

II. TINJAUAN PUSTAKA

Morfologi dan Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Panjang

Tanaman kacang panjang diklasifikasikan sebagai berikut, Divisi Spermatophyta, Sub Divisi Angiospermae, Kelas Dicotyledonae, Suku Leguminoceae, Marga Vigna, Jenis *Vigna sinensis* (Hapsari, 2008). Menurut Haryanto *et al.* (2005), masa tanam tanaman kacang panjang dapat berlangsung sekitar 3 – 3,5 bulan. Tanaman dewasa memiliki tinggi mencapai 2 m lebih, dengan bentuk batang bersegi enam, berwarna hijau dan sedikit berbulu, memiliki daun majemuk yang tersusun atas tiga helai anak daun, serta warna bunga yang bervariasi yaitu putih, kuning atau biru. Bunga muncul dari ketiak daun sejumlah 3 - 5 bunga pada tiap tangkai bunga. Pemanenan dapat dilakukan pada saat tanaman berumur 45 hari. Polong yang dihasilkan tanaman kacang panjang berwarna hijau tua dan panjangnya mencapai 30 – 100 cm, sedangkan bijinya bulat panjang agak gepeng dan bila sudah tua berwarna coklat tua berbelang putih. Produksi rata-rata dari tanaman kacang panjang mencapai 6,2 ton/ha polong muda atau 0,4 ton/ha biji kering (Deptan, 2002 dalam Hapsari, 2008).

Sistem perakaran tanaman kacang panjang memiliki akar tunggang yang terdiri atas satu akar besar yang merupakan kelanjutan dari batang tanaman. Perakaran tanaman kacang panjang dapat menembus lapisan olah tanah hingga kedalaman lebih dari 60 cm dan pada cabang akarnya terdapat bintil akar yang dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp. untuk mengikat unsur Nitrogen (N_2) dari udara sehingga bermanfaat dalam menyuburkan tanah. Bintil akar yang dapat dihasilkan oleh kacang panjang mencapai 198 kg bintil akar/tahun atau setara dengan 400 kg pupuk urea (Williams, 1993; Mandiri, 2011 dalam Karismayanti, 2016).

Tanaman kacang panjang dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi (sampai ketinggian \pm 1500 m dpl), tetapi untuk tinggi optimumnya ialah kurang dari 800 m dpl. Penanaman tanaman kacang panjang di dataran tinggi menyebabkan umur panen relatif lebih lama dari waktu tanam, sehingga tingkat produksi maupun produktivitasnya menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan penanaman yang dilakukan di dataran rendah. Sedangkan untuk suhu rata-rata harian agar tanaman kacang panjang dapat tumbuh adalah 20 - 30° C dengan

suhu optimum 25°C. Tanaman ini membutuhkan banyak sinar matahari, sehingga apabila tumbuh di tempat yang teduh menyebabkan pertumbuhannya terlambat, kurus dan berbuah jarang/sedikit. Sedangkan curah hujan yang dibutuhkan tanaman kacang panjang adalah 600 – 1500 mm (Rukmana, 1995). Jenis tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman ini adalah tanah dengan tekstur liat berpasir dengan derajat keasaman (pH) antara 5,5 – 6,5 (Haryanto *et al.*, 2005).

Karakteristik Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus

Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV) atau virus mosaik kacang panjang merupakan famili Potyvirdae dan genus potyvirus (Brown, 1980). CABMV mempunyai struktur partikel berbentuk filament dengan ukuran mu (Lavisio *et al.*, 1974). CABMV menjadi inaktif jika dipanaskan pada suhu 60° dan 62°C selama 10 menit, dilakukan pengenceran sebanyak 1 : 4000 dan lama hidup dalam cairan perasan selama 120 jam pada suhu 21°C (Smith, 1972).

Gejala yang ditimbulkan oleh serangan CABMV antara lain pada daun tanaman yang sakit terdapat gejala mosaik dengan warna hijau dan kuning berselang seling yang sangat jelas. Terdapat warna hijau gelap di antara tulang daun (*dark green vein-banding*) atau klorosis interveinal (urat daun), distorsi daun, melepuh, dan tanaman menjadi kerdil. Polong dan daun menjadi tidak berkembang, ukuran biji berkurang sehingga produksi secara keseluruhan mengalami penurunan (Bock dan Conti, 1974; Sulyo, 1984; Brunt, 1994; Moedjiono *et al.*, 1999 dalam Kuswanto *et al.*, 2005).



Gambar 1. Gejala Infeksi CABMV (Anonymous, 2017c)

CABMV dapat ditularkan secara mekanik yaitu dengan menggunakan karborundum dan buffer fosfat (0,01 M, pH 6 - 9). Virus CABMV dalam benih dapat ditularkan dengan vektor. Vektor dari virus CABMV antara lain *Myzus persicae* Sulz., *Aphis fabae* Scop., *A. medicaginis* Koch., *A. gossypii* Glov. dan *Macrosiphum euphorbiae* Thomas. Vektor menularkan virus dengan menggunakan stilet (Smith, 1972). Sedangkan penularan virus secara non-persisten dapat melalui serangga vektor aphids as (*Aphis craccivora*) (Williams, 1975).

Terdapat 19 jenis dari famili Amarantaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Labiatae, Leguminosae dan Solanaceae yang menjadi kisaran inang dari virus CABMV. Berikut adalah beberapa tanaman yang memberikan reaksi sistemik yaitu : *Chenopodium foetidum* Schrad., *Cucumis sativus* L., *Cucurbita pepo* L. var. *Verrucosa*, *Glycine max* L., *Petunia hybrida* hort., *Physalis lunatus* L., *Physalis alkekengi* L., *P. Floridana* Rydb., *Trigonella foenumgraecum* L. dan untuk *Pisum sativum* L. menunjukkan gejala laten. *Chenopodium album* L., *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. vulvaria*, *Gomphrena globosa*, *Nicotiana tabacum*, *Ocimum basilicum*, *Phaseolus vulgaris* akan menunjukkan gejala lokal (Smith, 1972).

Iwakki *et al.* (1975) menambahkan bahwa tanaman indikator yang digunakan untuk mengetahui adanya virus CABMV, yaitu *Chenopodium amaranticolor* dengan gejala lesio lokal, *Gomphrena globosa* dengan gejala lesio lokal, *Phaseolus vulgaris* var. Yamashiro kurusando dengan gejala lesio lokal, klorotik spot, mosaik, dan nekrotis, *Vigna sinensis* var. Black eye dengan gejala lesio lokal dan mosaik, *Phaseolus radiatus* dengan gejala mosaik, *Vicia vaba* var. Wesenggasaya dengan gejala lesio lokal, *Petunia hybrida* tanpa gejala tetapi mengandung virus CABMV setelah diinokulasikan ulang pada *Chenopodium amaranticolor*, *Crotalaria juncea* dengan gejala lesio lokal, *Vigna sesquipedalis* var. Kurodane Sanjaku dengan gejala mosaik, bercak klorotik dan mosaik, *Sesamum indicum* dengan gejala lesio lokal dan mosaik.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan rhizobakteri yang dapat memacu pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh PGPR secara langsung terhadap pertumbuhan tanaman adalah berdasarkan kemampuan PGPR dalam menyediakan dan memfasilitasi penyerapan unsur hara dalam tanah, serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon dalam memacu pertumbuhan tanaman. Sedangkan pengaruh PGPR secara tidak langsung yaitu berdasarkan kemampuan PGPR dalam menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan *siderophore* (Kloepper, 1993; Glick, 1995 dalam Husein *et al.*, 2006).

Dalam upaya pengendalian patogen, PGPR berperan sebagai agens hayati yang memiliki keuntungan sebagai agens pengendali yang aman bagi manusia, musuh alami, organisme bukan sasaran, dan tidak menyebabkan adanya resistensi patogen, serta aman bagi lingkungan karena membantu dalam mengurangi pemakaian pestisida kimiawi (Sinaga, 2013). Beberapa strain bakteri yang diketahui dapat digunakan sebagai PGPR antara lain berasal dari genus *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan *Bacillus* (Kloepper, 1993; Glick, 1995 dalam Husein *et al.*, 2006).

Mekanisme PGPR Dalam Mengendalikan Patogen

Sebagai agen pengendali hayati, mekanisme yang dilakukan PGPR dalam mengendalikan patogen yaitu dengan meningkatkan resistensi terinduksi tanaman atau *Induced Systemic Resistance* (ISR) (Chasanah, 2007). ISR merupakan suatu kondisi adanya peningkatan kemampuan pertahanan tanaman secara sistemik yang distimulasi secara khusus, dan akan menimbulkan aktifnya mekanisme resistensi laten yang diekspresikan jika terjadi infeksi patogen (Kuc, 1995). Menurut Van Loon *et al.* (1998) beberapa faktor yang menjadi penyebab adanya ISR antara lain karena adanya sumbangan lipopolisakarida, produksi siderofor dan produksi asam salisilat oleh bakteri secara langsung maupun secara tidak langsung. Mekanisme ISR pada dasarnya memiliki persamaan dengan Ketahanan

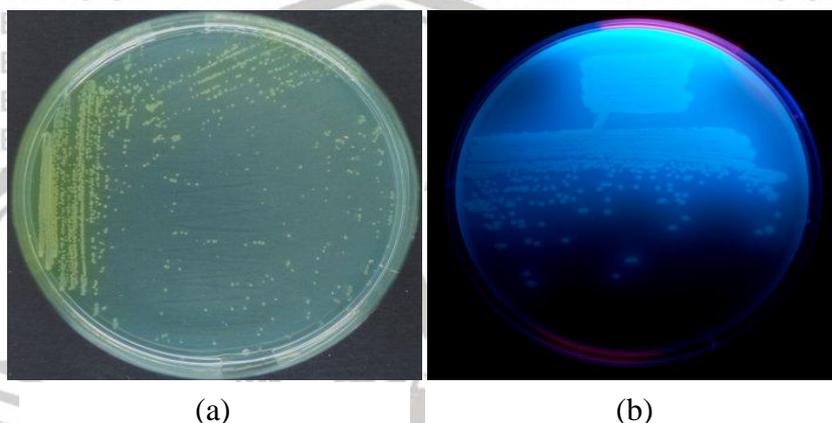
Sistemik yang Diterima atau *Systemic Acquired Resistance* (SAR), yaitu mekanisme yang timbul karena adanya reaksi pertahanan tanaman seperti reaksi hipersensitif yang disebabkan oleh adanya infeksi patogen atau parasit, namun pada ISR patogen yang digunakan bersifat nonpatogenik dan tidak menimbulkan adanya gejala pada tanaman.

Dalam upaya meningkatkan ISR pada tanaman, PGPR mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti Asam Indol Asetat (AIA), giberellin, sitokinin dan etilen. Selain itu, PGPR juga menghasilkan senyawa atau metabolit anti patogen seperti *siderophore*, β -1,3-glukanase, kitinase, antibiotik dan sianida (Tenuta, 2006; Cattelan *et al.*, 1999; Kloepper, 1993 dalam Husein *et al.*, 2006). Dari berbagai strain bakteri yang dapat digunakan sebagai PGPR, beberapa diantaranya dapat menunjukkan kemampuan dalam menginduksi resistensi, antara lain dari genus *Pseudomonas*, yaitu *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida*, dan *P. syringae* (Leong *et al.*, 1991). Serta dari genus *Bacillus*, yaitu *B. subtilis*, *B. thuringiensis*, dan *B. pumilus* (Tuzun dan Kloepper, 1995).

Pseudomonas fluorescens

Pseudomonas merupakan bakteri berbentuk batang dengan ukuransel 0.5 – 1.0 x 1.5 – 5.0 μm , motil dengan satu atau lebih flagella, gramnegatif, aerob, tidak membentuk spora dan katalase positif, menggunakan H_2 , atau karbon sebagai sumber energinya, beberapa spesies bersifat patogen bagi tanaman (Holt *et al.*, 1994). *P. fluorescens* mampu memproduksi dan menyekresikan zat pigmen berwarna hijau kekuningan, fluoresen, dan larut air (Chasanah, 2007). Supriadi (2006) menyatakan bahwa Karakter dari *P. fluorescens* yang mudah dilihat adalah kemampuannya dalam menghasilkan pigmenpyoverdin dan atau fenazin pada medium King'B sehingga terlihat berpijar bila terkena sinar UV. *P. fluorescens* merupakan bakteri yang dapat ditemukan di mana saja (*ubiquitous*), misalnya pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar), sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air (Bradbury 1986), sisa-sisa makanan yang membusuk, serta kotoran hewan. *P. fluorescens*.

P. fluorescens telah dimanfaatkan sebagai agens hayati karena memiliki kemampuan dalam melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti anti jamur dan antibiotik, serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe (Supriadi, 2006). Selain itu, menurut Maurhofer *et al.* (1994), siderofor pyoverdine yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* strain CHAO mampu menimbulkan ketahanan sistemik pada tanaman tembakau terhadap infeksi virus nekrosis tembakau.



Gambar 2. Populasi bakteri *P. fluorescent* (a) Populasi bakteri tanpa sinar UV (Anonymous, 2017a), (b) Populasi bakteri di bawah sinar UV (Anonymous, 2017b)

Peranan Bahan Organik

Bahan organik adalah sisa-sisa tumbuhan atau hewan yang terdapat di dalam tanah. Bahan organik dapat mempengaruhi sifat fisik tanah (meningkatkan kemampuan dalam menahan air, merangsang granulasi dan kemantapan agregat tanah, menurunkan plastisitas), sifat kimia tanah (meningkatkan daya jerap dan KTK, sebagai sumber hara, membantu pelarutan hara) dan sifat biologi tanah (meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah) (Hakim *et al.*, 1986). Salah satu unsur hara penting dalam pupuk yaitu unsur Kalium (K) memiliki peran penting dalam metabolisme tanaman, antara lain terlibat langsung dalam beberapa proses fisiologis. Pemberian pupuk kalium dapat membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein dan karbohidrat (Farhad *et al.*, 2010). Selain itu, pemberian pupuk K pada tanaman dapat

membantu dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan patogen (Ismunadji *et al.*, 1976 dalam Natasya *et al.*, 2014).

Salah satu sumber bahan organik yang selama ini digunakan dalam meningkatkan kandungan hara di dalam tanah adalah pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan dengan melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair dan digunakan untuk mensuplai bahan organik yang berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pupuk organik yang banyak digunakan selama ini antara lain berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkas, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Beberapa jenis pupuk organik yang sering digunakan oleh para petani adalah pupuk kompos dan pupuk kandang. Pupuk kompos merupakan hasil akhir dari fermentasi tumpukan sampah-sampah baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan (Lubis *et al.*, 1986). Sedangkan pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari hasil pembusukan kotoran hewan, baik itu berbentuk padat (kotoran) maupun cair (urin) sehingga warna, rupa, tekstur, bau, dan kadar airnya tidak lagi seperti aslinya. Umumnya pupuk kandang tidak murni seratus persen kotoran hewan, namun terdapat campuran sisa makanan dan alas tidurnya. Kotoran dari semua jenis hewan sebenarnya dapat dijadikan sebagai pupuk kandang, tetapi kebanyakan kotoran hewan peliharaan seperti kotoran sapi, ayam, kambing, kerbau, kelinci atau kuda yang paling sering digunakan karena lebih mudah untuk dikumpulkan (Alqamari, 2012 dalam Tanaiyo, 2014).

Mekanisme Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen

Ketahanan tanaman terhadap patogen merupakan kemampuan tanaman dalam mencegah masuknya atau menghambat perkembangan patogen dalam jaringan tanaman (Agrios, 1996). Kemampuan ini ditentukan oleh interaksi antara inang dan patogen yang akan menyebabkan adanya perbedaan respon tanaman dalam membentuk struktur pertahanan. Macam respon tanaman terhadap infeksi virus antara lain peka, *immune*, tahan, toleran dan hipersensitif. Tanaman disebut

peka apabila virus dapat menginfeksi dan memperbanyak diri di dalamnya.

Tanaman tersebut *immune* jika tidak dapat diinfeksi oleh virus dan dapat dianggap non inang dari virus tersebut. Tanaman yang tahan memiliki kemampuan untuk menekan dan menghambat perbanyakan virus atau perkembangan dari gejala penyakit. Tanaman toleran adalah tanaman yang mampu menurunkan respon infeksi virus atau menampakkan gejala ringan, tetapi dengan penyebaran dan konsentrasi virus yang relatif normal dalam sel inangnya, sedangkan hipersensitif yaitu respon tanaman yang terbatas pada sel yang diinokulasi (Matthews, 1981).

Menurut Abadi (2003) sifat ketahanan tanaman terbagi atas 2 macam yaitu ketahanan vertikal dan ketahanan horizontal. Ketahanan vertikal merupakan sifat tanaman yang tahan terhadap beberapa ras patogen dan rentan terhadap ras lain dari patogen yang sama, dikendalikan oleh satu atau beberapa gen disebut sebagai ketahanan oligogenik. Ketahanan horizontal adalah semua tanaman dengan kemampuan tingkat ketahanan yang efektif dalam melawan setiap patogen yang melawannya dan dikendalikan oleh banyak gen disebut sebagai ketahanan multigenik. Selain itu Semangun (1996) menambahkan bahwa ketahanan tanaman juga dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya virulensi patogen, umur tanaman, kondisi tanaman, kondisi tanaman dan keadaan lingkungan di sekitar tanaman.

III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca (*Sreenhouse*) Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai dengan April 2016.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *polybag* 3 kg, alat tulis, mortar dan penumbuk, gunting, timbangan analitik, gembor, cangkul kecil, ajir, botol media, cawan Petri, mikropipet, mikrotub, batang L, tabung reaksi, rak tabung reaksi, bunsen, autoklaf, *laminar air flow*, *microwave*, mistar (cm), *hand counter*, lampu UV, kapas, kain kasa, plastik wrapping, aluminium foil, amplop dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih tanaman kacang panjang, pupuk kompos sampah Universitas Brawijaya Malang, pupuk kandang kotoran sapi, pupuk urea, TSP dan KCl, tanah, inokulum CABMV, larutan penyangga fosfat 0,01 M pH 7, karborundum 600 mesh, air, PGPR koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan (bakteri *Pseudomonas fluorescens*), alkohol 70%, media King's B, dan aquades.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 8 perlakuan dan 4 kali ulangan. Pada tiap ulangan terdiri atas 2 tanaman, sehingga jumlah keseluruhan tanaman kacang panjang yang digunakan sebanyak 64 tanaman. Berikut adalah perlakuan yang akan digunakan :

Tabel 1. Jenis perlakuan yang digunakan pada tanaman kacang panjang

No	Jenis Perlakuan
1	Tanpa Aplikasi Pupuk dan PGPR
2	Aplikasi Pupuk Kompos
3	Aplikasi Pupuk Kandang
4	Aplikasi Campuran Pupuk Kompos dan Pupuk Kandang
5	Aplikasi PGPR
6	Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos
7	Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang
8	Aplikasi PGPR dan Campuran Pupuk Kompos dan Pupuk Kandang

Persiapan Penelitian

Penyediaan Inokulum dan Identifikasi CABMV

Penyediaan inokulum dilakukan dengan cara mengambil daun tanaman kacang panjang yang memiliki ciri gejala virus CABMV. Kemudian melakukan perbanyakan inokulum yaitu menginokulasi secara mekanis sap daun yang diduga terserang virus CABMV tersebut pada tanaman kacang panjang. Selanjutnya dilakukan identifikasi inokulum virus yang didapatkan, yaitu dengan cara mengamati gejala virus CABMV yang muncul pada tanaman kacang panjang yang telah diinokulasi.

Sterilisasi Media Tanam dan Pupuk

Media tanam berupa tanah, pupuk kompos dan pupuk kandang yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk menghilangkan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Tanah, pupuk kompos dan pupuk kandang yang akan disterilisasi terlebih dahulu di bungkus dengan plastik, kemudian disterilisasi dengan cara dipanaskan di dalam tungku (Gambar 6) selama 48 jam, kemudian didinginkan dengan cara dikering anginkan sebelum digunakan.

Persiapan Media Tanam

Setelah melakukan sterilisasi, tanah dipindahkan ke dalam *polybag* yang berukuran 3 kg, kemudian diberi pupuk dasar berupa pupuk Urea 25 kg/ha (setara 0,0375 g/polybag), pupuk TSP 100 kg/ha (setara 0,15 g/polybag) dan pupuk KCl

50 kg/ha (setara 0,075 g/polybag) di sekitar lubang yang akan ditanami (Lii, 1990).

Penyediaan Bakteri PGPR

Isolat bakteri PGPR diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang. Isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri jenis *Pseudomonas fluorescens*.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan Pemupukan

Pemupukan dilaksanakan pada saat awal tanam, dengan cara mencampur pupuk dengan media tanah yang akan digunakan. Pada perlakuan P₂ dan P₆, ditambahkan pupuk kompos sebanyak 20.000 kg/ha (setara dengan 30g/polybag) pada media tanam. Selanjutnya pada perlakuan P₃ dan P₇, ditambahkan pupuk kandang sebanyak 20.000 kg/ha (setara dengan 30 g/polybag) pada media tanam. Kemudian pada perlakuan P₄ dan P₈, ditambahkan campuran pupuk kompos dan pupuk kandang sebanyak 30 g/polybag pada media tanam.

Perbanyak Inokulum CABMV

Perbanyak inokulum dilakukan dengan cara mengencerkan inokulum CABMV yang telah didapatkan dengan larutan penyangga fosfat 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml dan diinokulasikan pada tanaman kacang panjang yang sehat. Setelah daun tanaman menunjukkan gejala terinfeksi CABMV, daun tanaman tersebut dicuci, dipotong dan dibuang tulang daunnya. Kemudian ditimbang sebanyak 5 gram dan ditumbuk dengan mortar. Setelah daun lumat ditambahkan larutan penyangga fosfat 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kain kasa. Tujuan dari penyaringan menggunakan kain kasa adalah untuk memperoleh sap kasar. Kemudian sap kasar tersebut di sentrifugasi dan diperoleh supernatannya. Lalu supernatan inilah yang akan diinokulasikan pada tanaman uji.

Pengaplikasian PGPR

Benih Kacang panjang yang akan digunakan terlebih dahulu direndam aquades selama 24 jam. Pada perlakuan P₁, sampai dengan P₄, benih kacang panjang direndam ke dalam aquades selama 30 menit kemudian ditanam pada media tanam. Sedangkan pada perlakuan P₅ sampai dengan perlakuan P₈, benih kacang panjang direndam dalam 50 ml suspensi PGPR selama 30 menit (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009), kemudian benih ditanam pada media tanam.

Pemeliharaan Tanaman

Benih yang sudah ditanam dipelihara secara intensif. Pemeliharaan tersebut meliputi penyiraman setiap pagi dan sore hari menggunakan gembor, penyiangan gulma dan pengendalian OPT yang dilakukan secara mekanis.

Inokulasi CABMV Pada Tanaman Uji

Inokulasi sap yang mengandung CABMV dilakukan pada tanaman kacang panjang yang berumur 1 minggu setelah tanam. Sebelum diinokulasi, permukaan daun terlebih dahulu dibersihkan menggunakan kapas, kemudian dilukai dengan mengoleskan karborundum 600 mesh secara hati-hati untuk menghindari luka yang berlebihan. Selanjutnya sap CABMV dioleskan searah dengan tulang daun menggunakan jari pada permukaan daun yang telah dilukai. Setelah pengolesan sap, dilakukan pembilasan sisa-sisa karborundum yang masih melekat pada permukaan daun tanaman uji dengan menggunakan aquades.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1) Masa Inkubasi dan Gejala

Masa inkubasi merupakan waktu yang diperlukan tanaman mulai diinfeksi virus (inokulasi) sampai munculnya gejala CABMV pada tanaman kacang panjang. Gejala yang diamati adalah adanya gejala mosaik dan perubahan bentuk pada daun yang diamati. Pengamatan gejala dilakukan

mulai 1 hsi dengan mencatat perkembangan gejala mosaik yang terjadi pada semua tanaman uji.

2) Intensitas Serangan

Berikut adalah perhitungan intensitas serangan menurut Horsfall dan Barrat (1976) dalam Hadiastono (1998) :

$$I = \frac{\sum (nxv)}{ZN} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas serangan tiap tanaman

n = Jumlah daun dari tiap kategori serangan

v = Nilai skala dari tiap kategori serangan

N = Jumlah daun yang diamati tiap tanaman

Z = Nilai skala kategori tertinggi

Tabel 2. Skala Kategori Serangan CABMV Pada Tanaman Kacang Panjang

Skala	Karakteristik gejala serangan
0	Daun sehat (tidak menampilkan gejala)
1	Luas mosaik daun $\leq 25\%$
2	Luas mozaik pada daun $> 25\% - \leq 50\%$
3	Luas mosaik pada daun $> 50\%$
4	Daun berkerut dan menebal
5	Daun berkerut, mengecil sampai berubah bentuk menyerupai tali sepatu (shoes string)

3) Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman mencakup pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun dan bobot kering tanaman. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi tanaman dengan menggunakan mistar. Perhitungan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung daun yang telah terbuka sempurna pada setiap tanaman menggunakan *handcounter*. Pengamatan mulai dilakukan ketika tanaman berumur 7 hari setelah tanam dan diteruskan setiap minggu sampai tercapai hasil maksimum. Perhitungan bobot kering tanaman dilakukan dengan cara mengoven tanaman kacang panjang yang telah dimasukkan ke dalam amplop selama 48 jam dengan suhu 65°C (Gambar 7).

4) Produksi Tanaman

Parameter yang digunakan dalam menentukan produksi tanaman antara lain :

- a) Jumlah polong : Perhitungan jumlah polong dilakukan dengan cara menghitung seluruh hasil polong yang diproduksi tanaman kacang panjang pada setiap ulangan dengan menggunakan *handcounter*. Polong yang dipanen adalah polong yang sudah berisi dan kulit polongnya tidak terlalu keras.
- b) Panjang polong : Pengukuran panjang polong dilakukan dengan cara mengukur panjang polong dari ujung satu ke ujung lainnya dengan menggunakan mistar.
- c) Bobot polong : Penimbangan bobot polong dilakukan dengan cara menimbang polong pada setiap ulangan menggunakan timbangan analitik.
- d) Jumlah biji : Perhitungan jumlah biji dilakukan dengan cara menimbang biji yang berwarna hijau kemerahan, hijau kehitaman, merah dan hitam dengan menggunakan *handcounter*.
- e) Bobot biji kering : Sebelum melakukan penimbangan bobot kering biji, terlebih dahulu dilakukan pengovenan biji basah yang telah dimasukkan ke dalam amplop dan dioven selama 48 jam dengan suhu 65°C (Gambar 7). Kemudian biji yang telah kering ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.
- f) Bobot 10 biji : Penimbangan bobot 10 biji dilakukan dengan cara mengambil 10 biji kacang panjang secara acak pada setiap ulangan, kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

5) Populasi Bakteri PGPR

Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah disekitar perakaran tanaman kacang panjang yang berumur 8 minggu setelah tanam (mst). Sampel tanah yang diperoleh ditimbang sebanyak 1 gr (Gambar 8) dan digunakan untuk proses isolasi bakteri. Selanjutnya, dilakukan isolasi bakteri dengan menggunakan teknik pengenceran bertingkat (Gambar 10). Tujuan dari pengenceran bertingkat adalah untuk memperkecil jumlah mikroba yang tersuspensi di dalam cairan. Kemudian ditentukan banyaknya tingkat

pengenceran yang dilakukan berdasarkan perkiraan jumlah mikroba dalam sampel. Berikut adalah cara kerja teknik pengenceran bertingkat (Anonymous, 2016) :

- a. Disiapkan 7 tabung reaksi. Tabung pertama diisi dengan 10 ml aquades dan untuk tabung kedua dan selanjutnya hingga tabung ketujuh diisi dengan 9 ml aquades
- b. Memasukkan 1 gr sampel tanah ke dalam tabung pengenceran pertama (10^1) secara aseptis.
- c. Dari tabung pertama diambil 1 ml suspensi dan kemudian pindahkan ke tabung kedua. Setelah itu dikocok hingga menjadi homogen
- d. Dari tabung kedua lalu pindahkan lagi 1 ml ke tabung ketiga dan untuk tabung berikutnya dilakukan cara yang sama hingga pada tabung ketujuh.
- e. Pipet yang digunakan harus selalu diganti setiap kali mengambil suspensi dari satu tabung ke tabung yang lainnya.

Kemudian untuk menghitung jumlah populasi bakteri, dilakukan isolasi suspensi yang diambil dari 3 sampel hasil pengenceran, yaitu pada sampel pengenceran ke 10^3 , 10^5 dan 10^7 dari masing-masing perlakuan. Sehingga dari 8 perlakuan didapatkan 24 suspensi yang diisolasi. Isolasi bakteri dilakukan dengan metode cawan sebar (*Spread plate*) yang menggunakan media agar yang telah padat (Gambar 10), sedangkan media tumbuh yang digunakan adalah Media King's B (Gambar 9) yang merupakan media tumbuh *Pseudomonas fluorescens*. Kemudian diambil 1 ml suspensi bakteri dan diteteskan ke dalam cawan Petri yang berisi media King's B padat secara aseptis. Selanjutnya suspensi disebar dengan menggunakan batang L yang telah disterilkan terlebih dahulu, kemudian suspensi disebarkan hingga meresap kedalam media agar padat dan diinkubasi selama 24 jam.

Untuk perhitungan populasi, teknik yang digunakan adalah *Total Plate Count* (TPC). Metode hitungan cawan menggunakan anggapan bahwa setiap sel akan hidup dan berkembang menjadi satu populasi. Jumlah populasi yang hidup menjadi indeks bagi jumlah organisme yang terkandung di dalam

sampel. Cawan-cawan tersebut kemudian diinkubasi lalu dihitung jumlah populasi bakteri yang terbentuk. Adapun cawan yang dipilih adalah sesuai dengan kaidah statistik yaitu berisi 30-300 populasi. Jumlah organisme yang terdapat dalam sampel asal dihitung dengan cara mengalikan jumlah populasi yang terbentuk dengan faktor pengenceran pada cawan yang bersangkutan.

Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT. Data yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan aplikasi DSAASTAT.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi dan Gejala Serangan

Hasil analisis ragam masa inkubasi serangan virus CABMV pada tanaman kacang panjang menunjukkan bahwa penggunaan PGPR pada tanaman kacang panjang memberikan pengaruh yang nyata terhadap masa inkubasi virus CABMV (Tabel 9). Data rerata masa inkubasi akan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata masa inkubasi terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR pada tanaman kacang panjang

Perlakuan	Masa Inkubasi (hari)
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	9.75 a
Aplikasi Pupuk Kompos	10.63 ab
Aplikasi Pupuk Kandang	10.13 a
Aplikasi Pupuk Campuran	11.13 ab
Aplikasi PGPR	16.63 c
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	16.25 c
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	14.88 bc
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	16.13 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa masa inkubasi pada perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR tidak berbeda nyata dengan perlakuan aplikasi pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan aplikasi PGPR tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa perlakuan aplikasi PGPR tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran menunjukkan masa inkubasi yang lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR dan perlakuan aplikasi pupuk kandang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan memperpanjang masa inkubasi virus CABMV. Hal ini didukung hasil pengamatan populasi bakteri pada Tabel 8, yang menunjukkan bahwa induksi PGPR dapat tumbuh di daerah perakaran tanaman kacang panjang yang menggunakan aplikasi PGPR. Chasanah (2007) menambahkan, PGPR memiliki peran sebagai agen hayati yang dapat meningkatkan ketahanan terinduksi tanaman sehingga mampu meningkatkan

kemampuan resistensi tanaman kacang panjang terhadap infeksi virus CABMV.

Sehingga dengan tingginya jumlah populasi bakteri akan semakin meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi CABMV.

Berdasarkan hasil penelitian, gejala penyakit yang muncul pada saat pengamatan adalah gejala mosaik berwarna hijau dan kuning yang beselang seling, selain itu muncul gejala warna hijau gelap di antara tulang daun (*dark green vein-banding*) dan malformasi daun. Kuswanto *et al.* (2004) menyatakan bahwa gejala serangan CABMV yang muncul pada tanaman kacang panjang berupa mosaik, di antara tulang daun berwarna hijau gelap, daun mengalami perubahan bentuk, terdapat lepuh-lepuh dan tanaman menjadi kerdil.



(a)

(b)

Gambar 3. Gejala CABMV pada tanaman uji (a) Daun tanaman sehat, (b) Daun dengan gejala mosaik dan malformasi

Intensitas Penyakit

Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa pemberian pupuk organik dan penggunaan PGPR memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan CABMV pada tanaman kacang panjang (Tabel 10). Hasil analisis menunjukkan bahwa intensitas penyakit pada perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan aplikasi PGPR tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran, namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan aplikasi pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran. Rerata intensitas penyakit disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas penyakit CABMV pada berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR pada tanaman kacang panjang

Perlakuan	Intensitas Penyakit (%)
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	35,33 a
Aplikasi Pupuk Kompos	32,16 abc
Aplikasi Pupuk Kandang	32,86 ab
Aplikasi Pupuk Campuran	32,17 abc
Aplikasi PGPR	21,01 d
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	19,77 d
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	22,53 bcd
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	21,4 cd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT pada taraf 5%. Data ditransformasi menggunakan Arcsin \sqrt{x} untuk keperluan analisis statistik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanaman dengan perlakuan aplikasi PGPR tunggal dan PGPR dengan pupuk kompos memiliki intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak menggunakan aplikasi PGPR, sehingga menandakan bahwa tanaman dengan perlakuan aplikasi PGPR tunggal dan PGPR dengan pupuk kompos lebih tahan terhadap serangan virus CABMV dibandingkan tanaman dengan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR dan aplikasi pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tingkat ketahanan tanaman kacang panjang terhadap infeksi virus dapat ditingkatkan dengan cara penggunaan PGPR. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 8, dimana tanaman dengan perlakuan aplikasi PGPR tunggal dan PGPR dengan pupuk kompos memiliki jumlah populasi bakteri yang tinggi, sehingga dapat menginduksi ketahanan tanaman kacang panjang terhadap serangan virus CABMV. Dalam upaya meningkatkan ketahanan tanaman, PGPR mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti Asam Indol Asetat (AIA), giberellin, sitokinin dan etilen. Selain itu, PGPR juga menghasilkan senyawa atau metabolit anti patogen seperti *siderophore*, β -1,3-glukanase, kitinase, antibiotik dan sianida (Tenuta, 2006; Cattelan *et al.*, 1999; Kloepper, 1993 dalam Husein *et al.*, 2006).

Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan PGPR Dan Inokulasi CABMV Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang

Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Tabel 11) dan bobot kering tanaman (Tabel 13), namun menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman kacang panjang (Tabel 12). Rerata pertumbuhan tanaman akan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata pertumbuhan tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)	Rerata Jumlah Daun	Rerata Bobot Kering Tanaman (gr)
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	136.94	41.8 a	3.50
Aplikasi Pupuk Kompos	142.06	44.8 ab	3.63
Aplikasi Pupuk Kandang	169.56	42.9 a	4.00
Aplikasi Pupuk Campuran	172.00	47.0 abc	4.25
Aplikasi PGPR	172.25	52.3 c	4.50
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	199.69	54.1 c	6.75
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	205.63	51.5 bc	5.50
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	181.44	53.4 c	4.25

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT pada taraf 5%

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa rerata jumlah daun pada tanaman dengan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR dan aplikasi pupuk kandang berbeda nyata dengan tanaman yang menggunakan perlakuan aplikasi PGPR tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran. Tanaman dengan perlakuan aplikasi PGPR tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran memiliki jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang menggunakan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR dan aplikasi pupuk kandang. Hal tersebut menandakan bahwa penggunaan PGPR dapat mempengaruhi jumlah daun yang dihasilkan oleh tanaman kacang panjang. Husein *et al.* (2006) menambahkan bahwa PGPR memberikan keuntungan bagi

pertumbuhan tanaman dengan kemampuannya sebagai pemacu pertumbuhan (*biostimulants*) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti asam indol asetat (AIA), giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa perlakuan yang digunakan tidak berpengaruh terhadap tinggi dan bobot kering tanaman, hal tersebut disebabkan oleh virus CABMV telah menginfeksi dan berkembang di dalam jaringan tanaman dan mengakibatkan pertambahan tinggi dan biomassa tanaman terganggu. Matthews (1981) mengungkapkan bahwa pertumbuhan yang tidak normal dapat disebabkan adanya infeksi virus, hal tersebut dikarenakan virus dapat mempengaruhi kerja hormon pertumbuhan seperti auksin, sitokinin dan giberelin. Selain mempengaruhi sistem hormonal, virus juga dapat mempengaruhi sistem pengatur tumbuh pada tanaman yang terinfeksi virus dan menyebabkan pertumbuhan yang abnormal seperti kerdil dan terhambatnya pertumbuhan tunas. Bos (1990) menambahkan, serangan virus dapat menyebabkan tanaman kekurangan air karena proses transpirasi yang berlebihan atau suplai air yang terganggu, sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap bobot kering tanaman.

Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan PGPR Dan Inokulasi CABMV Terhadap Produksi Tanaman Kacang Panjang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik dan PGPR memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil jumlah polong (Tabel 14), tetapi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada bobot polong (Tabel 15) dan panjang polong (16). Dari Tabel 6 diketahui bahwa rerata jumlah polong pada tanaman dengan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR memiliki hasil yang berbeda nyata dengan tanaman yang menggunakan perlakuan aplikasi PGPR dengan pupuk kompos dan PGPR dengan pupuk kandang, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Data rerata produksi polong pada tanaman kacang panjang akan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata produksi polong tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV

Perlakuan	Rerata Jumlah Polong	Rerata Bobot Polong (gr)	Rerata Panjang Polong (cm)
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	1.88 a	11.37	47.51
Aplikasi Pupuk Kompos	2.13 a	12.05	50.41
Aplikasi Pupuk Kandang	2.38 a	12.56	50.46
Aplikasi Pupuk Campuran	2.50 ab	13.24	51.06
Aplikasi PGPR	3.25 abc	14.09	52.98
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	5.13 c	20.50	53.50
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	4.63 bc	14.49	53.36
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	3.00 abc	13.92	52.45

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT pada taraf 5%

Berdasarkan hasil analisis ragam pada rerata produksi biji tanaman kacang panjang, diketahui bahwa pupuk organik dan PGPR memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil jumlah biji (Tabel 17), tetapi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada bobot kering biji (Tabel 18) dan bobot kering 10 biji (Tabel 19). Data hasil penelitian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa jumlah biji pada tanaman dengan perlakuan tanpa aplikasi pupuk dan PGPR memiliki hasil yang berbeda nyata dengan tanaman yang menggunakan perlakuan aplikasi PGPR dengan pupuk kompos dan aplikasi PGPR dengan pupuk kandang, namun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 7.. Rerata produksi biji tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV

Perlakuan	Rerata Jumlah Biji	Rerata Bobot Kering Biji (gr)	Rerata Bobot Kering 10 Biji (gr)
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	19.25 a	1.75	0.96
Aplikasi Pupuk Kompos	22.50 ab	2.25	1.04
Aplikasi Pupuk Kandang	27.00 ab	2.25	1.05
Aplikasi Pupuk Campuran	28.25 ab	2.63	1.07
Aplikasi PGPR	38.88 abc	3.50	1.11
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	51.75 c	6.38	1.34
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	41.38 bc	4.00	1.30
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	34.25 abc	2.75	1.08

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT pada taraf 5%

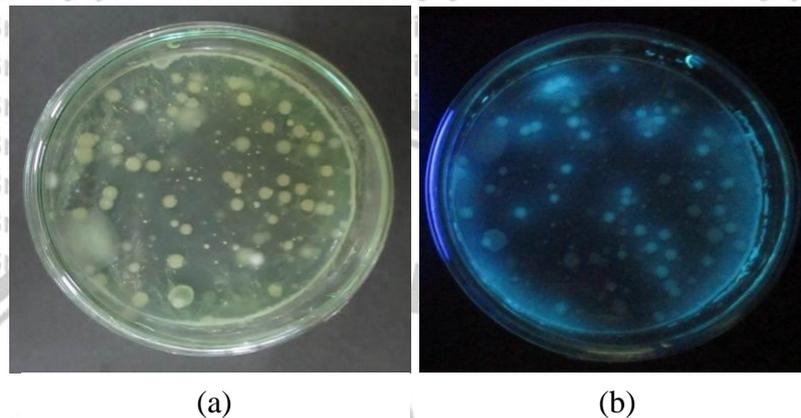
Hasil produksi tanaman kacang panjang yang telah diamati menunjukkan bahwa tanaman yang menggunakan aplikasi kombinasi PGPR dan pupuk kompos memiliki jumlah polong dan biji yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tanpa menggunakan aplikasi PGPR. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan pupuk kompos yang mudah diserap tanaman, karena pupuk kompos memiliki kandungan CN rasio (12-13) yang mendekati dengan CN rasio tanah (10-12) (Setyorini *et al.*, 2006). Selain itu, PGPR memiliki peran sebagai biofertilizer, yaitu membantu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Salah satunya dengan melarutkan unsur P yang terikat di dalam tanah (Tenuta, 2006; Cattelan *et al.*, 1999; Kloepper, 1993 dalam Husein *et al.*, 2006). Unsur P berpengaruh terhadap pembelahan sel, pembungaan, pembuahan serta kekebalan tanaman terhadap penyakit tertentu (Buckman dan Brady, 1960). Dengan demikian, penggunaan PGPR akan semakin mempercepat pelarutan unsur P yang terkandung di dalam pupuk kompos dan menyebabkan unsur P lebih cepat terserap oleh tanaman, sehingga ketahanan tanaman terhadap serangan virus lebih terjaga dan juga dapat meningkatkan produksi jumlah polong dan biji pada tanaman kacang panjang.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot polong, jumlah polong, bobot biji kering dan bobot kering 10 biji. Hal tersebut disebabkan oleh adanya serangan virus CABMV yang telah menyebar dalam jaringan tanaman dan mengganggu metabolisme tanaman. Bos (1983) menyatakan bahwa infeksi virus pada tanaman dapat menurunkan laju fotosintesis dengan mengurangi kandungan klorofil, sehingga menurunkan hasil fotosintat dan menyebabkan penurunan produksi tanaman.

Pengamatan Populasi Bakteri

Berdasarkan hasil pengamatan, populasi bakteri *P. fluorescens* yang diamati menunjukkan ciri berwarna hijau kekuningan dan berpendar saat terkena sinar UV. Menurut Chasanah (2007) *P. fluorescens* memproduksi dan menyekresikan zat pigmen berwarna hijau kekuningan, fluoresen, dan larut air. Zat ini

mempunyai afinitas terhadap Fe dan berfungsi sebagai agens transport Fe (Siderofor) (Leong *et al.*, 1991). Supriadi (2006) menambahkan bahwa ciri khas yang ada pada *P. fluorescens* adalah kemampuannya menghasilkan pigmen pyoverdin dan atau fenazin pada media King's B sehingga terlihat berpijar bila terkena sinar UV.



Gambar 4. Hasil Pengamatan Populasi Bakteri *P. fluorescens*
(a) Populasi bakteri tanpa sinar UV, (b) Populasi bakteri di bawah sinar UV

Tabel 8. Populasi bakteri pada tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV

Jenis Perlakuan	Populasi Bakteri
Tanpa Aplikasi Pupuk Dan PGPR	-
Aplikasi Pupuk Kompos	-
Aplikasi Pupuk Kandang	-
Aplikasi Pupuk Campuran	-
Aplikasi PGPR	6×10^6 CFU/ml
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kompos	11×10^4 CFU/ml
Aplikasi PGPR dan Pupuk Kandang	3×10^4 CFU/ml
Aplikasi PGPR dan Pupuk Campuran	1×10^4 CFU/ml

Hasil pengamatan populasi bakteri menunjukkan bahwa aplikasi pupuk dan PGPR dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi bakteri PGPR. Dari data pada Tabel 8, diketahui bahwa populasi bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan aplikasi PGPR tanpa pupuk organik, yaitu terdapat 6×10^6 CFU/ml populasi bakteri. Sedangkan populasi terendah terdapat pada perlakuan aplikasi PGPR dan campuran pupuk kompos dan pupuk kandang, yaitu 1×10^4 CFU/ml. Tingginya Populasi bakteri yang terdapat pada perlakuan aplikasi PGPR disebabkan oleh

tidak adanya faktor yang menjadi penghambat perkembangan populasi bakteri di sekitar perakaran tanaman, selain itu nutrisi yang dibutuhkan bakteri PGPR untuk tumbuh dan berkembang telah tercukupi, sehingga mengakibatkan bakteri dapat berkembang dengan baik.

Aplikasi bakteri PGPR pada tanaman yang diberi pupuk kompos menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan aplikasi pupuk lainnya.

Hal tersebut dapat disebabkan oleh tingkat pH yang ada pada pupuk kompos optimum untuk perkembangan bakteri PGPR (*P. fluorescens*) yaitu 6,9 (Prasetya, 2005). Menurut Arwiyanto *et al.* (2007) pH optimum untuk pertumbuhan bakteri *P. fluorescens* adalah antara 6 – 7. Sedangkan pH yang terkandung didalam pupuk kandang sapi lebih tinggi yaitu 7,9 (Adijaya dan Yasa, 2014), sehingga menyebabkan bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik.

Pembahasan Umum

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa penggunaan PGPR dan pupuk organik dapat mempengaruhi ketahanan tanaman kacang panjang terhadap serangan virus CABMV. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tanaman kacang panjang dengan perlakuan aplikasi PGPR dan pupuk organik memiliki masa inkubasi yang lebih panjang dan menunjukkan tingkat intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kacang panjang yang menggunakan perlakuan tanpa aplikasi PGPR dan pupuk organik.

Panjang masa inkubasi virus pada suatu tanaman berkaitan dengan tingkat intensitas serangan virus pada tanaman tersebut. Pendeknya masa inkubasi dari virus CABMV menunjukkan bahwa virus tersebut memiliki tingkat virulensi yang tinggi dan tanaman yang terserang virus tersebut memiliki tingkat ketahanan yang rendah sehingga rentan terinfeksi virus dan berdampak pada tingginya intensitas serangan virus pada tanaman tersebut. Oka (1993) menyatakan bahwa berat ringannya serangan penyakit ditentukan oleh virulensi patogen, ketahanan inang dan pengaruh faktor-faktor lingkungan, sehingga semakin virulen spesies patogen, semakin rentan tanaman inang, maka penyakit yang terjadi akan semakin berat.

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa ketahanan tanaman terhadap serangan virus

CABMV pada tanaman uji disebabkan oleh adanya penggunaan PGPR dan pupuk organik yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman kacang panjang terhadap infeksi virus CABMV. Chasanah (2007) menyatakan bahwa mekanisme yang dilakukan PGPR sebagai agen pengendali hayati dalam mengendalikan patogen yaitu dengan meningkatkan ketahanan induksi sistemik tanaman atau *Induced Systemic Resistance* (ISR). ISR merupakan suatu kondisi adanya peningkatan kemampuan pertahanan tanaman secara sistemik yang distimulasi secara khusus, dan akan menimbulkan aktifnya mekanisme resistensi laten yang diekspresikan jika terjadi infeksi patogen (Kuc, 1995). Selain PGPR, dalam upaya meningkatkan ketahanan tanaman kacang panjang terhadap serangan CABMV, dilakukan juga kegiatan pemupukan yang berfungsi sebagai penyedia zat hara untuk tanaman dan membantu aktivitas pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah. Dengan begitu kegiatan pemupukan akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan bakteri PGPR di sekitar perakaran tanaman. Rahayuniati *et al.* (2010) menambahkan bahwa tingginya populasi bakteri *P. fluorescens* diduga karena beberapa sifat atau kemampuan bakteri yang mendukung kehidupannya, sehingga bakteri *P. fluorescens* mampu mempertahankan diri pada rhizosfer, mampu meningkatkan populasinya, menghambat senyawa penghambat patogen dan mampu mengpopulasi akar tanaman.

Bos (1994) dalam Udin (2008) mengungkapkan bahwa infeksi virus berpengaruh terhadap tanaman karena terganggunya fungsi fisiologis tanaman, gejala yang sering terjadi adalah adanya reduksi (penurunan) pada pertumbuhan tanaman dan dapat mengakibatkan tanaman tidak menghasilkan sama sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan PGPR dan pupuk organik, ketahanan tanaman terhadap virus CABMV dapat ditingkatkan dan menyebabkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kacang panjang dapat ditingkatkan meskipun telah terinfeksi virus CABMV. Tanaman kacang panjang yang menggunakan aplikasi PGPR dan pupuk organik memiliki jumlah daun, jumlah polong dan jumlah biji yang tinggi. Tingginya jumlah daun akan mempengaruhi proses fotosintesis suatu tanaman dan akan berpengaruh terhadap hasil produksi tanaman. Tanaman kacang panjang dengan jumlah daun yang tinggi akan

menyebabkan proses fotosintesis berlangsung lebih baik sehingga menyebabkan semakin tingginya hasil produksi panen pada tanaman kacang panjang. Goldsworthy dan Fisher (1996) menambahkan bahwa pertambahan jumlah daun mengakibatkan luas daun tanaman meningkat, yang pada akhirnya mengakibatkan peningkatan indeks luas daun (ILD) dan menyebabkan kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis meningkat.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pertumbuhan populasi bakteri PGPR tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan aplikasi PGPR tanpa pupuk. Pemberian pupuk organik tidak dapat meningkatkan pertumbuhan populasi bakteri PGPR.
2. Perlakuan aplikasi PGPR secara tunggal maupun kombinasi dengan pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk campuran efektif memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas serangan CABMV.
3. Perlakuan aplikasi PGPR dengan pupuk kompos efektif meningkatkan jumlah daun, jumlah polong dan jumlah biji tanaman kacang panjang.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam skala lapang untuk mengetahui kemampuan PGPR dalam lingkungan yang lebih luas dan untuk mengetahui lebih spesifik penyebab pertumbuhan bakteri PGPR di dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan Edisi III. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Adijaya, I.N., dan I.M.R. Yasa. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan Dan Hasil Jagung. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali. Denpasar.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. Hal 713.
- Anonymous. 2016. Teknik Isolasi Bakteri. <http://15desember2011.blogspot.com/2012/10/definisi-prinsip-kelebihan-dan.html>. Diakses pada 6 Desember 2016.
- Anonymous. 2017a. Gambar Bakteri *Pseudomonas fluorescent*. http://atlas.sund.ku.dk/microatlas/veterinary/pheno_tests/Kings_B_Agar/. Diunduh 11 Maret 2017.
- Anonymous. 2017b. Gambar Bakteri *Pseudomonas fluorescent* Menggunakan Sinar UV. <http://www.gbif.org/species/113171756>. Diunduh 11 Maret 2017.
- Anonymous. 2017c. Gambar Gejala CABMV. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/15649>. Diunduh pada 2 April 2017.
- Arwiyanto, T., Y.M.S. Maryudani, dan N.N. Azizah. 2007. Sifat-Sifat Fenotipik *Pseudomonas fluoresen*, Agensia Pengendalian Hayati Penyakit Lincat Pada Tembakau Temanggung. Jurnal Biodiversitas. Vol 8 (2) : 147-151.
- Ashrafuzzaman, M., F.A. Hossen, M.R. Ismail, M.A. Hoque, M.Z. Islam, S.M. Shahidullah and S. Meon. 2009. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for the Enhancement of Rice Growth. African Journal of Biotcehnology Vol. 8 (7), p.1247-1252.
- Bos, L. 1983. Introduction to Plant Virology. Center for Agriculture Publishing and Documentation. Wageningen. pp 225.
- Bos, L. 1990. Pengantar Virologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 226.
- Bradbury, J.F. 1986. Guide to Plant Pathogenic Bacteria. CAB International Mycological Institute. Ferry Lane, Kew Surrey, England. 329 pp.
- Brown, J. 1980. Plant Protection. Press Atching Pty Ltd. Melbourne. Pp 158.
- Buckman, H. N., dan N. C. Brady, 1960. The Nature and Properties of Soils. Sixth Edition. The Macmilian Company. New York. 567 hal.

Chasanah, U. 2007. Pemanfaatan Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (RPPT) Untuk Menginduksi Resistensi Sistemik Mentimun Terhadap *Zucchini Yellow Mosaic Potyvirus* (ZYMV). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Deptan, 2016. Hasil Produksi Kacang Panjang Di Indonesia. https://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/hasil_ind.asp.

Farhad, I.S.M., M.N. Islam, S. Hoque, dan M.S.I. Bhuiyan. 2010. Role of potassium and sulphur on the growth, yield, and oil content of soybean (*Glycine max* L.). *Ac. J. Plant Sci.* 3 (2): 99-103

Goldsworthy, P.R. dan N.M. Fisher. 1996. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Penerjemah: Tohari. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hadiastono, T. 1998. Virologi Tumbuhan Dasar. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. Hal 74.

Hakim, N., Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Hal. 128-142.

Hapsari, D.H. 2008. Evaluasi Ketahanan Lima Seri Persilangan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) Terhadap Hama Aphis Craccivora Koch. Dan CABMV (*Cowpea Aphid-borne Mosaic Virus*). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Haryanto, E., T. Suhartini, E. Rahayu, 2003. *Budidaya Kacang Panjang*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Haryanto, E., T. Suhartini, E. Rahayu. 2005. *Budidaya Kacang Panjang*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley dan S.T. Williams, 1994. Gram negative aerobic microaerophili rods and cocci. Group 4, In: "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9th ed.", pp: 93-153. Williams & Wilkins, Baltimore, USA. 217-549 p.

Husein, E., R. Saraswati, dan R.D. Hastuti. 2006. Rhizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. 191-209. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada 10 Desember 2014.

Iwakki, M., M. Roechan dan D.M. Tatera. 1975. Virus Disease of Legume Plants In Indonesia : Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus. Contribution Central Research Institute For Agriculture. Bogor. Hal 12.

Karismayanti, I.G.A. 2016. Pengaruh waktu inokulasi terhadap laju infeksi penyakit bean common mosaic virus (BCMV) pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). Skripsi. Universitas Udayana. Denpasar.

Kloepper, J. W. and M. N. Schroth. 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Radishes In: *Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*. Vol. 2. Station de Pathologie Vegetale et de Phytobacteriologie, INRA, Angers, France, pp.879-882.

Kuc J. 1995. Induced Systemic Resistance-An Overview. Di dalam: Hammerschmidt R, Kuc J, editor. *Induced Resistance to Disease in Plants*. Dordrecht: Kluwer. hlm 169-175.

Kuswanto, A. Kasno, L. Soetopo, T. Hadiastono. 2005. Perakitan Varietas Tanaman Kacang Panjang Paling Tahan *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) Dan Berdaya Hasil Tinggi. Laporan Penelitian. Universitas Brawijaya. Malang.

Kuswanto, L., Soetopo, T., Hadiastono dan A. Kasno. 2004. Perbaikan Ketahanan Genetik Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) Terhadap CABMV Dengan Metode Backcross. Publikasi Penelitian Hibah Bersaing XI/2. Universitas Brawijaya. Malang.

Laviso, Conti. M., and Bock, K.R. 1974. Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV) Descriptions of Plant Viruses. CMA/AAB. pp 134.

Leong, J., W. Bitter, M. Koster, J.D. Marugg, and P.J. Weisbeek. 1991. Genetics Of Iron Transport In Plant Growth Promoting *Pseudomonas putida* WCS358. Di Dalam: Kleister DL, Cergan PB, editor. *The Rhizosphere and Plant Growth*. Dordrech: Kluwer. hlm 271-278.

Lii, H.M. 1990. Budidaya Kedelai Secara Intensif. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Daerah Propinsi Jawa Timur. Surabaya.

Lubis, A.M., A.G. Amrah, M.A. Pulung, M.Y. Nyakpa dan N. Hakim. 1986. Pupuk dan Pemupukan. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UISU. 232 p.

Matthew, R.E.F. 1981. *Plant Virology*. Academic Press. New York. pp 365.

Maurhofer, M., C. Hase, P. Meuwly, J.P. Mettraux, and G. Defago. 1994. Introduction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrotis virus by root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO: influence of the *gacA* gene and of pyoverdine production. *Phytopathology*. 84: 139-146.

Natasya, A.Y., M. Martosudiro, dan T. Hadiastono. 2014. Pengaruh pemberian Tingkat Dosis Pupuk KCl Terhadap Infeksi TUMV (*Turnip Mosaic Virus*) Pada Tanaman Sawi (*Brassicajuncea* L.). *J. HPT*. Vol. 2 (1): 38

Oka, I.N. 1993. Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 92 hlm.

- Prasetya, B. 2005. Pengkomposan Di Kampus Universitas Brawijaya. Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Tanah Universitas Brawijaya. Malang.
- Rahayuniati, R.F., E. Mugiastuti, dan L. Soesanto. 2010. Potensi Biopestisida Berbasis *Pseudomonas fluorescens* P60 Dalam Formula Pupuk Kandang Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Tomat. Seminar Nasional Pengelolaan OPT Ramah Lingkungan. Purwokerto.
- Rai, M.K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizer. FoodProduction Press. New York.
- Razali. 2002. Pengomposan dan Pengaruh Pemberian Kompos, Pupuk Biologi Serta Amandemen Terhadap Pertumbuhan, Ketersediaan Serta Serapan Hara Tanaman Kacang panjang Pada Tanah Ultisol Langkat. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rukmana, R. 1995. Bertanam Kacang Panjang. Kanisius. Yogyakarta. P. 15-17.
- Semangun, H. 1996. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hal 83.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. Hal. 20 dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada 10 Desember 2014.
- Sinaga, N.E. 2013. Keefektifan Berbagai Formulasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dan Bakteri Endofit Terhadap Penyakit Layu Bakteri Yang Disebabkan Oleh *Ralstonia solanacearum* Pada Tomat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Smith, K. M. 1972. A Textbook Of Plant Virus Diseases. Longman Group Limited. London. 214 Pp.
- Subba Rao, N.S. 1994. Soil Microorganism and Plant Growth. Oxford and IBH Publishing Co. London. 353 pp.
- Sulyo, Y. 1984. Pengaruh Perbedaan Waktu Inokulasi CAMV terhadap Hasil Kacang Panjang. *Buletin Penelitian Hortikultura* XI, 11-15.
- Supriadi. 2006. Analisis Risiko Agens Hayati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(3) : 77-79.
- Suriadikarta, D.A., dan R.D.M. Simanungkalit. 2006. Pendahuluan. Hal. 20 dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada 10 Desember 2014.
- Tanaiyo, R. 2014. Pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) melalui pemberian dosis pupuk kandang sapi dan pupuk

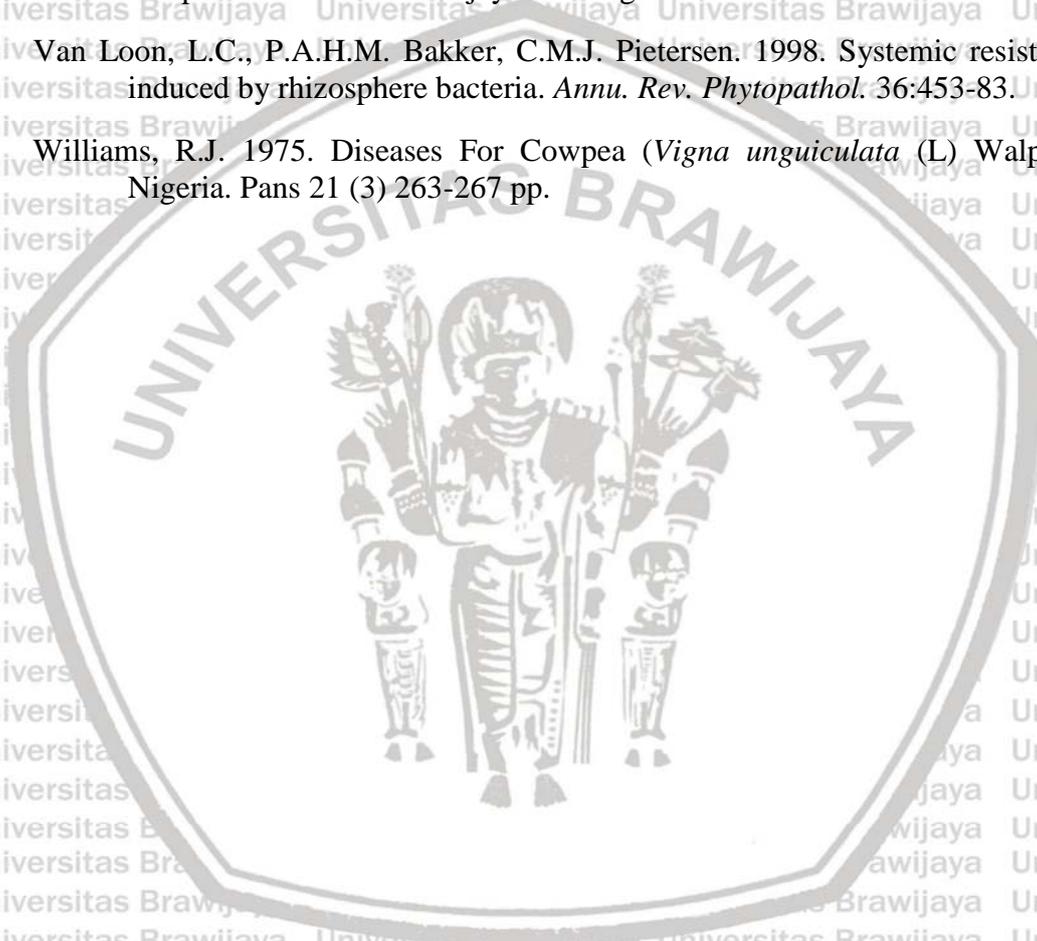
organik cair yang berbeda. Jurnal. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.

Tuzun, S. and J.W. Kloepper. 1995. Practical Application And Implementation Of Induced Resistance. Di Dalam: Hammerschmidt R, Kuc J, Editor. Induced Resistance To Disease In Plants. Dordrecht: Kluwer. hlm 152-168.

Udin, L.M.A. 2008. Studi Infeksi Tunggal Dan Ganda *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) dan *Cowpea Mild Mottle Virus* (CMMV) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* var. *sesquipedalis* L. Fruwirth). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Van Loon, L.C., P.A.H.M. Bakker, C.M.J. Pietersen. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36:453-83.

Williams, R.J. 1975. Diseases For Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) In Nigeria. Pans 21 (3) 263-267 pp.



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang penting bagi penduduk Indonesia. Umumnya kacang panjang dikonsumsi dalam bentuk segar atau olahan sayur. Menurut Haryanto (2003), sebagai sayuran dan sumber protein nabati, kandungan yang terdapat dalam biji kacang panjang antara lain 70,00% karbohidrat, 17,30% protein, 1,50% lemak dan 12,20% air. Selain itu kacang panjang berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah karena di perakaran kacang panjang terdapat bakteri *Rhizobium* sp. yang terdapat di dalam bintil-bintil akar dan berperan sebagai penambat nitrogen bebas dari udara kemudian mengubahnya menjadi bahan yang dibutuhkan tanaman. Berdasarkan data statistik pada tahun 2010 hingga tahun 2014, produksi nasional kacang panjang mengalami penurunan sebanyak 38.740 ton (Deptan, 2016). Sebagai sumber protein nabati yang aman bagi kesehatan dan baik untuk pertanian, perlu dilakukan peningkatan produktivitas lebih lanjut agar kacang panjang tidak mengalami penurunan produksi yang lebih jauh.

Penyakit penting yang berpengaruh terhadap penurunan produksi kacang panjang adalah penyakit mosaik yang disebabkan oleh *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV). Infeksi CABMV pada awal pertumbuhan tanaman dapat mengakibatkan dampak negatif pada fase generatif tanaman yaitu adanya penurunan jumlah polong dan biji pertanaman sebesar 91,39% dan 91,82% (Sulyo, 1984). Sejauh ini pengendalian yang telah dilakukan oleh petani adalah dengan aplikasi pestisida untuk mengurangi serangan vektor *Aphis craccivora* Koch yang merupakan vektor dari CABMV, namun hal tersebut dinilai kurang cukup menutupi jumlah kehilangan produksi dan menyebabkan dampak yang buruk bagi lingkungan yaitu adanya peningkatan resistensi patogen (Kuswanto *et al.*, 2005). Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengendalian patogen yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan ketahanan induksi sistemik atau *Induced Systemic Resistance* (ISR).

Teknik pengendalian penyakit dengan peningkatan ketahanan tanaman secara sistemik dapat dilakukan melalui aplikasi agens penginduksi berupa mikroba patogen maupun non patogen, metabolit yang dihasilkan oleh mikroba,

material tanaman, dan bahan kimia organik maupun anorganik (Chasanah, 2007).

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan mikroba non patogen memiliki kemampuan dalam menginduksi ketahanan tanaman. PGPR merupakan bakteri yang memiliki kemampuan dalam mengkoloni perakaran tanaman dan mendukung pertumbuhan tanaman (Kloepper and Schroth, 1978). Menurut Rai (2006), PGPR berperan sebagai biofertilizer, yaitu PGPR mempercepat tanaman dalam proses penyerapan unsur hara, sebagai biostimulan, yaitu PGPR dapat memacu produksi fitohormon, dan sebagai bioprotektan, yaitu PGPR melindungi tanaman dari serangan patogen.

Selain menggunakan ketahanan tanaman terinduksi, dalam tindakan pencegahan infeksi CABMV dapat dilakukan dengan manajemen kesehatan tanaman, yaitu menjaga agar tanaman selalu tetap sehat, misalnya dengan pemupukan berimbang. Kegiatan pemupukan ini dilakukan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman di dalam tanah dengan cara pemberian bahan organik yang berupa sisa-sisa tumbuhan maupun hewan misalnya pupuk kompos dan pupuk kandang (Razali, 2002). Selain itu, kegiatan pemupukan dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme di dalam tanah yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah bakteri rhizobium. Subba Rao (1994) menyatakan bahwa karbon yang terkandung di dalam pupuk kandang dapat digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dan penyusun tubuhnya, sehingga mampu meningkatkan populasi dan aktivitas bakteri di dalam tanah.

Dari hal tersebut, perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui dampak pemberian pupuk kandang dan pupuk kompos terhadap pertumbuhan PGPR dalam mengurangi intensitas serangan CABMV dan meningkatkan produksi tanaman kacang panjang.

Rumusan Masalah

1. Apakah pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang pada tanaman kacang panjang dapat meningkatkan pertumbuhan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)?

2. Apakah penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang pada tanaman kacang panjang dapat mengurangi intensitas serangan CABMV (*Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus*).
3. Apakah pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang serta PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada tanaman kacang panjang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).
2. Mengetahui pengaruh penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang terhadap intensitas serangan CABMV (*Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus*) pada tanaman kacang panjang.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang.

Hipotesis

1. Pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).
2. Penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang dapat mengurangi intensitas serangan CABMV (*Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus*) pada tanaman kacang panjang.

3. Penggunaan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan pemberian pupuk kompos, pupuk kandang, campuran pupuk kompos dan pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu menyediakan informasi tentang pengendalian CABMV (*Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus*) melalui penggunaan PGPR, pupuk kompos dan pupuk kandang.



PENGARUH APLIKASI *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) PADA TANAMAN KACANG PANJANG (*Vigna sinensis* L.)

Oleh
FARIZKA RACHMANI ISNAN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2017



PENGARUH APLIKASI *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) PADA TANAMAN KACANG PANJANG (*Vigna sinensis* L.)

OLEH

FARIZKA RACHMANI ISNAN

105040201111037

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG**

2017

PERNYATAAN

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



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Malang, Juli 2017

Farizka Rachmani Isnani

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Pupuk Organik Terhadap *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.).

Nama : Farizka Rachmani Isnan

NIM : 105040201111037

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Luqman Qurata Aini, SP., MP., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 19521028 197903 1 003

Luqman Qurata Aini, SP., MP., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Hagus Tarno, SP., MP., Dr., Agr., Sc.
NIP. 19770810 200212 1 003

Tanggal Lulus :



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Skripsi Ini Kupersembahkan Untuk

Kedua Orang Tuaku

Dan

Orang-orang Yang Selalu Ada Untukku



RINGKASAN

Farizka Rachmani Isnani, 105040201111037. Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dan Pupuk Organik Terhadap *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). Di Bawah Bimbingan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. dan Luqman Qurata Aini, SP., MP., Ph.D.

Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang penting bagi penduduk Indonesia. Penyakit penting yang dapat menurunkan produksi kacang panjang adalah *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV). Infeksi CABMV pada awal pertumbuhan dapat menurunkan jumlah polong dan biji pertanaman sebesar 91,39% dan 91,82%. Salah satu teknik pengendalian untuk menekan serangan virus CABMV adalah dengan menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR berperan sebagai biofertilizer (mempercepat tanaman dalam proses penyerapan unsur hara), biostimulan (memacu produksi fitohormon) dan bioprotektan (melindungi tanaman dari serangan patogen. Selain itu, tindakan pengendalian lain yang dapat diterapkan adalah dengan manajemen kesehatan tanaman, yaitu dengan pemupukan. Pemupukan dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme di dalam tanah yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah bakteri rhizobium.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak pemberian pupuk kandang, pupuk kompos dan campuran pupuk kompos dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan bakteri PGPR dalam mengurangi intensitas serangan CABMV dan meningkatkan produksi tanaman kacang panjang. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca (*Sreenhouse*) Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Malang dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan dilakukan pada bulan Pebruari - April 2016. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 8 perlakuan, yaitu tanpa aplikasi pupuk dan PGPR, aplikasi pupuk kompos, aplikasi pupuk kandang, aplikasi campuran pupuk kompos dan pupuk kandang, aplikasi PGPR, aplikasi PGPR dan pupuk kompos, aplikasi PGPR dan pupuk kandang, aplikasi PGPR dan campuran pupuk kompos dan pupuk kandang. Masing-masing perlakuan diulang empat (4) kali. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji F pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dapat memperpanjang masa inkubasi dan menekan intensitas serangan CABMV. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kombinasi PGPR dan pupuk kompos dapat meningkatkan jumlah daun, jumlah polong dan jumlah biji. Kemudian pada hasil pengamatan populasi bakteri PGPR menunjukkan bahwa populasi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan aplikasi PGPR.

SUMMARY

Farizka Rachmani Isnan. 105040201111037. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) And Organic Fertilizer Application Against Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV) In Long Beans (*Vigna sinensis* L.). Supervised by Ir. Mintarto Martosudiro, MS. and Luqman Qurata Aini, SP., MP., Ph.D.

Long beans (*Vigna sinensis* L.) is one of the important vegetable commodities for Indonesians. The important disease that can reduce long bean production is Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus (CABMV). CABMV infection in the beginning of plant's growth decrease plant's pods and seeds by 91.39% and 91.82%. One of the control techniques to suppress the CABMV attack is by using Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). PGPR has a role as biofertilizer (accelerates the plant's nutrient absorption process), biostimulan (spur fitohormon production) and bioprotektan (protecting plants from pathogens). Another actions that can be applied is using plant health management, such as fertilization. Fertilization can affect the life of microorganisms in the soil that has an important role in plant growth, such as rhizobium bacteria.

The purpose of this research are to determine the effect of manure, compost and mixture of compost and manure application on PGPR's bacteria growth in order to reduce the intensity of CABMV attack and increase the production of long bean plants. The research was conducted in Sreenhouse of Malang Agricultural Extension College and Plant Disease Laboratory, Plant Pest and Disease Department, Agriculture Faculty of Brawijaya University Malang and conducted in February - April 2016. This research used complete randomized design with 8 treatments, that are without fertilizer and PGPR application, application of compost, application of manure, application of mixture of compost and manure, application of PGPR, application of PGPR and compost, application of PGPR and manure, application of PGPR and mixture of compost and manure. Each treatment was repeated four (4) times. Data of this research were analyzed using F test at 5% level. If there is a real influence then proceed with BNT test.

The results of this research showed that the application of PGPR can extend the incubation period and suppress the intensity of CABMV attack. Based on results of the research showed that combination of PGPR and compost increase the number of leaves, pods and seeds. The observation of PGPR bacteria population showed that the highest population was shown by application of PGPR treatment.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah serta rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dan Pupuk Organik Terhadap *Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus* (CABMV) Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.)”**.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. sebagai Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis.
2. Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. Dan Luqman Qurata Aini, SP., MP., Ph.D., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan, serta bimbingan kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. dan Hagus Tarno, SP., MP., Dr., Agr., Sc., selaku dosen penguji, atas nasihat, arahan, serta bimbingan kepada penulis.
4. Kedua orang tua, Bapak M. Aji Isnain dan Ibu Sulistiyah yang selalu memberikan doa, kasih sayang, kesabaran, dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Saudara penulis, Mas M. Faisal Rachman, Mbak Naila Damayanti, Mbak Farisa R. Isnain dan Mas Anton Prasetyo yang selalu mendukung dan memberikan doa.
6. Teman teman yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan semangat, Fitri, Septi, HIMATAP, Nana, Dina, Mbak Tety, Mbak April, Keluarga besar Kav. 9 dan C.22, serta semua teman baik yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
7. Rekan-rekan HPT yang telah memberikan dukungan dalam pemenuhan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan bagi semua pihak.

Malang, Juli 2017

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 16 Oktober 1991 sebagai putri ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak M. Aji Isnan dan Ibu Sulistiyah.

Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Kalipadang pada tahun 1998 sampai dengan tahun 2004. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Balongpanggang pada tahun 2004 dan lulus pada tahun 2007. Setelah itu penulis meneruskan studi di SMAN 1 Puri Mojokerto pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun 2010, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur PSB dan pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Minat Perlindungan Tanaman.

Penulis juga aktif dalam kepanitiaan RANTAI (Rangkaian Orientasi Program Studi Agroekoteknologi) pada tahun 2011 dan 2012, kemudian kepanitiaan PROTEKSI (Pendidikan Dasar Orientasi Terpadu dan Keprofesian) pada tahun 2013.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	8
KATA PENGANTAR.....	9
RIWAYAT HIDUP.....	10
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR GAMBAR.....	14
DAFTAR LAMPIRAN.....	15
I. PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
Morfologi dan Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Panjang.....	Error! Bookmark not defined.
Karakteristik <i>Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i>	Error! Bookmark not defined.
Mekanisme PGPR Dalam Mengendalikan Patogen.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Error! Bookmark not defined.
Peranan Bahan Organik.....	Error! Bookmark not defined.
Mekanisme Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen.....	Error! Bookmark not defined.
III. METODOLOGI.....	Error! Bookmark not defined.
Tempat dan Waktu.....	Error! Bookmark not defined.
Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Persiapan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Pelaksanaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Variabel Pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
Masa Inkubasi dan Gejala Serangan.....	Error! Bookmark not defined.
Intensitas Penyakit.....	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan PGPR Dan Inokulasi CABMV Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang.....	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan PGPR Dan Inokulasi CABMV Terhadap Produksi Tanaman Kacang Panjang.....	Error! Bookmark not defined.
Pengamatan Populasi Bakteri.....	Error! Bookmark not defined.
Pembahasan Umum.....	Error! Bookmark not defined.



V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

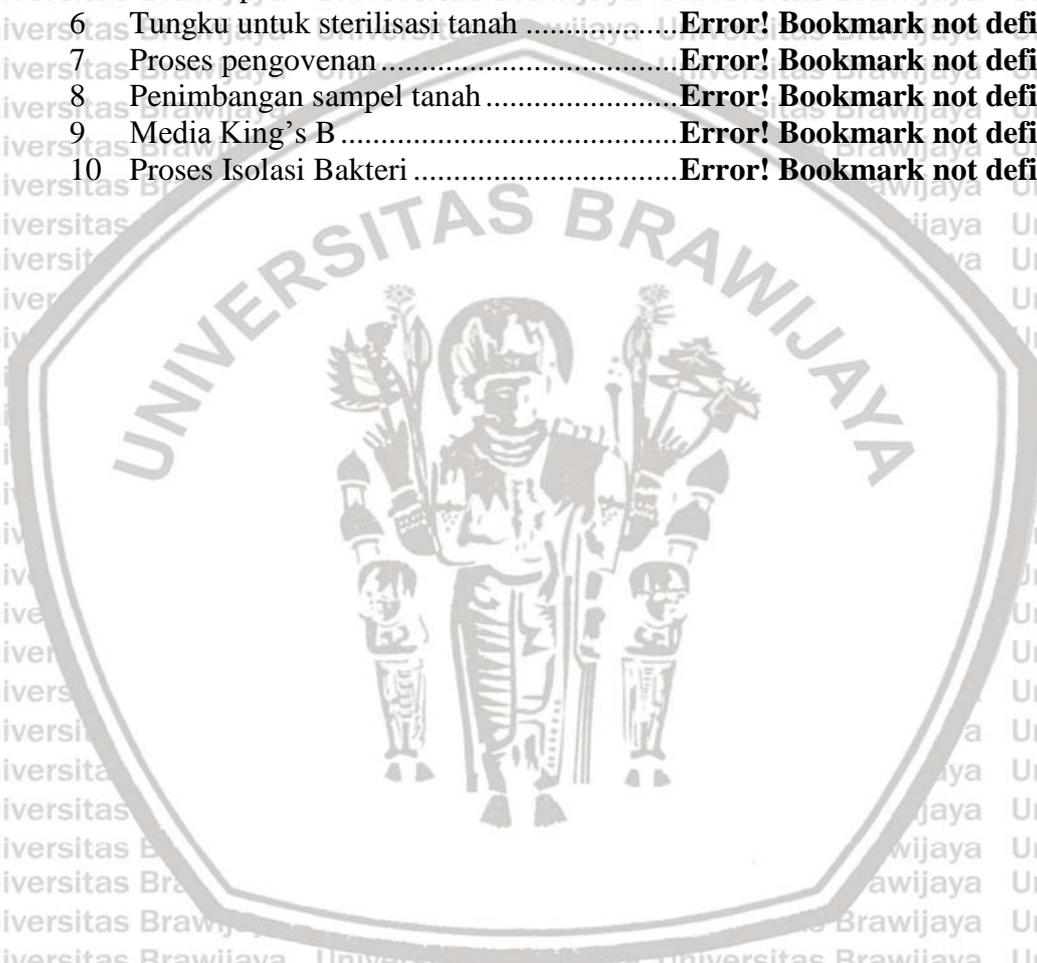


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Hal
1	Jenis perlakuan yang digunakan pada tanaman kacang panjang.....	Error!
	Bookmark not defined.	
2	Skala Kategori Serangan CABMV Pada Tanaman Kacang Panjang	Error! Bookmark not defined.
3	Rerata masa inkubasi terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR pada tanaman kacang panjang	Error! Bookmark not defined.
4	Intensitas penyakit CABMV pada berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR pada tanaman kacang panjang ..	Error! Bookmark not defined.
5	Rerata pertumbuhan tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV	Error! Bookmark not defined.
6	Rerata produksi polong tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV	Error! Bookmark not defined.
7	Rerata produksi biji tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV	Error! Bookmark not defined.
8	Populasi bakteri pada tanaman kacang panjang terhadap berbagai aplikasi pupuk organik dan PGPR dan inokulasi CABMV	Error! Bookmark not defined.
9	Tabel analisis ragam masa inkubasi	Error! Bookmark not defined.
10	Tabel analisis ragam Intensitas penyakit....	Error! Bookmark not defined.
11	Tabel analisis ragam tinggi tanaman.....	Error! Bookmark not defined.
12	Tabel analisis ragam jumlah daun	Error! Bookmark not defined.
13	Tabel analisis ragam bobot kering tanaman	Error! Bookmark not defined.
14	Tabel analisis ragam jumlah polong.....	Error! Bookmark not defined.
15	Tabel analisis ragam bobot polong.....	Error! Bookmark not defined.
16	Tabel analisis ragam panjang polong	Error! Bookmark not defined.
17	Tabel analisis ragam jumlah biji	Error! Bookmark not defined.
18	Tabel analisis ragam bobot kering biji	Error! Bookmark not defined.
19	Tabel analisis ragam bobot kering 10 biji ..	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Hal
1	Gejala Infeksi CABMV.....	Error! Bookmark not defined.
2	Populasi bakteri <i>P. fluorescent</i>	Error! Bookmark not defined.
3	Gejala CABMV pada tanaman uji	Error! Bookmark not defined.
4	Hasil Pengamatan Populasi Bakteri <i>P. fluorescens</i> ..	Error! Bookmark not defined.
5	Kondisi percobaan di rumah kaca.....	Error! Bookmark not defined.
6	Tungku untuk sterilisasi tanah	Error! Bookmark not defined.
7	Proses pengovenan	Error! Bookmark not defined.
8	Penimbangan sampel tanah.....	Error! Bookmark not defined.
9	Media King's B.....	Error! Bookmark not defined.
10	Proses Isolasi Bakteri	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Hal
1	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Per Polybag	Error! Bookmark not defined.
2	Tabel Analisis Ragam	Error! Bookmark not defined.
3	Dokumentasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

