

**Kode>Nama Rumpun Ilmu : 152 / ILMU PERTANIAN
BIDANG FOKUS : KEMANDIRIAN PANGAN**

**LAPORAN PENELITIAN
PENELITIAN TOPIK UNGGULAN DOSEN MENGGUNAKAN
DANA PNBP FAKULTAS PERTANIAN 2017**



**PENGARUH APLIKASI BAKTERI ENDOFIT TERHADAP TANAMAN
HORTIKULTURA DAN POPULASI BAKTERI PEMACU TUMBUH
PADA ULTISOL**

TIM PENELITI

Ketua:

**Dr. Ir. Agustian
NIDN: 0007086110**

Anggota:

**Dr. Ir. Syafrimen Yasin, M.Sc.
NIDN : 0016046209**

**Ir. Irwan Darfis, MP
NIDN : 0027126807**

Kontrak nomor : 11/PL/SPK/PNP/Faperta-Unand/2017

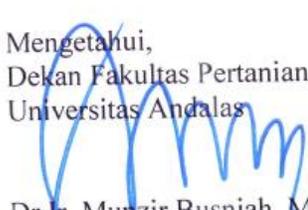
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
2017**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN UNGGULAN DOSEN
MENGUNAKAN DANA PNPB FAKULTAS PERTANIAN 2017
Kontrak nomor : 11/PL/SPK/PNP/Faperta-Unand/2017

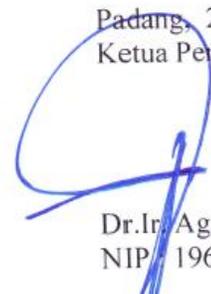
Judul : **PENGARUH APLIKASI BAKTERI ENDOFIT TERHADAP TANAMAN HORTIKULTURA DAN POPULASI BAKTERI PEMACU TUMBUH PADA ULTISOL**

Peneliti Utama
Nama : Dr.Ir. Agustian
Jenis kelamin : Laki-laki
NIP/NIDN : 196108071986031006/ **0007086110**
Pangkat/ Golongan : Pembina/ Iva
Jurusan/Fakultas/Pusat Penelitian : Tanah/ Pertanian
Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Alamat kantor; Telp/Faks dan e-mail : Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, telp. 0751-72773/ 0751-777061
e-mail : agustian@faperta.unand.ac.id
Alamat Rumah; Telp/Faks dan e-mail : Komp. Pondok Indah Pratama A-14, Jati Parak Salai. Padang, telp. 0751-840112
e-mail: agustianoo@gmail.com
Anggota Peneliti : 2 orang
: 1. Dr.Ir. Syafrimen Yasin, MSc
: 2. Ir. Irwan Darfis, MP
Mahasiswa yang terlibat : 3 orang
Usul Jangka Waktu Penelitian : 1 tahun
Pembiayaan
a. Usulan Biaya : Rp. 25.000.000,-
Biaya dari instansi lain : Tidak ada

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas


Dr. Ir. Munzir Busniah, M.Si
NIP : 196406081989031001

Padang, 27 November 2017
Ketua Peneliti,


Dr. Ir. Agustian
NIP/ 196108071986031006

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Andalas,

Dr. Ing. Uyung Gatot S. Dinata, MT
NIP. 196607091992031003

RINGKASAN

Penggunaan berbagai bahan agrokimia dalam produksi pertanian dewasa ini sudah menjadi kebutuhan yang tak terhindarkan oleh petani. Pengaruh mikroba tanah terhadap pertumbuhan tanaman sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mempertahankan kesuburan tanah karena jasad renik tanah dapat membawa perubahan pada pertumbuhan tanaman, terutama yang bersifat mendorong pertumbuhan tanaman. Tanaman dalam pertumbuhannya membutuhkan sejumlah unsur hara yang diperoleh dari dalam tanah. Oleh karena ketersediaan unsur hara pada tanah-tanah marginal seperti Ultisol sangat rendah, maka perlu ditingkatkan dengan pemberian pupuk buatan dalam jumlah banyak. Akan tetapi, pemakaian pupuk buatan yang banyak, membutuhkan biaya yang tinggi, apalagi harga pupuk terus meningkat. Oleh karena itu pemakaian pupuk buatan harus dikurangi tanpa menurunkan produksi. Salah satu upaya untuk maksud tersebut adalah dengan mengombinasikan antara praktek usaha tani konvensional dengan penerapan bioteknologi tanah. Teknologi ini mencakup upaya pemanfaatan jasad renik tanah dan proses metabolik mereka untuk mengoptimalkan produktivitas tanah dan tanaman. Salah satu upaya tersebut adalah pemanfaatan potensi jasad renik tanah pada rhizosfir (daerah perakaran) tanaman. Penelitian aplikasi bakteri endofit pada tanaman hortikultura ini diperoleh hasil bahwa cara aplikasi dengan perendaman benih ke dalam media kultur endofit yang memiliki kerapatan populasi $\times 10^8$ cfu/ml kultur media menunjukkan pertumbuhan tanaman cabai lebih baik dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lain yang dicobakan. Dari segi hasil tanaman cabai, perlakuan perendaman benih masih tetap yang terbaik dengan hasil yang tertinggi yaitu 32,4 g/ poly bag berbeda nyata dengan perlakuan penyiraman pada tanah (D) dan Kontrol (A) walaupun berbeda tidak nyata dengan perlakuan C (Perendaman akar bibit). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi bakteri endofit melalui perendaman adalah terbaik, seperti ditunjukkan oleh hasil yang diperoleh pada perlakuan perendaman benih ataupun perendaman akar bibit sebelum dipindahkan ke polybag.

Kata kunci : Endofit, cabai, rhizobakteri

DAFTAR ISI

RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pemanfaatan Mikrobia Rhizosfir dalam bidang Pertanian	4
2.2 Lahan suboptimal Ultisol dan permasalahannya bagi tanaman hortikultura	5
2.2.1 Cabai (<i>Capsicum annuum</i> L.) dan masalah pertumbuhannya pada Ultisol	5
2.2.2. Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) dan masalah pertumbuhannya pada Ultisol	8
2.3 Bakteri endofit	10
III METODA PENELITIAN	12
3.1 Metodologi Penelitian	12
3.2 Tujuan penelitian	12
3.3 Tujuan khusus	12
3.4 Tempat dan waktu	13
3.5 Bahan dan alat	13
3.6 Rancangan percobaan	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap tanaman cabai	15
a. Pengaruh aplikasi endofit terhadap perkembangan tinggi tanaman cabai	15
b. Pengaruh aplikasi endofit terhadap jumlah cabang	16
c. Pengaruh aplikasi endofit jumlah bunga	17
d. Pengaruh aplikasi endofit terhadap jumlah buah	18

e.	Pengaruh aplikasi endofit terhadap berat basah buah 3 kali panen	19
f.	Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap total populasi bakteri dan jamur pada rhizosfir cabai	20
VII	KESIMPULAN DAN SARAN	22
	DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN		26

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Total populasi bakteri dan jamur serta bakteri pelarut fosfat (BPF) pada rhizosfir tanaman cabai dengan perlakuan bakteri endofit	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap Perkembangan tinggi tanaman cabai	15
2	Pertumbuhan tanaman cabai dengan berbagai perlakuan aplikasi bakteri endofit pada umur 4 minggu setelah tanam	16
3	Perkembangan jumlah cabang selama 7 minggu setelah tanam	17
4	Pengamatan jumlah bunga yang muncul sampai tanaman berumur 16 minggu	18
5	Perkembangan jumlah buah cabai sampai umur 17 minggu setelah tanam	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1.	Sertifikat pemakalah pada Seminar Nasional PAGI 2017 di Surabaya	26

I. PENDAHULUAN

Tanah sangat kompleks, heterogen dan dinamis bagian dari lingkungan yang terdiri dari organisme hidup dan bahan organik serta anorganik. Tanah merupakan habitat yang menguntungkan untuk mikroorganisme dan dihuni oleh berbagai macam mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, ganggang, virus dan protozoa. Mikroorganisme ditemukan dalam jumlah besar di tanah berkisar dari satu sampai sepuluh juta mikroorganisme per gram tanah dengan bakteri dan jamur yang paling lazim. Mikroorganisme memainkan peran kunci dalam transformasi dan dekomposisi bahan organik di dalam tanah dan juga terlibat dalam makanan, nutrisi dan energi siklus ekosistem darat. Beberapa mikroorganisme tanah telah ditemukan untuk menghasilkan senyawa (seperti vitamin dan hormon tanaman) yang dapat meningkatkan kesehatan tanaman dan berkontribusi terhadap hasil panen yang lebih tinggi. Oleh karena itu mereka sangat penting untuk pemeliharaan stabilitas dan kesuburan tanah.

Pengaruh mikrobia tanah terhadap pertumbuhan tanaman sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mempertahankan kesuburan tanah karena jasad renik tanah dapat membawa perubahan pada pertumbuhan tanaman, terutama yang bersifat mendorong pertumbuhan tanaman (Kloepper, 1994; Glick, 1995). Tanaman dalam pertumbuhannya membutuhkan sejumlah unsur hara yang diperoleh dari dalam tanah. Oleh karena ketersediaan unsur hara pada tanah-tanah marginal seperti Ultisol sangat rendah, maka perlu ditingkatkan dengan pemberian pupuk buatan dalam jumlah banyak (Nurhajati Hakim, 1982; 1990). Akan tetapi, pemakaian pupuk buatan yang banyak, membutuhkan biaya yang tinggi, apalagi harga pupuk terus meningkat. Oleh karena itu pemakaian pupuk buatan harus dikurangi tanpa menurunkan produksi. Salah satu upaya untuk maksud tersebut adalah dengan mengombinasikan antara praktek usaha tani konvensional dengan penerapan bioteknologi tanah. Teknologi ini mencakup upaya pemanfaatan jasad renik tanah dan proses metabolik mereka untuk mengoptimalkan produktivitas tanah dan tanaman. Salah satu upaya tersebut adalah pemanfaatan potensi jasad renik tanah pada rhizosfir (daerah perakaran) tanaman.

Populasi jasad renik pada masing-masing rhizosfir tanaman berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Populasi jasad renik yang meningkat menggambarkan adanya suplai makanan atau energi yang cukup dan kondisi ekologi lain yang mendukung untuk menunjang kehidupan jasad renik tersebut (Cattelan, et al. 1999). Beberapa

kelompok jasad renik tanah baik bakteri, fungi maupun alga sangat aktif dalam menghasilkan fitohormon. Barea *et al.* (1976) menyatakan bahwa dari 50 isolat bakteri yang di peroleh dari rhizosfer beberapa tanaman, sebanyak 86% adalah penghasil auksin, 58% penghasil gibberelin dan 90% penghasil substansi kinetin. Beberapa bakteri diketahui mampu menghasilkan dan mensintesis auksin seperti *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Serratia* dan *Pseudomonas*, dengan atau tanpa kehadiran precursor TRP.

Pertumbuhan populasi jasad renik pada rhizosfir erat kaitannya dengan perkembangan akar. Pada tanaman pangan seperti jagung dan kacang tanah bulu-bulu akarnya mampu mengeluarkan zat-zat organik terutama dioksida karbon, asam-asam organik dan garam-garam mineral yang berasal dari asam-asam organik (Fuhrmann, 1998). Pada gulma titonia (*Titonia diversifolia*) asam organik yang dikeluarkan diantaranya berupa asam sitrat (Sanchez dan Jama, 2000).

Beberapa penelitian di bidang bioteknologi tanah sudah memanfaatkan mikroba pelarut fosfat sebagai biofertilizer (mikroba yang dapat menyediakan hara untuk pertumbuhan tanaman). Dari hasil penelitian Andriani (1997), diketahui bahwa dengan penggunaan bakteri pelarut fosfat, ketersediaan hara P dan serapan hara P tanaman jagung meningkat pada tanah masam. Premono (1994), juga mendapatkan hasil yang sangat signifikan dengan menggunakan jasad renik pelarut P. Pemberian jasad renik pelarut P mampu meningkatkan kadar P tanah asal pupuk dan meningkatkan efisiensi serapan P asal TSP sebanyak 60-135%. Dari hasil penelitian Marlina (2001), juga diketahui bahwa pemberian bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan P sebesar 20,06 ppm, serapan P tanaman bagian atas naik sebesar 1,84 mg/pot dan serapan P tanaman bagian bawah sebesar 0,34 mg/pot.

Dengan adanya perbedaan komunitas jasad renik pada setiap rhizosfir tanaman menggambarkan adanya perbedaan suplai makanan atau energi bagi komunitas tertentu. Hal ini sangat menguntungkan bagi lingkungan karena dapat menjadi suatu resources islands (sumber alami) bagi tanaman lainnya. Camargo-Ricalde dan Dhillon (2003) menemukan hal itu pada spesies Mimosa di Mexico yang dapat berfungsi sebagai sumber alami mikoriza dalam interaksinya dengan tanaman di sekitarnya. Jama *et al* (2000) memperkirakan bahwa titonia mempunyai potensi seperti yang ditunjukkan oleh spesies Mimosa. Oleh sebab itu, melakukan identifikasi keragaman jasad renik dan isolasi serta uji kemampuannya dalam memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman sangat perlu dikaji.

MASALAH PENELITIAN

Hasil penelitian Nurhajati Hakim dan Agustian (2003, 2004, dan 2005) selama 3 tahun pada tanah Ultisol menunjukkan bahwa memperlihatkan adanya peranan rhizobakteria yang berkembang pada rhizosfir titonia dalam membantu pertumbuhan titonia pada tanah yang miskin hara. Rhizobakteria asal titonia ini juga ditemukan berinteraksi dan memberikan sinergis bagi pertumbuhan tanaman cabai dan tomat.

Identifikasi Masalah

1. Tomat merupakan tanaman hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi. Di Indonesia tomat sudah lama dikenal dan digunakan untuk berbagai kebutuhan baik sebagai tanaman hortikultura yang bernilai komersial
2. Tanaman cabai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah namun demikian kebutuhan haranya sering tidak tercukupi terutama pada tanah Ultisol dan akan sangat menentukan keberhasilan tumbuh tanaman di lapangan
3. Aplikasi bakteri endofit pada tanaman pangan memberikan hasil yang sangat memuaskan bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Oleh sebab itu diduga dengan aplikasi yang sama juga pada bibit tomat yang siap pindah akan menjadikannya lebih tahan terhadap penyakit, tumbuh dan berproduksi dengan baik juga

Tujuan Penelitian

Melakukan pengujian aplikasi bakteri endofit terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan rhizobakteria pemacu tumbuh (Plant Growth Promoting Rhizobakteria=PGPR) yang sudah diperoleh pada penelitian sebelumnya pada tanaman cabai untuk melihat induksi terhadap pertumbuhan dan ketahanan tumbuhnya di tanah masam Ultisol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Mikrobia rhizosfir dalam Bidang Pertanian

Pengaruh mikrobia tanah terhadap pertumbuhan tanaman sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mempertahankan kesuburan tanah karena jasad renik tanah dapat membawa perubahan pada pertumbuhan tanaman, terutama yang bersifat mendorong pertumbuhan tanaman (Kloepper, 1994; Glick, 1995). Tanaman dalam pertumbuhannya membutuhkan sejumlah unsur hara yang diperoleh dari dalam tanah. Oleh karena ketersediaan unsur hara pada tanah-tanah marginal seperti Ultisol sangat rendah, maka perlu ditingkatkan dengan pemberian pupuk buatan dalam jumlah banyak (Nurhajati Hakim, 1982; 1990). Akan tetapi, pemakaian pupuk buatan yang banyak, membutuhkan biaya yang tinggi, apalagi harga pupuk terus meningkat. Oleh karena itu pemakaian pupuk buatan harus dikurangi tanpa menurunkan produksi. Salah satu upaya untuk maksud tersebut adalah dengan mengombinasikan antara praktek usaha tani konvensional dengan penerapan bioteknologi tanah. Teknologi ini mencakup upaya pemanfaatan jasad renik tanah dan proses metabolik mereka untuk mengoptimalkan produktivitas tanah dan tanaman. Salah satu upaya tersebut adalah pemanfaatan potensi jasad renik tanah pada rhizosfir (daerah perakaran) tanaman.

Populasi jasad renik pada masing-masing rhizosfir tanaman berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Populasi jasad renik yang meningkat menggambarkan adanya suplai makanan atau energi yang cukup dan kondisi ekologi lain yang mendukung untuk menunjang kehidupan jasad renik tersebut (Cattelan, et al. 1999). Beberapa kelompok jasad renik tanah baik bakteri, fungi maupun alga sangat aktif dalam menghasilkan fitohormon. Barea *et al.* (1976) menyatakan bahwa dari 50 isolat bakteri yang di peroleh dari rhizosfer beberapa tanaman, sebanyak 86% adalah penghasil auksin, 58% penghasil gibberelin dan 90% penghasil substansi kinetin. Beberapa bakteri diketahui mampu menghasilkan dan mensintesis auksin seperti *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Serratia* dan *Pseudomonas*, dengan atau tanpa kehadiran precursor TRP.

Pertumbuhan populasi jasad renik pada rhizosfir erat kaitannya dengan perkembangan akar. Pada tanaman pangan seperti jagung dan kacang tanah bulu-bulu akarnya mampu mengeluarkan zat-zat organik terutama dioksida karbon, asam-asam organik dan garam-garam mineral yang berasal dari asam-asam organik (Fuhrmann, 1998). Pada gulma titonia (*Titonia*

diversifolia) asam organik yang dikeluarkan diantaranya berupa asam sitrat (Sanchez dan Jama, 2000).

Beberapa penelitian di bidang bioteknologi tanah sudah memanfaatkan mikroba pelarut fosfat sebagai biofertilizer (mikroba yang dapat menyediakan hara untuk pertumbuhan tanaman). Dari hasil penelitian Andriani (1997), diketahui bahwa dengan penggunaan bakteri pelarut fosfat, ketersediaan hara P dan serapan hara P tanaman jagung meningkat pada tanah masam. Premono (1994), juga mendapatkan hasil yang sangat signifikan dengan menggunakan jasad renik pelarut P. Pemberian jasad renik pelarut P mampu meningkatkan kadar P tanah asal pupuk dan meningkatkan efisiensi serapan P asal TSP sebanyak 60-135%. Dari hasil penelitian Marlina (2001), juga diketahui bahwa pemberian bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan ketersediaan P sebesar 20,06 ppm, serapan P tanaman bagian atas naik sebesar 1,84 mg/pot dan serapan P tanaman bagian bawah sebesar 0,34 mg/pot.

Dengan adanya perbedaan komunitas jasad renik pada setiap rhizosfir tanaman menggambarkan adanya perbedaan suplai makanan atau energi bagi komunitas tertentu. Hal ini sangat menguntungkan bagi lingkungan karena dapat menjadi suatu resources islands (sumber alami) bagi tanaman lainnya. Camargo-Ricalde dan Dhillon (2003) menemukan hal itu pada spesies Mimosa di Mexico yang dapat berfungsi sebagai sumber alami mikoriza dalam interaksinya dengan tanaman di sekitarnya. Jama *et al* (2000) memperkirakan bahwa titonia mempunyai potensi seperti yang ditunjukkan oleh spesies Mimosa. Oleh sebab itu, melakukan identifikasi keragaman jasad renik dan isolasi serta uji kemampuannya dalam memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman sangat perlu dikaji.

2.2. Lahan Suboptimal Ultisol dan permasalahannya bagi tanaman hortikultura

2.2.1 Cabai (*Capsicum annuum L.*) dan Masalah Pertumbuhannya Pada Ultisol

Cabai (*Capsicum annuum L.*) adalah tanaman yang termasuk ke dalam keluarga tanaman *Solanaceae*. Cabai mengandung senyawa kimia yang dinamakan *capsaicin* (*8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide*). Selain itu, terkandung juga berbagai senyawa yang mirip dengan *capsaicin*, yang dinamakan *capsaicinoids*. Sedangkan Buah cabai merupakan buah buni dengan bentuk garis lanset, merah cerah, dan rasanya pedas. Daging buahnya berupa keping-keping tidak berair. Bijinya berjumlah banyak serta terletak di dalam ruangan buah (Setiadi, 2008).

Tanaman cabai baik ditanam pada daerah dataran kurang dari 3% kandungan batuan pada permukaan kurang dari 5%, kelas drainase baik, tekstur tanah lempung. Kedalaman efektif untuk tanaman cabai sebaiknya lebih dari 50 cm. Tanaman cabai tumbuh baik pada ketinggian 0-1800 mdpl. Suhu rata-rata yang baik untuk pertumbuhan cabai berkisar antara 18 - 28⁰c. Khusus untuk cabai besar suhu rata-rata optimum adalah 21 - 25⁰C (Widodo, 2002).

Menurut (Harpenas, 2010), cabai adalah tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya berkisar 25-35 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Sedangkan menurut (Tjahjadi, 1991) akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman \pm 200 cm serta berwarna coklat. Dari akar tunggang tumbuh akar-akar cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk masa yang rapat.

Tanaman cabai merupakan jenis tanaman sayuran yang sangat membutuhkan unsur nitrogen dan fosfor. Kandungan N yang diperlukan untuk pertumbuhan cabai optimal sekitar 0,02%. Kandungan N pada tanah yang kurang dari 0,02% dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Kandungan P₂O₅ untuk tanaman cabai sebaiknya berkisar antara 16 - 25 ppm (Bray I) atau (Olsen). Kandungan kalium tanah untuk pertumbuhan cabai sebaiknya berkisar antara 5 - 24 me/100 g (Widodo, 2002).

Secara umum cabai memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin diantaranya Kalori, Protein, Lemak, Karbohidrat, Kalsium, Vitamin A, B, dan Vitamin C. Selain digunakan untuk keperluan rumah tangga, cabai juga dapat digunakan untuk keperluan industri diantaranya, Industri bumbu masakan, Industri makanan, Industri obat-obatan atau jamu (Setiadi, 2008).

Di Indonesia pengembangan budidaya tanaman cabai mendapat prioritas perhatian sejak tahun 1961. Tanaman cabai menempati urutan atas dalam skala prioritas penelitian pengembangan garapan Puslitbang Hortikultura di Indonesia bersama 17 jenis sayuran komersial lainnya (Tim Bina Karya Tani, 2008). Di daerah-daerah Indonesia yang merupakan sentra produksi cabai mulai dari urutan yang paling besar adalah daerah-daerah di Jawa Timur, Padang, Bengkulu dan lain-lain sebagainya (Santika, 1999).

Tanaman ini berbentuk perdu yang tingginya mencapai 1,5 – 2 m dan lebar tajuk tanaman dapat mencapai 1,2 m. Daun cabai pada umumnya berwarna hijau cerah pada saat masih muda

dan akan berubah menjadi hijau gelap bila daun sudah tua. Daun cabai ditopang oleh tangkai daun yang mempunyai tulang menyirip. Bentuk daun umumnya bulat telur, lonjong dan oval dengan ujung runcing (Prabowo, 2011).

Buah cabai bulat sampai bulat panjang, mempunyai 2-3 ruang yang berbiji banyak. Buah yang telah tua (matang) umumnya berwarna kuning sampai merah dengan aroma yang berbeda sesuai dengan varietasnya. Bijinya kecil, bulat pipih seperti ginjal dan berwarna kuning kecoklatan (Sunarjono, 2003).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam budidaya cabai merah adalah rendahnya tingkat produktivitas tanaman. Hal ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya pengelolaan lahan yang kurang baik yang berakibat pada penurunan tingkat kesuburan fisik, kimia, biologi tanah. Dari ketiga parameter tersebut sifat fisik sangat berpengaruh terhadap sifat kimia dan sifat biologi tanah. Oleh karena perbaikan sifat fisik tanah akan berdampak langsung pada sifat kimia dan biologi tanah.

Harni dan Munif (2011) mengkombinasikan bakteri endofit dengan bahan organik (pupuk kandang dan kompos) untuk mengendalikan penyakit kuning dan layu pada tanaman cabe. Hasil penelitian bakteri endofit yang dikombinasikan dengan kompos dapat menekan perkembangan nematoda dan meningkatkan pertumbuhan tanaman cabe.

Induksi ketahanan tanaman adalah fenomena terjadinya peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen akibat rangsangan. Ketahanan ini merupakan perlindungan tanaman yang didasari pada mekanisme ketahanan yang dirangsang oleh perubahan metabolik. Induksi ketahanan tanaman terhadap nematoda dapat melalui peningkatan asam salisilat, peroksidase, fitoaleksin, patogenesis related protein (PR) dan senyawa fenolik (Tian et al. 2007).

Usaha pertanian di Ultisol akan menghadapi sejumlah permasalahan. Pengelolaan tanah-tanah mineral masam untuk kepentingan pertanian menghadapi kendala pH yang rendah, keracunan Al, Mn, dan/atau Fe, serta kekurangan unsur-unsur hara penting seperti N, P, Ca, dan atau Mg dan Mo. Upaya untuk mengatasi persoalan kesuburan tanah-tanah masam adalah dengan mengkombinasikan antara praktek usaha tani dengan penerapan bioteknologi tanah yang menekankan pada komponen mengamankan suplai N di dalam sistem tanah-tanaman dengan pengayaan fiksasi N₂ secara biologis (Notohadiprawiro, 1990).

Kepadatan tanah ditunjukkan dengan porositas total dari suatu material dimana pori total terdiri dari makro dan mikro. Semakin banyak pori makro maka tanah tersebut akan

mempunyai akan mempunyai kapasitas memegang air yang besar. Tanah yang mempunyai tekstur halus memiliki porositas total besar dan jumlah pori makro besar sehingga kapasitas memegang air juga besar (Munir,1996).

Permasalahan lainnya pada Ultisol jika dijadikan lahan pertanian adalah keracunan aluminium (Al) dan Besi (Fe) serta kekurangan hara terutama fosfor (P), sehingga penambahan pupuk P kurang bermanfaat bagi tanaman dan efisiensi pemupukan P menjadi rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk dapat mengatasi masalah tersebut adalah dengan penambahan bahan organik. Bahan dalam proses dekomposisinya akan melepaskan asam-asam organik yang dapat mengikat Al dan Fe membentuk senyawa kompleks atau khelat, sehingga Al dan Fe tidak larut. Pemberian bahan organik dalam bentuk bahan humat tanah merupakan salah satu upaya mempercepat proses amelorasi tanah terutama Ultisol (Tan, 2010).

Untuk mendapatkan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik membudidayakan tanaman cabai dilahan marginal selain membutuhkan benih bermutu, pupuk kandang, pemeliharaan, tanah yang gembur cukup bahan organik, juga menghendaki lahan yang tidak tergenang air dan bebas dari nematod maupun jenis penyakit. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung pertumbuhan dan produksi cabai yang diusahakan dilahan marginal adalah dengan pemberian pupuk kandang maupun organik lain seperti tandan kosong kelapa sawit (tankos). Peranan bahan organik dalam tanah marginal cukup menentukan guna mendukung pertumbuhan dan produksi lebih stabil karena bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Inoko, 1984).

2.2.2 Tomat (*Solanum lycopersicum L*) serta permasalahan pertumbuhannya pada Ultisol

Tomat merupakan tanaman sayuran yang telah dikenal sejak dulu dan memiliki peranan yang penting dalam pemenuhan gizi masyarakat . Tomat tergolong sayuran multifungsi yang digunakan sebagai bumbu masakan sehari-hari bahan baku industry saos tomat, dimakan segar atau di awetkan dalam kaleng dan berbagai bahan makanan bergizi tinggi lainnya. Buah tomat kaya akan vitamin C dan A serta digunakan untuk pengobatan dan kosmetik. Selain itu tomat juga mengandung kalsium dan potassium yang baik untuk kesehatan (Maulida dan Zulkarnaen, 2010).

Tomat dapat tumbuh disegala tempat, mulai dari daerah dataran rendah sampai daerah dataran tinggi (pegunungan). Untuk pertumbuhan yang baik tanaman tomat membutuhkan tanah yang gembur, kadar keasaman pH antara 5-6, tanah sedikit mengandung pasir, dan banyak mengandung humus, serta pengairan yang teratur dan cukup mulai tanam sampai tanaman mulai dari panen (Tugiyono, 2002). Untuk memperoleh hasil tomat yang optimal, tomat membutuhkan kondisi lingkungan yang memiliki sistem pengairan dan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Pengairan yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai penyakit karena kelembaban tanah yang tinggi. Curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan tomat adalah 100-220 mm dengan temperatur harian ideal yaitu 25-30 C. (Rukmana,1994)

Mengingat sebarannya yang sangat luas, tanaman tomat mempunyai prospek yang cukup besar untuk dikembangkan di tanah Ultisol asal dibarengi dengan pengelolaan tanaman dan tanah yang tepat. Umumnya tanah tersebut mempunyai pH yang sangat masam hingga agak masam, yaitu sekitar 4.1-5.5, jumlah basa-basa dapat ditukar tergolong rendah hingga sedang dengan kompleks adsorpsi didominasi oleh Al, dan hanya sedikit mengandung kation Ca dan Mg. Kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) lapisan atas tanah umumnya rendah hingga sedang (Subagyo, 2000)

Di bidang genetika telah ditemukan varietas-varietas baru dengan keunggulan yang berbeda-beda, sehingga petani dapat memilih jenis apa yang akan dibudidayakannya (Cahyono, 2008). Seperti selama ini, petani hanya bias menanam tomat di dataran tinggi karena adanya pengaruh suhu terhadap pertumbuhan tanaman. Namun kini telah ditemukan varietas-varietas baru yang bisa dibudidayakan di dataran rendah dengan kemampuan tahan terhadap suhu panas.

3.3 Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan sumber keanekaragaman genetik yang kaya dan dapat diandalkan dengan berbagai jenis yang belum dideskripsikan (Prastyoputri dan Ines, 2006). Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup didalam jaringan tanaman bagian dalam yaitu daun, akar dan batang (Nawangsih, 2007). Mikroba ini bersimbiosis, saling menguntungkan. Dalam hal ini bakteri endofit mendapat nutrisi dari hasil metabolisme tanaman sedangkan tanaman mendapatkan derivat nutrisi dan senyawa aktif yang nyata dalam menambat N₂ udara (diazotrof) dan menghasilkan zat pemacu tumbuh IAA (Susilawati, 2003).

Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman dan berperan sebagai agen pengendali hayati. Kemampuan bakteri untuk melakukan penetrasi ke jaringan internal tanaman dapat disebabkan oleh adanya enzim ekstraseluler berupa selulase yang dihasilkan oleh bakteri tersebut (Eliza et al. 2007). Setelah melakukan penetrasi, bakteri endofit akan berkolonisasi sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi (Pal et al. 2012). Mikroorganisme disebut sebagai endofit jika berada dalam tubuh tumbuhan setidaknya satu bagian dari siklus hidupnya, sehingga mikroorganisme ini tidak hanya numpang lewat atau menyebabkan penyakit (patogen). Mikroba endofit yang umum ditemukan adalah berupa bakteri dan jamur namun jamur lebih sering diisolasi. Beberapa pihak bahkan berspekulasi bahwa masih dimungkinkan adanya beberapa jenis bakteri endofit lain.

Menurut Strobel and Daisy (2003) terdapat hampir 300.000 spesies tanaman yang ada di bumi ini, masing-masing tanaman merupakan inang dari satu atau lebih mikroba endofit. Mikroba endofit dapat hidup di dalam jaringan tanaman pada fase tertentu dalam siklus hidupnya dan mampu hidup dengan membentuk koloni di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Induksi ketahanan tanaman oleh mikroorganisme dapat bersifat lokal dan sistemik. Induksi didefinisikan sebagai peningkatan ketahanan tanaman pada spektrum yang luas dari hama dan patogen yang dimediasi oleh rizobakteri (Reddy, 2014). Introduksi bakteri endofit pada benih atau bibit dapat menginduksi ketahanan tanaman (Laiwakabessy dan Latupeirissa, 2013). Penelitian invigorasasi benih dengan rizobakteri dapat memicu pertumbuhan dan itu mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat.

Mekanisme bakteri endofit dalam menginduksi ketahanan tanaman yaitu dengan cara mengkolonisasi jaringan tanaman sehingga dapat menstimulasi tanaman untuk meningkatkan senyawa metabolit diantaranya enzim peroksidase, peningkatan aktivitas kitinase, β -1,3 glukanase dan pathogenesis related protein, fitoaleksin (Press et al., 1997). Tanaman membutuhkan enzim peroksidase untuk menghasilkan senyawa pertahanan tanaman seperti kitin, lignin dan beberapa senyawa penyusun dinding sel (Haliman, 2011).

Bakteri endofit maupun rizobakteri lainnya merupakan bagian dari mikroflora alamiah dari tanaman yang sehat di lapangan. Mikroorganisme ini mempunyai kontribusi penting bagi kesehatan tanaman (Klopper *et al.*, 1992 dalam Harni *et al.*, 2007). Menurut Hallman *et al.*, (2001), bakteri endofit dapat berpengaruh pada kesehatan tanaman dalam hal: (1) antagonisme

langsung atau penguasaan niche atas patogen, (2) menginduksi ketahanan sistemik dan (3) meningkatkan toleransi tanaman terhadap lingkungan. Sifat-sifat tersebut yang menyebabkan bakteri endofit dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati penyakit tanaman bahkan dapat mengurangi serangan hama tanaman.

Serratia marcescens adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang atau bacillus, bersifat motil karena mempunyai flagela peritrik, sifat menurut kebutuhan oksigennya adalah fakultatif anaerob (lebih memilih oksigen namun tetap bisa hidup dalam keadaan sedikit oksigen), dapat tumbuh dalam kisaran suhu 5-40 °C dan dalam kisaran pH 5-9 (Glowgoski, 2011). Eksplorasi terhadap bakteri endofit yang bermanfaat dapat dilakukan pada tumbuhan yang memiliki keunikan dalam beberapa hal seperti kemampuan tumbuh pada suatu kondisi lingkungan tertentu, strategi pertahanan terhadap hama/penyakit, sejarah etnobotani dan pemanfaatannya oleh masyarakat, dan keberadaannya sebagai tumbuhan endemik ataupun tumbuhan yang berasal dari daerah dengan keragaman biodiversitas yang tinggi (Strobel and Daisy, 2003).

3. METODA PENELITIAN

Penelitian dibagi atas beberapa tahapan yaitu penelitian laboratorium dan percobaan pot di rumah kaca. Mengembangkan metoda cepat pengukurannya. Penelitian pot di rumah kaca dirancang untuk mempelajari pengaruh aplikasi isolat endofit pada tanah Ultisol yang ditanami cabai dan tomat.

3.1 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dibagi atas beberapa tahapan yaitu penelitian laboratorium dan percobaan pot di rumah setengah bayangan. Perbanyakan inokulan dilakukan di laboratorium Biologi Tanah menggunakan rhizobakteria yang didapatkan dari hasil penelitian Dr. Haliatur Rahmah. Penelitian pot di rumah setengah bayangan dirancang untuk mempelajari cara palikasi yang tepat untuk memacu pertumbuhan bibit cabai dan tomat untuk siap tanaman pada tanah masam Ultisol.

3.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai dan kemungkinan adanya kemampuan bakteri endofit yang diperoleh berperan dalam membantu pertumbuhan tanaman dan dalam mengambil nutri dari dalam tanah, maka tujuan umum dari penelitian ini adalah “mempelajari cara aplikasi bakteri endofit pada tanamancabai dan tomat serta kemungkinan pemanfaatannya dalam memacu pertumbuhan pada lahan pertanian yang miskin hara.

3.3 Tujuan khusus sebagai berikut :

- a. Mengkaji peranan isolat endofit *Serratia marcescens* terhadap pertumbuhan tanaman cabai dan tomat
- b. Mengkaji kemungkinan adanya interaksi dengan rhizobakteri pemacu tumbuh pada rhizosfir tanaman cabai dan tomat
- c. Melengkapi data base sifat dan karakteristik bakteri endofit *Serratia* dalam membantu pertumbuhan tanaman hortikultura dalam mendukung terwujudnya pertanian berkelanjutan (Sustainable Agriculture).

3.4 Tempat dan Waktu

Penelitian ini direncanakan 6 bulan yang dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, dan rumah setengah bayangan pada kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas di Limau Manis Padang. Limau Manis terletak sekitar 15 km sebelah Timur Pusat Kota Padang, propinsi Sumatera Barat, terletak pada ketinggian 150 m d.p.l. Temperatur rata-rata tahunan 26°C, dengan rata-rata curah hujan 5.546 mm per tahun. Pengujian aplikasi isolat akan dilakukan melalui percobaan pot di kebun Percobaan Fakultas Pertanian Unand, di Limau Manis Padang.

3.5. Bahan dan Alat

Sebelum melakukan isolasi di laboratorium, alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan isolasi rhizobakteria terlebih dahulu disterilkan. Alat yang digunakan disterilkan dengan oven pada suhu 180°C selama 1 jam, sedangkan bahan yang digunakan disterilkan dengan autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 1 Atm.cm⁻² selama 20 menit (Atlas, 2005).

Penapisan rhizobakteria dilakukan menurut metoda pengenceran menggunakan agar cawan dengan pengenceran 10⁻¹-10⁻³. Sebanyak 1 ml suspensi tanah dari setiap pengeceran, disebarkan disetiap cawan petri yang telah berisi media tumbuh TSA. Sejumlah bahan kimia khusus akan digunakan untuk perbanyakan agen hayati dan untuk analisis tanah dan tanaman (Lampiran 1).

Alat-alat yang dipakai adalah alat-alat yang biasa digunakan untuk perbanyakan agen hayati (jazat renik) di laboratorium, diantaranya adalah laminair flow, jarum ose, pisau, pinset, cawan petri, mikroskop, sentrifus, autoclave,. Di samping itu juga dipakai sejumlah alat gelas seperti gelas piala, gelas ukur, labu ukur, Erlenmeyer, tabung reaksi, pipet, cawan petri, serta alat lainnya di laboratorium. Untuk percobaan pot akan digunakan polybag volume 5 liter, dan untuk percobaan lapangan, digunakan peralatan seperti cangkul, parang, meteran. Untuk analisis N-total dipakai satu set alat Kjeldahl. Kandungan P tanaman diukur pada Spectrophotometer, sedangkan kadar Ca, Mg, dan K pada AAS dan Flame photometer.

3.6 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan adalah cara pemberian inokulasi bakteri endofit.

Masing-masing perlakuan adalah :

- A = Kontrol
- B = Perendaman Benih
- C = Perendaman Akar
- D = Penyiraman pada Tanah

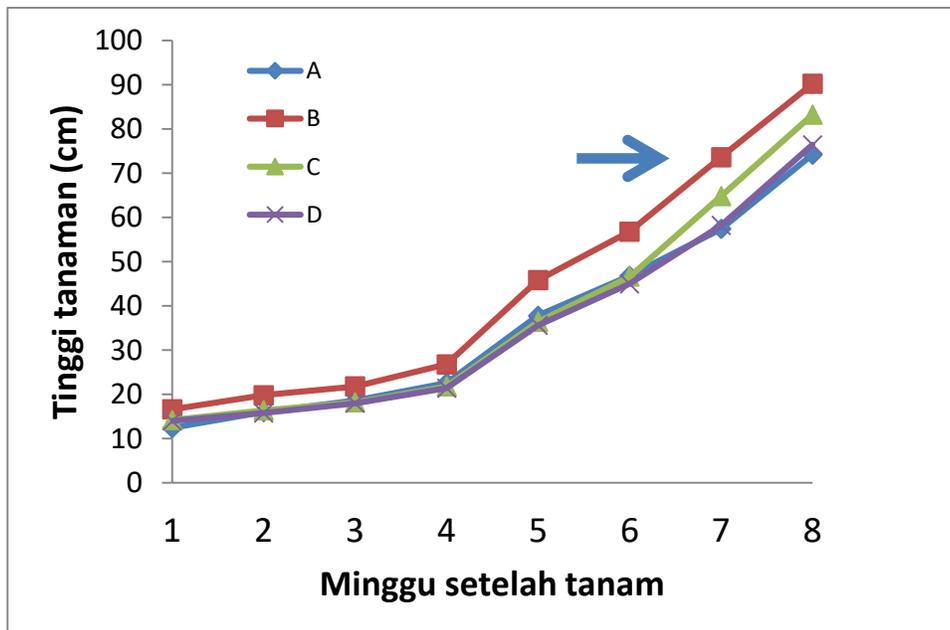
Data hasil penelitian yang dianalisis secara statistik dengan uji F dengan taraf nyata 5%. Jika berbeda nyata (F hitung lebih besar dari F tabel 5%), maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap tanaman cabai

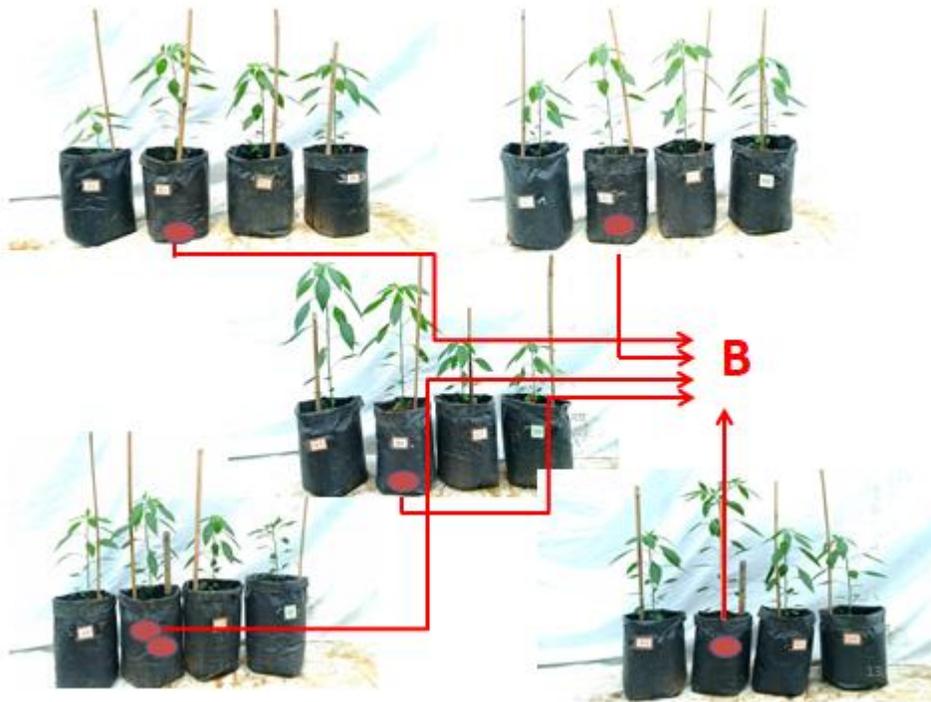
a. Pengaruh aplikasi endofit terhadap perkembangan tinggi tanaman cabai

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa, perlakuan dengan aplikasi bakteri endofit dengan cara perendaman benih pada larutan kultur endofit memberikan pertumbuhan yang berbeda dibandingkan dengan cara aplikasi lainnya. Walaupun hasil uji statistik tidak menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata terhadap tinggi tanaman namun dapat disimpulkan adanya pengaruh perlakuan dengan cara perendaman (B) terhadap pertambahan tinggi tanaman. Hasil penelitian Zaghoul (2002) pada kentang menunjukkan bahwa cara pemberian dengan inokulasi pada benih memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan bibit kentang walaupun bervariasi respons tanaman terhadap isolat yang dicobakan. Hasil penelitian Dawwam et al (2013) memperlihatkan hasil yang sesuai dengan apa yang ditemukan pada penelitian ini. Variasi hasil tetap ditemukan terhadap jenis isolat yang digunakan dalam percobaan.



Gambar 1. Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap Perkembangan tinggi tanaman cabai (A = Kontrol, B = Perendaman Benih, C = Perendaman Akar, D = Penyiraman pada Tanah)

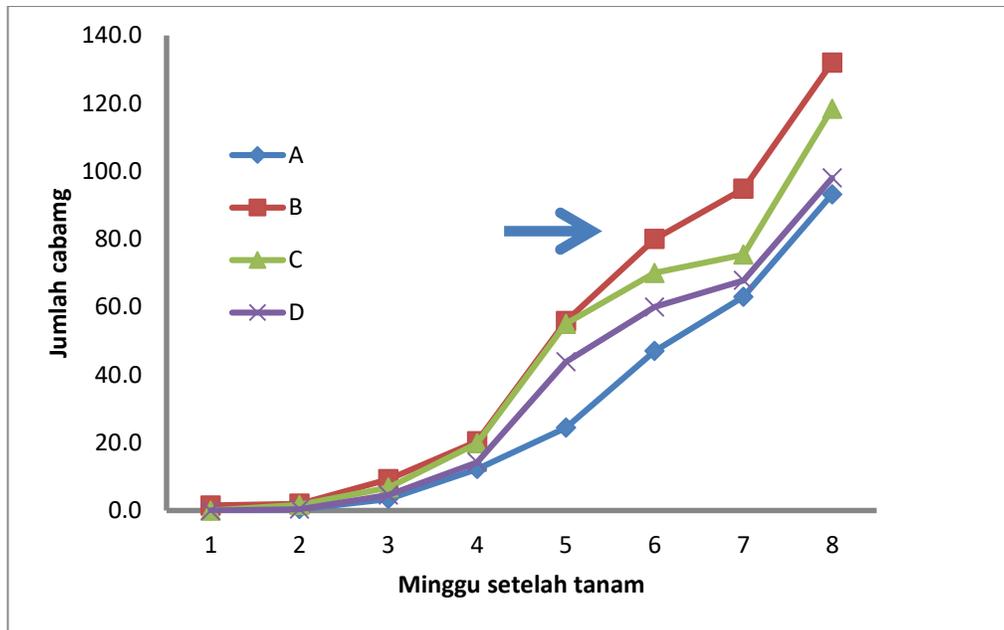
Keragaan pertumbuhan tanaman cabai pada umur 4 minggu setelah tanam dengan aplikasi perlakuan bakteri endofit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman cabai dengan berbagai perlakuan aplikasi bakteri endofit pada umur 4 minggu setelah tanam

b. Pengaruh aplikasi endofit terhadap jumlah cabang

Seperti halnya pada parameter pengamatan tinggi tanaman, maka aplikasi bakteri endofit dengan perendaman benih (B) memperlihatkan pembentukan jumlah cabang yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan C (perendaman akar) merupakan perlakuan berikutnya yang memiliki cabang terbanyak kedua setelah perlakuan B (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan bahwa infeksi bakteri endofit lebih cepat terjadi jika dilakukan melalui treatment dengan perendaman sebagaimana halnya ditemukan pada perlakuan dengan perendaman akar. Jumlah cabang terus terbentuk dan mencapai jumlah maksimal pada umur tanaman 8 minggu. Jumlah cabang pada perlakuan B (perendaman benih) ditemukan sebanyak 132 cabang, diikuti perlakuan C (perendaman akar) 118 cabang dan berikutnya diikuti oleh perlakuan D (penyiraman ke tanah) 98 cabang dan terendah dijumpai pada perlakuan A (kontrol) dengan jumlah cabang sebanyak 92 cabang.

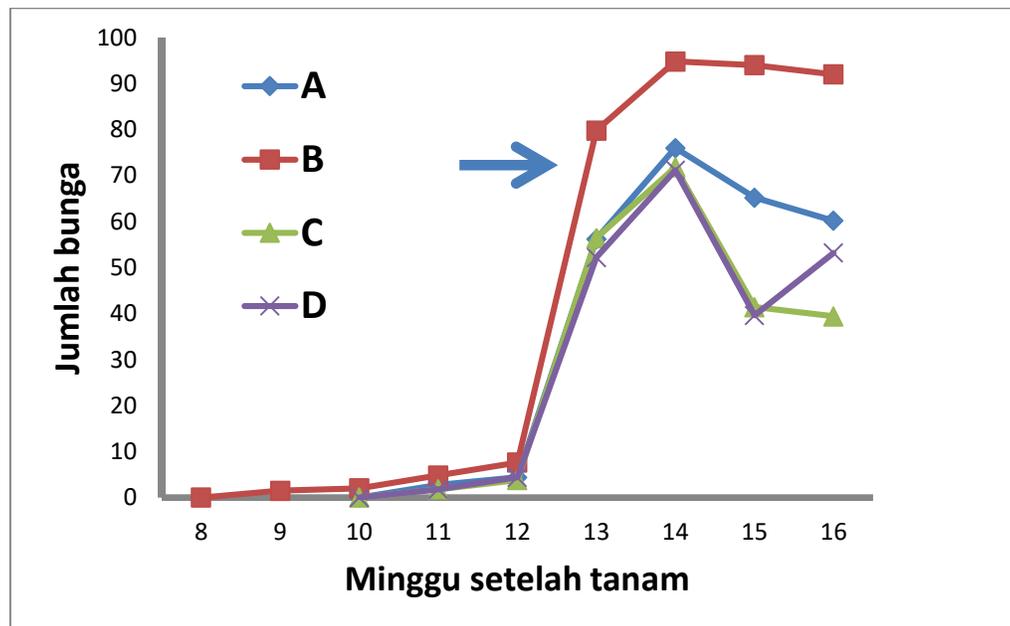


Gambar 3. Perkembangan jumlah cabang selama 7 minggu setelah tanam (A = Kontrol, B = Perendaman Benih, C = Perendaman Akar, D = Penyiraman pada Tanah)

c. Pengaruh aplikasi endofit jumlah bunga

Aplikasi bakteri endofit memberikan pengaruh yang nyata pada jumlah bunga cabai yang muncul. Pada perlakuan B (perendaman benih) waktu muncul bunga ditemukan lebih awal dibandingkan perlakuan cara aplikasi lainnya. Pada perlakuan B, bunga telah muncul pada 8 minggu setelah tanam, sementara pada perlakuan C (perendaman akar) munculnya bunga terjadi pada minggu ke-9 setelah tanam. Pada perlakuan A dan D, terdapat selisih waktu muncul bunga sampai 2 minggu dengan perlakuan B. Pada Gambar 4, juga dapat dilihat bahwa perlakuan B tidak hanya mempunyai pengaruh dari segi waktu muncul bunga tetapi juga terhadap jumlah bunga yang dihasilkan. Jumlah bunga maksimal pada semua perlakuan dicapai pada umur 14 minggu setelah tanam yaitu pada perlakuan B ditemukan sebanyak 94 buah, diikuti oleh perlakuan A (kontrol) sebanyak 76 buah, sementara pada perlakuan C (perendaman akar) dan D (penyiraman ke tanah) ditemukan jumlah bunga yang sama sebanyak 71 buah. Pada Perlakuan B, jumlah bunga relatif sama bertahan sampai umur 16 minggu setelah tanam, sementara pada perlakuan lainnya jumlah bunga tersebut setelah 15 minggu tanam cenderung menurun menandakan banyak bunga yang gugur dan tidak berkembang menjadi buah.

Jika kita bandingkan antara jumlah cabang dengan jumlah bunga yang muncul (Gambar 3 dan Gambar 4), maka terlihat bahwa tidak semua cabang menghasilkan bunga. Pada perlakuan B, tingkat keberhasilan cabang menghasilkan bunga adalah sebesar 69,7% tertinggi dibanding perlakuan lain, diikuti perlakuan A (kontrol) dengan tingkat keberhasilan 64,6 %, perlakuan D (penyiraman ke tanah) 54,3 % dan terendah ditemukan pada perlakuan C (perendaman akar) sebesar 33,3%.



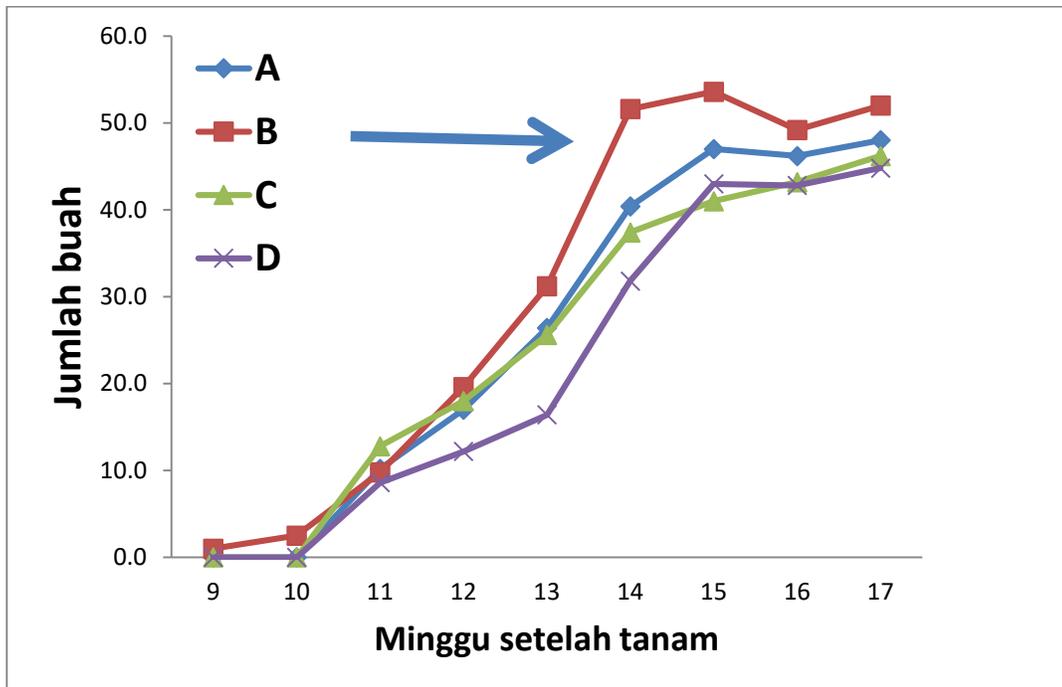
Gambar 4. Pengamatan jumlah bunga yang muncul sampai tanaman berumur 16 minggu (A = Kontrol, B = Perendaman Benih, C = Perendaman Akar, D = Penyiraman pada Tanah)

d. Pengaruh aplikasi endofit terhadap jumlah buah

Jumlah buah terbanyak juga ditemukan pada perlakuan B (perendaman benih) dengan jumlah buah sebanyak 52 buah, diikuti oleh perlakuan A (kontrol) sebanyak 48 buah, seterusnya menurun pada perlakuan C (perendaman akar) 46,2 buah dan terendah pada perlakuan D (penyiraman ke akar) dengan jumlah buah sebanyak 44,8 buah. Jika kita bandingkan data yang ditemukan pada Gambar 4 dengan Gambar 5, maka kita dapat melihat tingkat keberhasilan bunga pada masing-masing perlakuan untuk menjadi buah.

Walaupun jumlah buah terbanyak ditemukan pada perlakuan B (perendaman benih) namun dari segi tingkat keberhasilan bunga menjadi buah tertinggi justru dijumpai pada perlakuan D (penyiraman ke tanah) sebesar 84,2%, diikuti perlakuan A (kontrol) yang

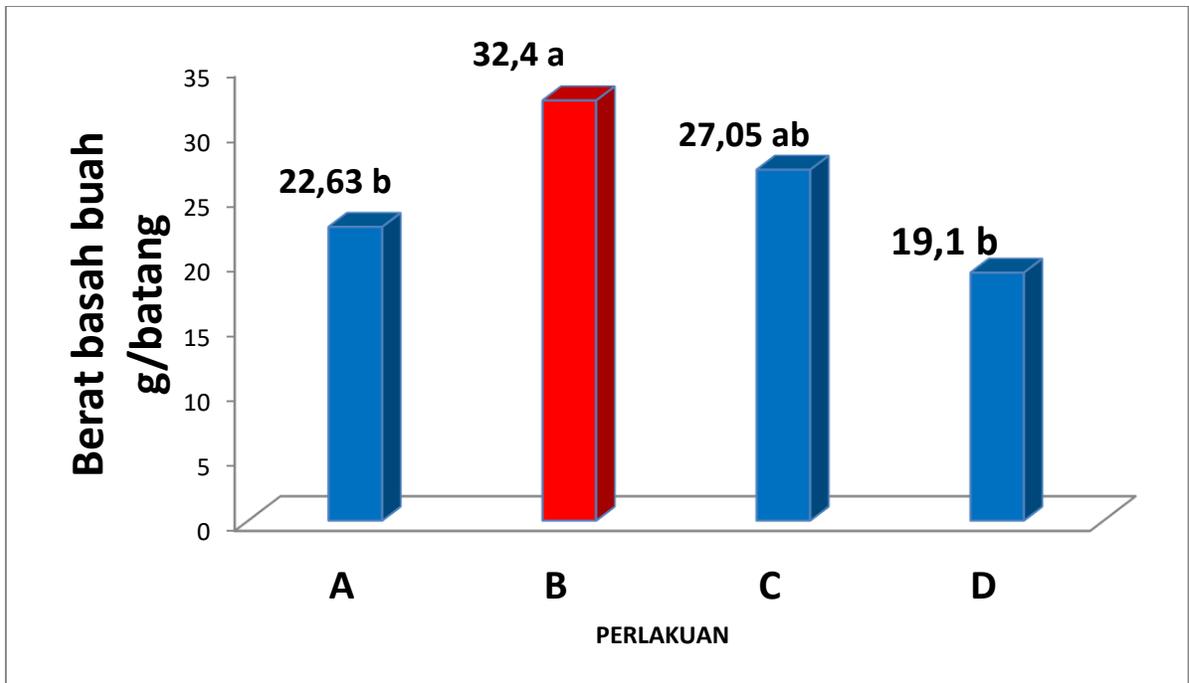
memiliki tingkat keberhasilan sebesar 79,7%, selanjutnya perlakuan C (perendaman akar) 64,7% dan terendah ditemukan justru pada perlakuan B (perendaman benih).



Gambar 5. Perkembangan jumlah buah cabai sampai umur 17 minggu setelah tanam (A = Kontrol, B = Perendaman Benih, C = Perendaman Akar, D = Penyiraman pada Tanah)

e. Pengaruh aplikasi endofit terhadap berat basah buah 3 kali panen

Total produksi buah cabai basah yang dicapai setelah 3 kali panen seperti terlihat pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa terdapat pengaruh cara aplikasi terhadap hasil tanaman cabai. Hasil tertinggi diperoleh masih tetap konsisten pada perlakuan B (dengan perendaman benih) yaitu sebesar 32,4 g yang berbeda nyata dengan perlakuan A (Kontrol) dan perlakuan D (penyiraman pada tanah), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (perendaman akar). Hasil yang diperoleh ini menunjukkan bahwa cara aplikasi bakteri endofit yang terbaik bagi produksi cabai adalah dengan perendaman benih atau bisa juga dengan perendaman akar bibit sebelum pindah tanam ke polybag.



Gambar 6. Perkembangan jumlah buah cabai sampai umur 17 minggu setelah tanam (A = Kontrol, B = Perendaman Benih, C = Perendaman Akar, D = Penyiraman pada Tanah) Angka-angka pada gambar yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menyatakan berbeda tidak nyata pada taraf 5%DNMRT

- f. Pengaruh aplikasi bakteri endofit terhadap total populasi bakteri dan jamur pada rhizosfir cabai

Pengamatan terhadap jumlah total populasi bakteri pada rhizosfir tanaman cabai dapat dilihat pada Tabel 1. Total populasi bakteri dan jamur pada perlakuan yang diaplikasi bakteri endofit (perlakuan B, C dan D) terlihat lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan A (Kontrol), sementara anatar perlakuan B, C dan D berbeda tidak nyata antar sesamanya. Jumlah total populasi jamur juga ditemukan lebih tinggi pada perlakuan dengan aplikasi bakteri endofit (B, C, D) dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan A (kontrol), namun demikian antar sesama perlakuan bakteri endofit masih berbeda tidak nyata antar sesamanya.

Tabel 1. Total populasi bakteri dan jamur serta bakteri pelarut fosfat (BPF) pada rhizosfir tanaman cabai dengan perlakuan bakteri endofit

Perlakuan	Populasi bakteri	Populasi jamur	Populasi BPF
	ditransformasi log x		
A = Kontrol	7,30b	2,10b	3,10c

B = Perendaman Benih	7,97a	2,28a	3,26b
C = Perendaman Akar	7,96a	3,30a	3,89a
D =Penyiraman pada Tanah	7,74a	3,40a	4,06a

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menyatakan berbeda tidak nyata pada taraf 5%DNMRT

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan cabai (tinggi tanaman, jumlah bunga, jumlah buah) dan produksi (berat basah buah) serta perhitungan terhadap persentase keberhasilan jumlah cabang terhadap jumlah bunga serta persentase jumlah bunga yang menjadi buah yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi terbaik pada tanaman cabai adalah dengan cara perendaman benih pada kultur media bakteri endofit dengan kerapatan populasi $\times 10^8$ cfu/ml sebelum tanam.

Daftar Pustaka

1. Agustian. 2008. Interaksi Mikrobial Pemacu Tumbuh pada Rhizosfir *Tithonia* dengan Tanaman Pangan dalam Sistem Penanaman Pagar Lorong. Laporan Penelitian Fundamental Tahun I. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP2M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang
2. Agustian, Nuriyani, Lusi, M dan Oktanis, E. 2010. Rhizobakteria Penghasil Fitohormon IAA Pada Rhizosfir Tumbuhan Semak Karimunting *Titonia* dan Tanaman Pangan. [Jurnal]. Solum. VII (1):49-60.
3. Agustian. 2011. Pemanfaatan Akar *Tithonia diversifolia* Terinfeksi Cendawan Arbuskula Mikoriza (CMA) Sebagai Inokulum Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung. [Jurnal]. Solum. VIII (1):27-33
4. Agustian, Syafrimen Yasin dan Lusi Maira. 2015. Karakterisasi Rhizobakteri Perombak Glifosat dan Pelarut Fosfat dari Rhizosfir *Titonia* (*Tithonia diversifolia*). Prosiding Seminar Nasional HITI XI di Malang. 28-31 Oktober 2015
5. Araujo WL, Marcon J, Maccheroni WJr, Van Elsas JD, Van Vuurde JW, Azevedo JL. 2002. *Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with Xylella fastidiosa in citrus plants*. Appl Environ Microbiol. 68(10):4906-4914.
6. BPS dan Dirjen Hortikultura. 2014. *Luas Panen Tomat Menurut Provinsi*. http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti. Diakses pada Senin 15 Agustus 2016
7. Barea, J. M., E. Navarro, and E. Montoya. 1976. Production of plant growth regulators by rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria. J. Appl. Bacteriol. 40: 129-134
8. Broeckling, C.D., A.K Broz, J. Bergelson, D.K. Manter, and J. M. Vivanco. 2008. Root Exudates Regulate Soil Fungal Community Composition and Diversity. Appl. and Env. Microbiol, p. 738–744
9. Cahyono, B. 2008. *Tomat, Usaha Tani, dan Penanganan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius
10. Camargo-Ricalde, S.L., and Dhillon S.S. 1999. Endemic Mimosa Species can Serve as Mycorrhizal “Resource Islands” Within Semiarid Communities of the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. Mycorrhiza. 13(3): 129-136
11. Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999, Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. SSAJ 63; 1670-1680
12. Dawwam, G.E., A. Elbeltagy, H.M. Emara, I.H. Abbas, M.M. Hassan. 2013. Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. Annals of Agric. Scie. (2013) 58(2), 195–201
13. Eliza, E.N.A, Djatnika, I. dan widodo. 2007. Karakter Fisiologis dan Peranan Antibiosis Bakteri Perakaran Graminae terhadap *Fusarium* dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Pisang. Jurnal Hortikultura 17 (2):150 -160

14. Fuhrmann, J. J. 1998. Microbial metabolisms. *In* Principles and applications of soil microbiology (Editors: Sylvia D.M., JJ Fuhrmann, P.G. Hartel, D.A Zuberer) Prentice Hall, New Jersey, pp 189-217
15. Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can J. Microbiol.* 41: 109-117
16. Harni R., A. Munif, Supramana dan I. Mustika. 2007. *Potensi Bakteri Endofit Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (Pratylenchus Bracyurus) pada Nilam.* J. Hayati.14(1):7-12
17. Jacob, GS., Garbow, JR., Hallas, LE., Kimak, NM., Kishore, GM., Schaeffer, J. 1988. *Metabolism of Glyphosate in Pseudomonas sp. Strain LBr.* *Appl. Environ. Microbiol.* 54: 2953-2958
18. Klopper, J.W., M.S.Reddy., D.S. Kenney., C. Vavrina., N. Kokalis-Burelle., and N. Martinez-Ochoa. 2004. Applications for rhizobacteria in transplant production and yield enhancement. *Acta Hort.* 631: 219-229
19. Lebuhn,M., T. Heulin, and A. Hartmann. 1997. Production of auxin and other indolic and phenolic compounds by *Phaenibacillus polymixa* strains isolated from different proximity to plants root. *FEMS Microbiol. Ecol.* 22:325-334
20. Murphy, J. and I. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27:31-6
21. Nurhajati Hakim dan Agustian. 2003. Gulma Tithonia dan pemanfaatannya sebagai sumber bahan unsur N dan unsur hara untuk tanaman hortikultura. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing XI/I. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP2M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang
22. Nurhajati Hakim dan Agustian.. 2004. Budidaya gulma Tithonia dan pemanfaatannya sebagai bahan substitusi pupuk buatan untuk tanaman hortikultura di lapangan. Laporan Penelitian Tahun II. Hibah Bersaing XI/II. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP2M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang
23. Nurhajati Hakim dan Agustian.. 2005. Budidaya Tithonia dan pemanfaatannya dalam usaha tani tanaman hortikultura dan tanaman pangan secara berkelanjutan pada Ultisol. Laporan Penelitian Tahun III Hibah Bersaing XI/III. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi
24. Pal A, Chattopadhyay A, dan Paul AK. 2012. Diversity and Antimicrobial Spectrum of Endophytic Bacteria Isolated from *Peaderi foetida* L. *Int J Curr Pharm Res.* 4:123-127
25. Setiadi.2008. Bertanam Cabai.Penebar Swadaya. Jakarta
26. Strobel, G. and B. Daisy. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67 (4), 491-502
27. Susilawati, D. N., R. Saraswati., E. Yuniarta. 2003. Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung. Balai penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 128- 143

28. Tian, B., J. Yang dan K. Zhang. 2007. Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes : populations, mechanisms of action, and future prospects. *FEMS Microbiol Ecol.* 61 : 197- 213
29. Widodo, W.D. 2002. *Memperpanjang Umur Produktif Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 49 hal.
30. Yateem, A, T., Al-Sharrah, A. Bin-Haji 2007. Investigation of microbes in the rhizosphere of selected grasses for rhizoremediation of hydrocarbon-contaminated soils. *Soil and Sedimentation Contamination* 16: 269–280
31. Zaghoul, R.A., 2002. Biofertilization and organic manuring efficiency on growth and yield of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). In: *Recent Technologies in Agriculture. Proceedings of the 2nd Congress. Fac. Agric., Cairo Univ., 28–30 October*, pp. 79–95.

LAMPIRAN

Sertifikat
Nomor: 3285 /UN46.1.23/LL/2017

Diberikan kepada:
Dr. Ir. Agustian
atas partisipasinya sebagai
PEMAKALAH

Seminar Nasional Perkumpulan Agroteknologi/Agroekoteknologi (PAGI) 2017
Tema: "Dari Lahan Sub Optimal Bersama PAGI Menuju Kemandirian Pangan Nasional"
Surabaya, 22-23 November 2017

Sekjen PAGI

Prof. Dr. Ir. Hadiwiyono, M.Si.
NIP. 196201161990021001

Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Is Slamet Subari, M.Si.
NIP. 196312122001121001

Ketua Pelaksana

Dr. Ir. Eko Murniyanto, M.P.
NIP. 195705021992031001