikarenakan P tersedia tanah telah mengalami peningkatan secara signifikan (tabel 4) yang berbanding lurus dengan serapan P oleh tanaman.

Menurut Kumar and Kumar (2014), fosfor mempengaruhi karakter pertumbuhan tanaman, karena fosfor merupakan komponen penting dari protoplasma dan klorofil yang mengkonversi fotosintat ke fosfolipid sehingga pertumbuhan vegetatif menjadi lebih baik. Tinggi tanaman akan berpengaruh terhadap panjang tangkai bunga potong krisan. Panjang tangkai bunga dihitung dari ujung mahkota bunga sampai pangkal tangkai dimana tangkai tersebut dipotong. Sehingga semakin tinggi tanaman, maka semakin panjang tangkai bunga yang dihasilkan.

Hasil fotosintat dapat diukur dengan melihat akumulasi bobot kering tanaman. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) bahan kering merupakan manifestasi dari semua proses dan peristiwa yang terjadi dalam pertumbuhan tanaman, ditambahkan oleh Rao *et al.* (1994) bahwa lebih dari 94% bahan kering total berasal dari fotosintesis. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan PGPR tanpa MA pada perlakuan P2 dan P3 nyata meningkatkan bobot kering tanaman setelah panen sebesar 75% dan 56,5% dibandingkan tanaman kontrol (P0); sedangkan apabila disertai MA, perlakuan P7, P8 dan P9 nyata meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 45,7%; 52,9%; dan 58,1% dibandingkan tanaman kontrol (Tabel 4). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.* (1998), yang menyatakan bahwa inokulasi mikoriza dan bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap peningkatan akumulasi bobot kering pada tanaman.

Ginting *et al.*, (2006) menyatakan pada keadaan keterbatasan fosfor mikroorganisme merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan kemampuan melarutkan fosfor yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. PGPR merupakan bakteri-bakteri yang mampu menjadi promotor pertumbuhan tanaman akibat aktivitas penyediaan hara. Beberapa

spesies bakteri yang berasosiasi dengan daerah rhizosfer tanaman, mampu meningkatkan ketersediaan fosfor (dalam bentuk fosfat) bagi tanaman. Hal tersebut bisa terjadi baik dengan mineralisasi fosfat organik maupun dengan pelarutan fosfat anorganik (Isfahani dan Besharati, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PGPR baik tanpa MA maupun dengan MA nyata meningkatkan kadar P tersedia tanah, baik pada pengamatan 40 hst maupun pada saat panen. Pada pengamatan 40 hst, penggunaan PGPR tanpa MA (P1, P2, P3 dan P4) mampu meningkatkan kadar P tersedia tanah sebesar 35,5%; 39,2%; 28,3%; dan 28,3% dibandingkan tanaman kontrol (P0), sedangkan penggunaan PGPR dengan MA (P6, P7, P8 dan P9) meningkatkan kadar P tersedia tanah sebesar 39%; 42,9%; 53,6%; dan 39,2% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Pada pengamatan setelah panen, penggunaan PGPR tanpa MA (P1, P2, P3 dan P4) mampu meningkatkan kadar P tersedia tanah sebesar 46,4%; 54,1%; 61,9%, dan 65,6% dibandingkan tanaman kontrol (P0), sedangkan penggunaan PGPR dengan MA (P6, P7, P8 dan P9) mampu meningkatkan kadar P tersedia tanah sebesar 69,4%; 61,7%; 42,6% dan 50,4% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Menurut Ginting *et al.*, (2006) pelarutan senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfor berlangsung secara kimia dan biologi, baik untuk fosfor (dalam bentuk senyawa fosfat) organik maupun anorganik. Mekanisme pelarutan secara kimia merupakan mekanisme pelarutan utama yang dilakukan oleh mikroorganisme.

Meningkatnya kadar P tersedia tanah oleh aplikasi PGPR dan MA juga diikuti oleh peningkatan kadar P tanaman. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan PGPR baik tanpa MA maupun dengan MA nyata meningkatkan kadar P tanaman krisan. Penggunaan PGPR tanpa MA (P1, P2, P3 dan P4) mampu meningkatkan kadar P tanaman (%) sebesar 22%; 23,8%; 40,7% dan 27,6% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Penggunaan PGPR dengan MA (P6, P7, P8 dan P9) mampu meningkatkan kadar P tanaman (%) sebesar 33,6%; 22%; 35% dan 13,6% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Peningkatan kadar P tanaman ini juga berkorelasi positif dengan peningkatan P tersedia tanah, sehingga semakin tinggi P tersedia tanah maka semakin tinggi pula kadar P pada tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Orhan *et al.*, (2006) bahwa aplikasi PGPR secara

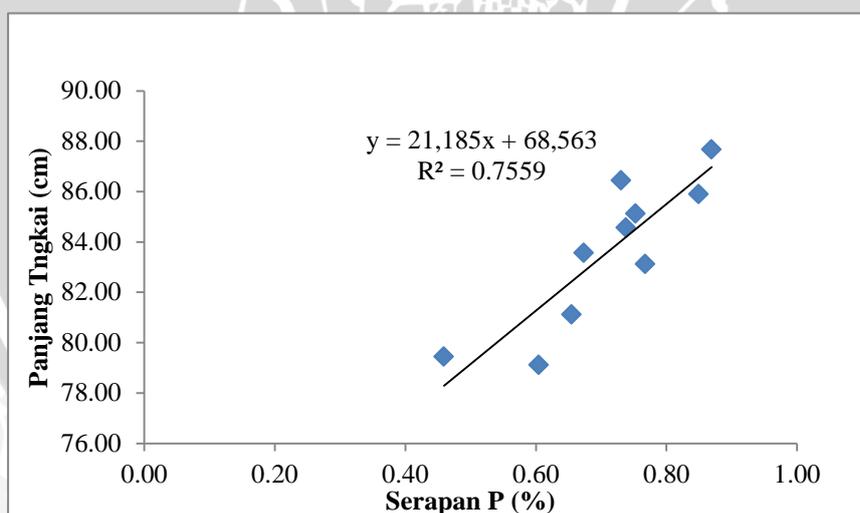
signifikan meningkatkan kadar N, P dan Ca pada tanaman, selain itu juga berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah yang meliputi N total, P tersedia, K, Ca dan Mg pada tanah.

Pengaruh penggunaan PGPR dan MA pada tanaman krisan potong juga memberikan pengaruh yang nyata pada parameter panjang tangkai (Tabel 6). Pada perlakuan tanpa MA, perlakuan P2 dan P3 meningkatkan panjang tangkai bunga sebesar 7,6% dan 10,8% dibandingkan tanaman kontrol, sedangkan pada perlakuan dengan MA, perlakuan P8 dan P9 nyata meningkatkan panjang tangkai bunga sebesar 8,5% dan 9,3% dibandingkan tanaman kontrol. Panjang tangkai bunga akibat pengaruh dari aplikasi PGPR juga berkaitan dengan tinggi tanaman pada fase vegetatif. Tanaman krisan merupakan tanaman yang bersifat determinate, yaitu pertumbuhan vegetatif akan berhenti ketika tanaman memasuki masa generatif. Sejalan dengan penelitian Orhan *et al.*, (2006) bahwa aplikasi PGPR secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman dan panjang tangkai pada tanaman. Peningkatan P tersedia tanah berkaitan dengan kemampuan dari PGPR dan MA yang mampu membebaskan fosfor terjerap di tanah, sehingga ketersediaan fosfor menjadi lebih tinggi dari tanaman kontrol. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), fungsi fosfor adalah mendorong pertumbuhan akar tanaman. Hal ini menyebabkan daerah serapan akar yang menjadi semakin luas, sehingga serapan hara menjadi lebih maksimal dari pada tanaman kontrol.

Pada parameter pengamatan waktu muncul bunga, aplikasi PGPR dan MA tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini dikarenakan tanaman krisan merupakan tanaman berhari pendek, sehingga sangat berpengaruh terhadap fotoperiodesitas. Pada saat penelitian tanaman krisan diberi penyinaran tambahan sebanyak 4 jam setiap malam selama 40 hari, sehingga tanaman mengalami masa vegetatif yang lebih panjang. Batas kritis panjang hari (*Critical Daylength*), CDL krisan berkisar antara 13,5 – 16 jam tergantung genotipe. Krisan akan tetap tumbuh vegetatif bila panjang hari yang diterimanya lebih dari batas kritisnya dan akan terinduksi untuk masuk ke fase generatif (inisiasi bunga) bilamana panjang hari yang diterimanya kurang dari batas kritisnya (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, 2006).

Aplikasi PGPR dan MA juga tidak berpengaruh nyata terhadap diameter bunga krisan. Hal ini dikarenakan tanaman krisan dalam penelitian ini termasuk krisan tipe standart, sehingga diperlukan kegiatan pinching (*disbudding*) yang bertujuan untuk membuang tunas aksiler sehingga tunas apikal bisa tumbuh secara maksimal. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Carvalho *et al.* (2006), bahwa ukuran diameter bunga krisan dipengaruhi oleh manipulasi jumlah bunga per individu tanaman, dalam hal ini manipulasi jumlah bunga dilakukan dengan *disbudding*.

Tabel 6 menunjukkan penggunaan PGPR baik tanpa MA maupun dengan MA nyata meningkatkan serapan P tanaman krisan. Penggunaan PGPR tanpa MA (P1, P2, P3, dan P4) mampu meningkatkan serapan P tanaman sebesar 42,7%; 64%; 89,3% dan 60,8% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Penggunaan PGPR dengan MA (P6, P7, P8, dan P9) mampu meningkatkan serapan P tanaman sebesar 67,1%; 46,6%; 84,9% dan 59,2% dibandingkan tanaman kontrol (P0). Hal ini menunjukkan penggunaan PGPR tanpa MA justru memberikan hasil yang lebih efisien karena hanya membutuhkan input produksi yang lebih sedikit untuk mendapatkan hasil yang optimal.



Gambar 2. Hubungan antara serapan P tanaman krisan dengan panjang tangkai bunga krisan potong.

Gambar 2 Menerangkan bahwa serapan P tanaman krisan dan panjang tangkai berkorelasi positif dengan persamaan regresi $y = 21,185x + 68,563$ dan

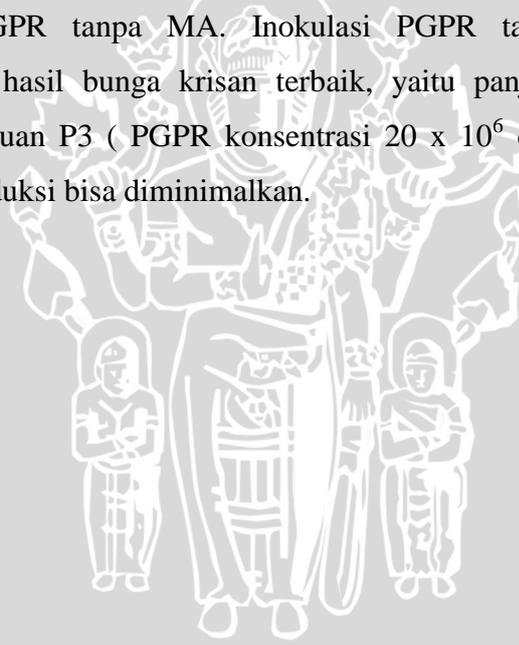
nilai $R^2 = 0,7559$ yang menunjukkan keeratan yang tinggi. Serapan P tanaman yang tinggi pada tanaman krisan dapat meningkatkan panjang tangkai bunga. Menurut Blair dan Edwards (dalam Natalia, 2010) menyatakan bahwa meningkatnya unsur hara fosfor dalam tanaman akan meningkatkan terbentuknya fosfolipid, sehingga memperbesar kelarutan lipida yang menyusun membran sel, dan akan memperbesar pula laju zat hara yang melewati membran sel. Selain itu fungsi dari fosfor juga berperan merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel. Haryadi (1994), menambahkan meningkatnya laju sintesis fosfolipid akan menambah kesempurnaan membran sel sehingga berpengaruh positif terhadap beberapa proses seperti respirasi, pengambilan ion dan penyatuan energi. Meningkatnya penyatuan energi dalam kloroplas akan memperlancar fotofosforilasi sehingga meningkatkan laju fotosintesis. Meningkatnya fotosintesis akan memperbesar kemampuan tanaman menghasilkan karbohidrat dan jumlah karbohidrat dalam jaringan tanaman akan semakin meningkat. Dengan demikian pertumbuhan tanaman dan hasil panen akan lebih baik.

Dalam menentukan kelas mutu bunga krisan potong, panjang tangkai adalah nilai penting dari pemasaran bunga potong krisan, begitu juga dengan bunga potong yang lain. Panjang tangkai akan mempengaruhi lama kesegaran bunga (vaselife) sehingga semakin panjang tangkai bunga, masa simpan bunga tersebut semakin lama. Aplikasi PGPR dan MA mampu meningkatkan panjang tangkai bunga dibandingkan tanpa inokulasi PGPR dan MA, di antara perlakuan perbedaan konsentrasi PGPR dan MA terdapat perbedaan pada panjang tangkai sehingga berpengaruh dalam menentukan kualitas bunga (Lampiran 6).

Perlakuan P0 (Tanpa PGPR dan tanpa MA) menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas A. Perlakuan P1 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P2 (10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P3 (20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P4 (30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P5 (inokulasi MA) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas A. perlakuan P6 (5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA) mampu

menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P7 (10×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P8 (20×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA. Perlakuan P9 (30×10^6 cfu ml^{-1} PGPR + MA) mampu menghasilkan panjang tangkai dengan kualitas AA.

Inokulasi PGPR dan MA tidak menunjukkan perbedaan nyata pada diameter bunga pada semua perlakuan. Diameter bunga pada semua perlakuan dimasukkan dalam kualitas AA. Inokulasi PGPR dan MA mempengaruhi kualitas bunga krisan, jika dilihat dari parameter panjang tangkai bunga, inokulasi PGPR dan MA menghasilkan kualitas bunga krisan yang lebih baik dari pada tanaman tanpa inokulasi PGPR dan MA. Masing-masing kualitas mempunyai tingkat harga yang berbeda, oleh karena itu dalam mengambil keputusan budidaya krisan adalah dengan inokulasi PGPR tanpa MA. Inokulasi PGPR tanpa MA mampu memberikan kualitas hasil bunga krisan terbaik, yaitu panjang tangkai yang maksimal pada perlakuan P3 (PGPR konsentrasi 20×10^6 cfu ml^{-1}), sehingga penggunaan input produksi bisa diminimalkan.



5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Aplikasi PGPR dan MA mampu memberikan hasil yang optimal pada parameter pertumbuhan dan hasil yang meliputi tinggi tanaman (pangamatan 35 hst hingga 77 hst), bobot kering panen dan panjang tangkai bunga.
2. Aplikasi PGPR meningkatkan kadar P tanaman hingga 40,7% dibandingkan tanaman kontrol, serta aplikasi PGPR 20×10^6 cfu ml⁻¹ + MA mampu meningkatkan P tersedia tanah pada 40 hst hingga 53,6% dibandingkan tanaman kontrol dan saat panen hingga 69,4% (PGPR 5×10^6 cfu ml⁻¹ + MA) dibandingkan tanaman kontrol.
3. Aplikasi PGPR 20×10^6 cfu ml⁻¹ meningkatkan serapan P tanaman krisan hingga 89,3% dibandingkan tanaman kontrol.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang perbedaan frekuensi aplikasi PGPR dan dosis MA untuk mendapatkan kombinasi yang optimal pada pertumbuhan dan kualitas pada tanaman krisan potong.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajidirman. 2010. Kajian Kandungan Mineral Alofan dan Fenomena Fiksasi Fosfor pada Andisol. *J. Hidrolitan* 1 (2):15-20.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Tanaman Hias Menurut Provinsi Tahun 2010-2015.
http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=18. Diakses 2 Desember 2016.
- Baon, J.B., S. Wedhastri and A. Kurniawan. 2012. The Ability of Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from Coffe Plant Rhizosphere and Their Effects on Robusta Coffe Seedlings. *Journal of Agricultural Science and Technology* A2:1064-1070.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 2006. Budidaya Tanaman Krisan. Sleman. p.26.
- Bashan, Y. and G. Holguin, 1997. Azospirillum-plant relationships : environmental and physiological advances (1990-1996). *Can. J. Microbiol.* 43 :103-121.
- Bolan, N.D.S. 1991. A Critical Review on the Role of Mycorrhizal Fungi in the Uptake of Phosphorus by Plants. *Plant and Soil.* 134:189-207.
- Carvalho, S.M.P., E. Heuvelink, J.Harbinson, O.v.Kooten. 2006. Role of Sink-Source Relationships in Chrysanthemum Flower Size and Total Biomass Production. *Physiologia Plantarum.* 128 (2):263-273.
- Damarjaya, D.I., J. Widada, K. Senoo, M. Nishiyama dan S. Otsuka. 2005. Mineral Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from Various Plants Rhizosphere Under Different Aluminum Content. *Indonesian Journal of Biotechnology.* 10 (2):814-821.
- Dorajeerao, A.V.D., and A.N. Mokashi, 2012. Effect of Graded Levels of Nitrogen and Phosphorus on Uptake and Yield in Galand Chrysantemum (*Chrysanthemum coconarium* L.). *G.J.B.B., VOL. 1 (2) 2012 : 234-241.*
- Direktorat Jendral Hortikultura. 2007. Standar Operasional Prosedur : Budidaya Krisan Potong. Jakarta. pp. 1-22.
- Direktorat Perlindungan Hortikultura. 2012. Aplikasi PGPR. <http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=comcontent&view=article&id=501:aplikasi-pgpr&catid=1:populer>. Diakses 13 Desember 2012.
- Ginting, R.C.B., R. Saraswati dan E. Husen. 2006. Mikroba Pelarut Fosfat. Dalam Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik. (ed.) Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. pp. 141-158.

- Gray, E.J., Smith D.L. 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. *Soil Biol Biochem* 37:395–412.
- Haas, D., and G. Défago. 2005. Biological Control of Soil-Borne Pathogens by Fluorescent Pseudomonads. *Nature Review. Microbiology*.1-13.
- Hanafiah, K.A. 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. pp. 287-295.
- Hansen, C.W., and J. Lynch. 1998. Response to Phosphorus Availability during Vegetative and Reproductive Growth of Chrysanthemum : II. Biomass and Phosphorus Dynamics. *J. AMER. SOC. SCI.* 123 (2) :223-229.
- Haryadi, S.S. 1994. *Pengantar Agronomi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Isfahani, F.M. dan H. Besharati. 2012. Effect of Biofertilizer on Yield and Yield Components of Cucumber. *Journal of Biology and Earth Science* 2 (2):B83-B92.
- Jones, D.L., P.G. Dennis, A.G. Owen and P.A.W. van Hees. 2003. Organic Acid Behavior in Soil-misconception and Knowledge Gaps. *Plant and Soil* 248:31-41.
- Joseph, B., R.R. Patra, R. Lawrence. 2007. Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Associated with Chickpea (*Cicerarietinum* L.). *International Journal of Plant Production*. 1 (2):144-151.
- Khalimi, K. dan G.N.A.S. Wiryana. 2009. Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria untuk Biostimulans dan Bioprotektan. *Ecotropis*. 4 (2):131-135.
- Kim, K.Y., D. Jordan and G.A. McDonald. 1998. Effect of Phosphate Solubilizing Bacteria and Vesicular Arbuscular Mycorrhizae on Tomato Growth and Soil Microbial Activity. *Biol Fertil Soils*. 26:79–87.
- Kumar, A. and R. Kumar, 2014. Effect of Nitrogen and Phosphorus Levels on Growth, Flowering and Yield of China Aster (*Callistephus chinensis* L.). *Plant Archives*. 14 (1):475-477.
- Lenin, G. and M. Jayanthi, 2012. Indole Acetic Acid, Gibberellic Acid and Siderophore Production by PGPR Isolates from Rhizospheric Soils of *Catharanthus roseus*. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*. 3 (4):933-938.
- Lozano, J. M. L., R. Porcel., C. Azcon and R. Aroca. 2012. Regulation by Arbuscular Mycorrhizae of Integrated Physiological Response to Salinity in Plants: New Challenges Physiological and Molecular Studies. 63 (11): 4033-4044.

Nakano, M. M., and F. M. Hullet. 1997. Addaptation of *Bacillus subtilis* to Oxygen Limitation. *Microbiology Letters*. 157: 1-7.

Natalia, S. 2010. Pertumbuhan dan Kandungan Reserpin Pule Pandak (*Rauwolfia verticillata* Lour. Baillon) pada Variasi Unsur Fosfor (P). Skripsi Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

National Chrysantemum Society. 2003. History of Chrysanthemum. http://www.mums.org/journal/articles/chrysanthemum_history.htm. Diakses 10 Oktober 2012.

Nurmalinda dan A. Yani. 2009. Preferensi Konsumen Hotel Terhadap Bunga Potong Gerbera. *J. Hort.* 19 (4):450-458.

Nuryanto, H. 2007. Budidaya Tanaman Krisan. *Ganeca Exact*. Bekasi. pp.2-3.

Orhan, E., A. Esitken, S. Ercisli, M. Turan, F. Sahin, 2006. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield, Growth and Nutrient Contents in Organically Growing Raspberry. *Scientia Horticulturae*. 111 (2006):38–43.

Parniske M. 2008. Arbuscular Mycorrhiza: The Mother of Plant Root Endosymbioses. *Faculty of Biology, University of Munich*.6: 763.

Premono, M.E. 1994. Jasad Renik Pelaut Fosfat Pengaruhnya Terhadap P-Tanah dan Efisiensi Pemupukan P Tanaman Tebu. Disertasi Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. pp.6-7 dan 53-63.

Pusat Data dan Sisten Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal-Kementrian Pertanian. 2014. Outlook Komoditi Krisan. Jakarta. pp.25-27.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. 2006. Budidaya Krisan Bunga Potong : Prosedur Sistem Produksi. p.60.

Rahayu, E. 2003. Studi Serapan dan Desorpsi P pada Tanah Andisol Pasir Serongge Cianjur yang Diperlakukan dengan Biomassa Tanaman. Skripsi FP IPB. Bogor.

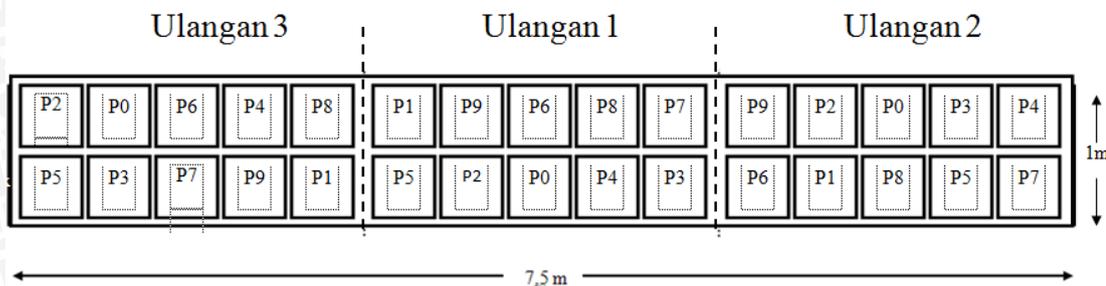
Rani, M.U., Arundhathi and G. Reddy. 2012. Screening of Rhizobacteria Containing Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Traits in Rhizosphere Soil and Their Role in Enhancing Growth of Pigeon Pea. *African Journal of Biotechnology*. 11 (32):8085-8091.

Rao, I. M., A.L. Fredeen and N. Terry. 1994. Influence of Phosphorus Limitation on Photosynthesis, Carbon Allocation and Partitioning in Sugar Beet and Soyben Grown with a Short Photoperiod. *Plant Physiology and Biochemistry*. 31:223-231.

- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta. p.57.
- Sagala, Y. A. S. Hanafiah, Razali. 2013. Peranan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan, Serapan P Dan Cd Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Serta Kadar P dan Cd Andisol yang Diberi Pupuk Fosfat Alam. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2 (1):487-500.
- Sanjaya, L., R. Meilasari, dan K. Budiarto. 2004. Pengaruh Nitrogen dan Giberelin pada Dua Sistim Pembudidayaan Tanaman Induk Krisan. Prosiding Seminar Nasional Florikultura. Bogor. p.232.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Sonneveld, C. and W. Voogt. 2009. Plant Nutrition of Greenhouse Crops. Springer. London. p.261.
- Sulistyo, A.T. 2016. Galeri Bunga. <http://www.cocaflower.com/gareleri-bunga-cocaflower-2.php>. Diakses 27 Desember 2016.
- Turang, C.A., L.A. Taulu, L.A. Matindas dan E. Taslan. 2007. Krisan (*Chrysanthemum morifolium*). BPTP Sulawesi Utara. P.27.
- Verma, S.K. 2010. Integrated Nutrient Management Studies in Chrysantemum (*Chrysanthemum morifolium R.*) cv. Raja. Thesis in Agricultural Collage University of Agricultural Sciences. Dhaward. India. p.84.
- Wang, B., and Qiu Y. L. 2006. Phylogenetic Distribution and Evolution of Mycorrhizas in Landplants. *Mycorrhiza*. 16: 299–363.
- Widawati, S. dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikini. Gunung Botol dan Ciptarasa serta kemampuannya melartkan P terikat di media Pikovskaya Padat. *Biodiversitas*. 7 (2):109-113.
- Widjajanti, E. 1991. Peningkatan Kelarutan P dari Sumber Fosfat Sukar Larut dengan Menggunakan Bakteri Pelarut P. Skripsi FP IPB. Bogor.
- Wijayakusuma, H. 2000. Ensiklopedia Milenium : Tumbuhan Berkhasiat Obat Indonesia. Jilid 1 : Bunga-bunga. Prestasi Insan Indonesia. Jakarta. pp.112-113.
- Zulaikha, S. dan Gunawan. 2006. Serapan Fosfat dan Respon Fisiologis Tanaman Cabai Merah Cultivar Hot Beauty Terhadap Mikoriza dan Pupuk Fosfat pada Tanah Ultisol. *BIOSCIENTIAE*. 3 (2):83-92.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Plot Percobaan

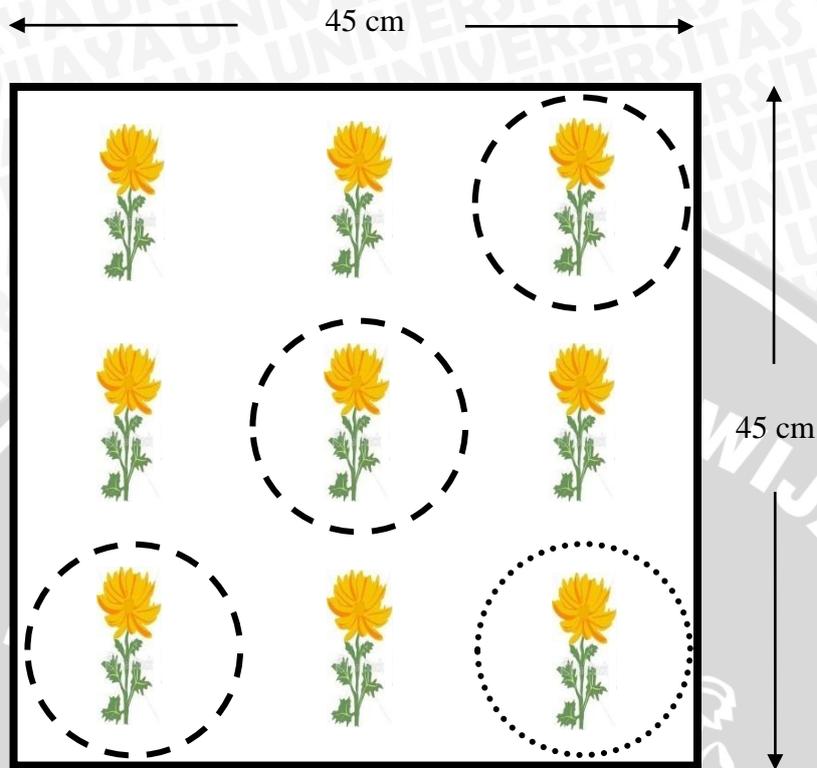


Keterangan :

- P0 : Tanpa PGPR dan tanpa MA
- P1 : 5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR
- P2 : 10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR
- P3 : 20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR
- P4 : 30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR
- P5 : MA
- P6 : 5×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA
- P7 : 10×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA
- P8 : 20×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA
- P9 : 30×10^6 cfu ml⁻¹ PGPR + MA



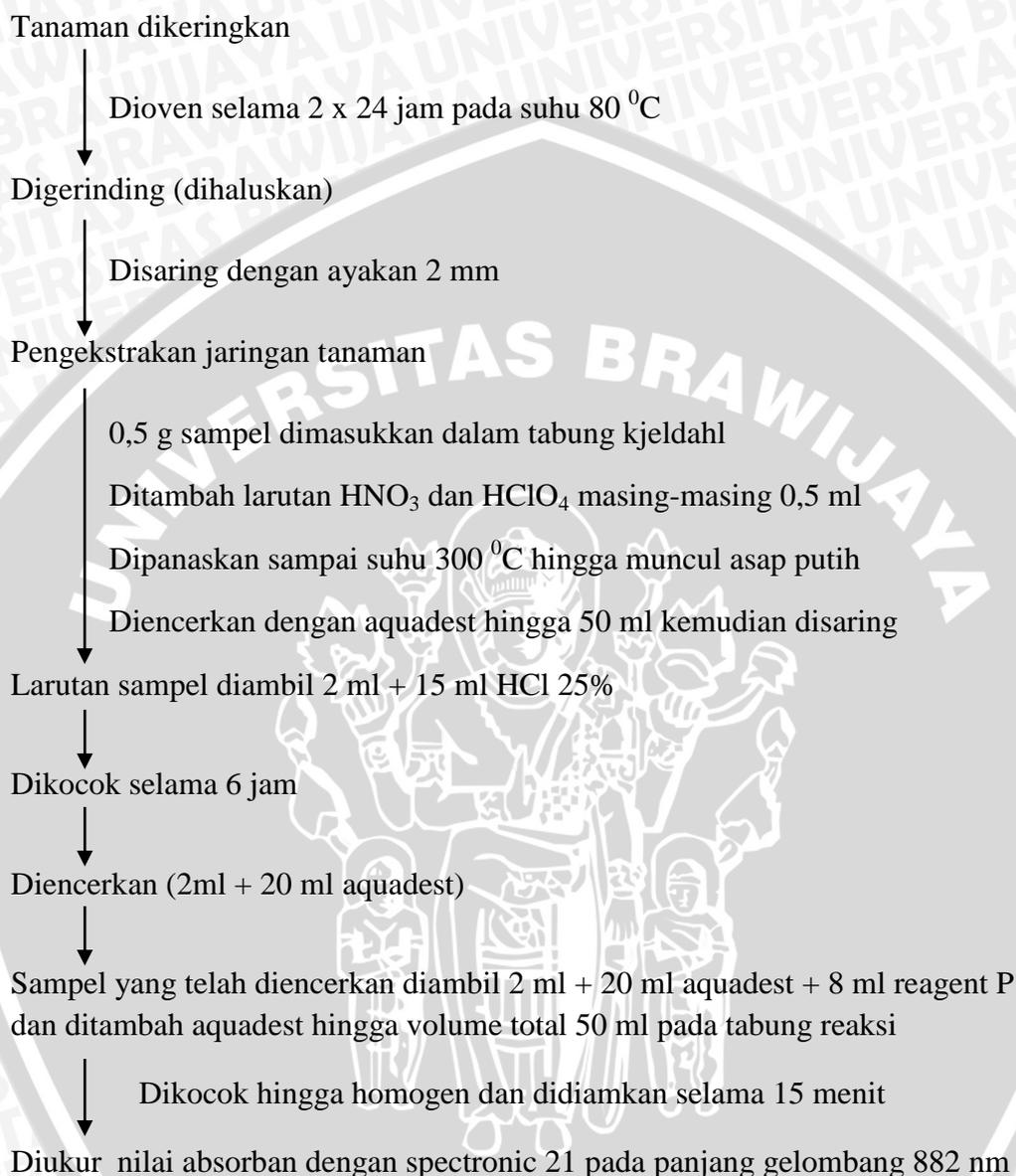
Lampiran 2. Denah plot pengamatan



Keterangan :

1. = Sampel pengamatan destruktif I
2. - - - - = Sampel pengamatan non destruktif dan destruktif II (saat panen)
3. Pengamatan destruktif I dilakukan pada 40 hst, meliputi luas daun (cm^2), bobot kering tanaman (g) dan serapan fosfor tanaman (mg tan^{-1}).
4. Pengamatan destruktif II dilakukan pada saat panen yang meliputi luas daun (cm^2) dan bobot kering tanaman (g).

Lampiran 3. Skema analisis P jaringan tanaman metode HCl 25%

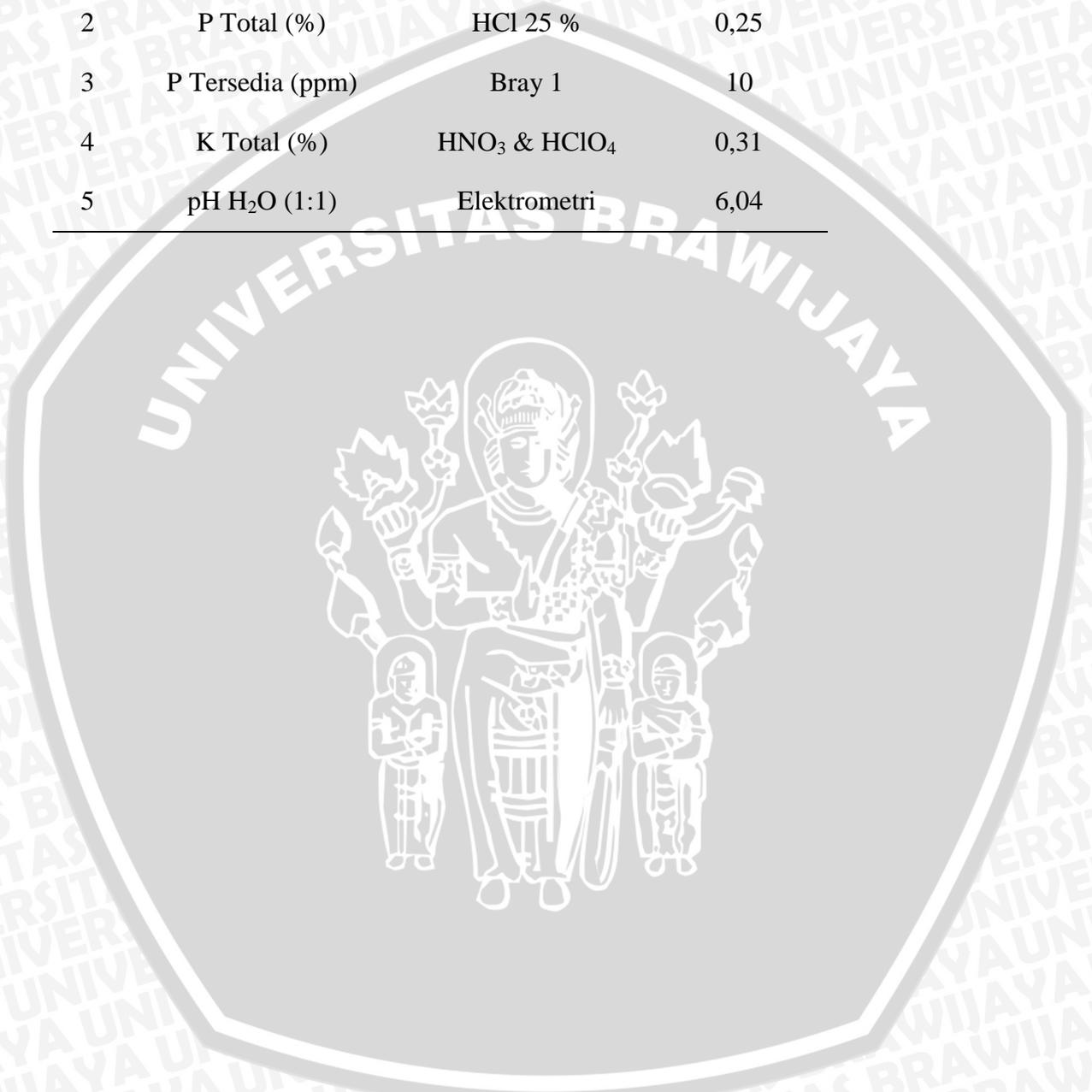


Rumus perhitungan P :

$$\text{Jumlah P (mgL}^{-1}\text{)} = \frac{\text{bacaan sampel} - \text{A}}{\text{B}} \times \text{pengenceran} \times \text{FKA}$$

Lampiran 4. Hasil Analisis Dasar Tanah

No	Jenis Analisis Dasar	Metode	Hasil
1	N Total (%)	Kjeldahl	0,48
2	P Total (%)	HCl 25 %	0,25
3	P Tersedia (ppm)	Bray 1	10
4	K Total (%)	HNO ₃ & HClO ₄	0,31
5	pH H ₂ O (1:1)	Elektrometri	6,04



Lampiran 5. Hasil analisis ragam

Tabel 8. Analisis Ragam Tinggi Tanaman.

Sumber keragaman	db	Fhitung						Ftabel	
		7 hst	21 hst	35 hst	49 hst	63 hst	77 hst	5%	1%
Kelompok	2	0,33tn	0,96tn	0,20tn	3,66*	4,17*	1,58tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	1,94tn	0,86tn	3,66**	4,47**	4,88**	3,65**	2,46	3,60
Galat	18								
Total	29								

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 5%
 ** = berbeda sangat nyata pada taraf 5 %
 tn = tidak nyata

Tabel 9. Analisis Ragam Luas Daun

Sumber keragaman	db	Fhitung		Ftabel	
		40 hst	panen	5%	1%
Kelompok	2	1,49tn	0,37tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	1,36tn	1,13tn	2,46	3,60
Galat	18				
Total	29				

Keterangan: tn = tidak nyata

Tabel 10. Analisis Ragam Bobot Kering Tanaman.

Sumber keragaman	db	Fhitung		Ftabel	
		40 hst	panen	5%	1%
Kelompok	2	0,83tn	3,12tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	1,38tn	4,97**	2,46	3,60
Galat	18				
Total	29				

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 5%
 ** = berbeda sangat nyata pada taraf 5 %
 tn = tidak nyata

Tabel 11. Analisis Ragam Kadar P Tanaman dan P Tersedia.

Sumber keragaman	db	Fhitung			Ftabel	
		P-tanaman	P-tersedia 40 hst	P-tersedia panen	5%	1%
Kelompok	2	0,85tn	0,88tn	0,45tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	4,81**	8,08**	5,78**	2,46	3,60
Galat	18					
Total	29					

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 5%
 ** = berbeda sangat nyata pada taraf 5 %
 tn = tidak nyata

Tabel 12. Analisis Ragam Umur Berbunga, Panjang Tangkai dan Diameter Bunga.

Sumber keragaman	db	Fhitung			Ftabel	
		umur berbunga	panjang tangkai	diameter bunga	5%	1%
Kelompok	2	1,67tn	0,91tn	0,55tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	1,84tn	3,10*	0,61tn	2,46	3,60
Galat	18					
Total	29					

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 5%
 tn = tidak nyata

Tabel 13. Analisis Ragam Serapan P Tanaman Krisan.

Sumber keragaman	db	Fhitung	Ftabel	
			5%	1%
Kelompok	2	2,68tn	3,55	6,01
Perlakuan	9	3,64**	2,46	3,60
Galat	18			
Total	29			

** = berbeda sangat nyata pada taraf 5 %
 tn = tidak nyata

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Gambar 3. (a) Persiapan Media Tanam, (b) Perendaman Bibit Krisan Pada Larutan PGPR



Gambar 4. Tanaman Krisan Umur 40 hst



Gambar 5. Tanaman Krisan Siap Panen



Gambar 6. Foto bunga Krisan nampak atas



Lampiran 7. Pengelompokan Tanaman Krisan Berdasarkan Kelas Mutu

Tabel 14. Pengelompokan Tanaman Krisan Berdasarkan Kelas Mutu

No.	Variabel yang diamati	Nilai	Kelas Mutu			
			AA	A	B	C
1.	Panjang Tangkai (cm)					
	- P0	79,44		√		
	- P1	81,11	√			
	- P2	85,11	√			
	- P3	87,67	√			
	- P4	85,56	√			
	- P5	79,11		√		
	- P6	83,11	√			
	- P7	83,56	√			
	- P8	85,89	√			
- P9	86,44	√				
2.	Diameter Bunga (cm)					
	- P0	12,63	√			
	- P1	12,30	√			
	- P2	12,57	√			
	- P3	12,80	√			
	- P4	12,53	√			
	- P5	12,50	√			
	- P6	12,57	√			
	- P7	12,47	√			
	- P8	12,87	√			
- P9	12,93	√				