



# ENFIT

Jurnal Entomologi dan Fitopatologi

www.unsrat.ac.id

## Pengendalian Penyakit Karat Putih (*Puccinia horiana*) dengan Menggunakan Bakteri Antagonis Pada Tanaman Krisan

Control of White Rust Disease (*Puccinia horiana*) using Antagonistic Bacteria on Chrysanthemum Plants

Karel F. Lala<sup>1)</sup> dan Max Tulung<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dinas Pertanian dan Peternakan Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara

<sup>2)</sup> Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsrat Manado

### ARTIKEL INFO

Keywords:

Control, *Puccinia horiana*, antagonistic bacteria

Diterima : November 2019

Disetujui : Desember 2019

Penulis Korespondensi :

Email: karel\_lala@yahoo.com

### ABSTRACT

The study aims to analyze the techniques of controlling white rust, *Puccinia horiana* by using antagonistic bacteria. The results showed that all antagonistic microbes tested for controlling white rust (*P. horiana*) showed good ability to suppress because all were significantly different from the control and *Pseudomonas fluorescens* was proven to be the most effective at suppressing the development of rust disease which was equivalent to the use of synthetic chlorotalonyl fungicides. Besides that, *P. fluorescens* application increases plant height growth and quality of chrysanthemum flower caused by the ability of the two microbes as Plant Growth Promoting Rhizobacteria

### PENDAHULUAN

Serangan penyakit karat putih (*Puccinia horiana* Henn.) dapat menurunkan kesegaran bunga krisan (*vase-life*) hingga kurang dari 5 hari. Padahal untuk bunga yang sehat tanpa cacat, kesegarannya dapat bertahan hingga 12 hari pada suhu ruangan (27–29°C).

Kehilangan hasil krisan akibat penyakit karat putih telah banyak dilaporkan oleh beberapa orang peneliti. Kehilangan hasil diperkirakan mencapai 30% karena penurunan nilai jual dan penundaan waktu panen (Suhardi 2009a). Pada serangan berat, penyakit karat putih dapat mengagalkan panen bunga. Di luar negeri, kehilangan hasil dapat mencapai 80% (Gore 2007). Sementara di New England, serangan *P.*

*horiana* menyebabkan kehilangan hasil 100% (Ellis 2007). Penyakit karat yang disebabkan oleh *P. horiana* merupakan salah satu penyakit yang merugikan dalam usaha budidaya krisan di tanah air.

Kerugian yang dapat ditimbulkan akibat infeksi penyakit ini dapat mencapai 100% terutama bila kondisi lingkungan optimal dan varietas yang digunakan bersifat rentan terhadap patogen. Seluruh negara produsen krisan di dunia telah menetapkan bahwa penyakit ini sangat menular dan penyebarannya dapat mengancam kelangsungan industri krisan, sehingga penyakit tersebut perlu ditangkal masuk ke suatu negara melalui karantina, karena itu berbagai negara pengimpor krisan menerapkan larangan masuk

bagi materi tanaman dari negara lain yang diindikasikan tercemar berat penyakit karat. Pelarangan distribusi materi tanaman antar pulau di dalam suatu negara juga diterapkan oleh berbagai negara, termasuk Indonesia untuk mencegah penyebaran penyakit karat dari daerah endemik ke daerah baru. Pemusnahan benih krisan dilakukan manakala materi tanaman impor terbukti membawa propagul penyakit karat putih. Tindakan pemusnahan tersebut dilakukan untuk mengurangi risiko masuknya propagul penyakit karat yang mengancam keberlanjutan usaha budidaya krisan di negara produsen (Suhardi 2009b).

Upaya pengendalian penyakit karat putih secara terpadu perlu mendapat prioritas penerapan dengan memperhatikan faktor ekonomi dan kelestarian lingkungan produksi. Dalam filosofi pengendalian secara terpadu, populasi organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dikelola pada tingkat yang tidak merugikan secara berkelanjutan. Di sisi lain untuk merakit komponen pengendalian secara terpadu diperlukan informasi tentang identifikasi, populasi dan epidemiologi agar mampu memberi efek penekanan insidensi OPT secara maksimal tanpa mengganggu keseimbangan ekosistem produksi tanaman dan meningkatkan efisiensi proses produksi melalui pengurangan penggunaan pestisida sintetik (Rademaker dan de Jong 1987).

#### **BAHAN DAN METODE**

Riset dilaksanakan pada bulan Juni hingga November 2015 di lapangan dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung dengan altitude 1100 m dpl dan jenis tanah andosol serta tipe iklim B menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson). Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

a. Bakteri antagonis (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Cladosporium*, *Trichoderma*

- sp), diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI) dan digunakan untuk mengendalikan karat daun.
- b. Fungisida Chorotalonyl, digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian.
- c. Screen House (rumah lindung), digunakan sebagai tempat pelaksanaan penelitian yang dilengkapi dengan sarana irigasi, lampu untuk menambah jumlah cahaya, dan *insect screen* untuk menghalang masuknya serangga ke dalam *screen house*.
- d. *Flower net* (jaring penyangga tanaman). *Flower net* (jaring penyangga tanaman) digunakan ukuran 10 x 10 cm dengan fungsi sebagai pengatur jarak tanam dan sebagai penyangga tanaman.
- e. Pupuk Kandang, Pupuk anorganik Urea, SP36, KCL, pupuk daun. Pupuk Kandang, Pupuk anorganik Urea, SP36, KCL, pupuk daun. digunakan untuk menambah kesuburan tanah, meningkatkan dan mempercepat proses pertumbuhan tanaman.
- f. Bibit tanaman krisan. Bibit tanaman krisan produksi Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI) digunakan sebagai inang untuk melihat perkembangan penyakit.
- g. Cangkul dan sekop. Cangkul dan sekop digunakan untuk mengolah tanah dan menggemburkan tanah.
- h. *Hand sprayer*. *Hand sprayer* digunakan sebagai sarana pengendalian.
- i. Insektisida dan Fungisida, digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit yang ada pada tanaman krisan.
- j. Alat tulis menulis, digunakan untuk mencatat semua hasil penelitian.
- k. Tripleks, digunakan sebagai kode / tanda untuk setiap perlakuan sehingga memudahkan dalam pengamatan.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok dengan

enam perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan tertinggi atas penggunaan agen pengendalian hayati terdiri atas larutan *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., kontrol positif berupa larutan fungisida chlorotalonyl dan kontrol air aquades. Aplikasi perlakuan dilakukan di kebun percobaan Balai Penelitian Tanaman Hias pada petak-petak berukuran masing-masing 1 m<sup>2</sup>. Larutan agen hayati dibuat dengan cara melarutkan biakan murni mikroba antagonis dengan mengencerkannya ke dalam air steril melalui perbandingan 1 : 9 v/v. Dari larutan standar tersebut dilakukan pengenceran berulang untuk mendapatkan kepekatan 10<sup>7</sup> spora/ml.

#### Penanaman Krisan

Lahan percobaan disiapkan dengan diberi pupuk kandang matang tiga puluh ton/ha dan selanjutnya disinfektan menggunakan basamid dengan dosis tujuh belas kg/ha selama tujuh sampai empat belas hari dilanjutkan dengan inkubasi selama satu sampai dua minggu. Kemudian dibuat bedengan dengan ukuran 1m x 1m. Pupuk dasar berupa NPK diberikan sehari sebelum tanam dengan dosis 300 kg/ha. Stek pucuk berakar ditanam dengan jarak 10 x 10 cm. Jarak antar ulangan 1 m. Populasi tanaman per plot adalah dua puluh stek. Tanaman dipelihara di bawah kondisi hari panjang sampai dua puluh delapan hari setelah tanam dengan cara memberikan penyinaran buatan selama empat jam pada pukul 18.00 sampai 22.00. Untuk menjaga pertumbuhan optimal, maka dilakukan pengendalian hama secara mekanik, penyiangan gulma, dan penyiraman.

#### Inokulasi

Inokulasi penyakit karat dilakukan secara alami dengan meletakkan tanaman krisan yang terinfeksi penyakit karat sebagai sumber inokulum di sekeliling dan di antara plot perlakuan. Untuk

mempercepat infeksi, dilakukan pelembaban udara dengan cara menyemprotkan air ke tanaman hingga ke daerah tajuk setiap hari.

Mikroorganisme antagonis diinfestasikan ke daun (disemprot) maupun ke tanah (disiram) dengan interval dua minggu sekali dengan dosis dua puluh cc per liter air untuk *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*, sedangkan untuk *Trichoderma* sp. dan *Cladosporium* seratus gr per lima liter air.

#### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati adalah masa inkubasi, insiden serangan *P. horiana*, intensitas serangan *P. horiana*, intensitas penyakit waktu panen, dan mutu bunga :

- Masa inkubasi (waktu awal gejala)
- Persentase tanaman terserang diamati tiap minggu sampai fase generatif, dihitung dengan rumus:  $P = a/b \times 100\%$   
P = persentase tanaman terserang; a = jumlah tanaman terserang; dan b = jumlah tanaman yang diamati.
- Intensitas gejala serangan diamati setiap minggu sampai fase generatif, dihitung dengan rumus :  $I = \sum n \times v/N \times V \times 100\%$   
dimana : I = intensitas gejala serangan, n = jumlah daun pada gejala serangan yang sama, v = nilai skala untuk setiap kategori gejala serangan, Z = nilai skala tertinggi dari kategori gejala serangan; dan N = jumlah daun yang diamati.
- Intensitas penyakit karat pada waktu panen bunga.
- Mutu bunga. Secara kualitas diamati persentase bunga mekar dengan kategori:  
1 = 75-100% bunga mekar tiap satu tanaman, 2 = 50-74% bunga mekar tiap satu tanaman, 3 = 25-49% bunga mekar tiap satu tanaman, dan 4 = 1-24% bunga mekar tiap 1 tanaman. Indeks penyakit ditentukan berdasarkan skala. Menurut Djatnika *et al.* (1994).

Tabel 3. Skala gejala penyakit karat (*Scale of rust disease symptom*)

Skala	Kerusakan		
0	111	211	311
1	122	222	322
2	132	232	332
3	133	233	333
4	143	243	343

Angka pertama menunjukkan posisi daun-daun krisan:

1 = daun-daun dari 1/3 bagian tanaman pada posisi bawah

2 = daun-daun dari 1/3 bagian tanaman pada posisi tengah

3 = daun - daun dari 1/3 bagian tanaman pada posisi atas angka kedua menunjukkan jumlah pustul pada daun

1 = tidak ada pustul; 2 = 1-25 pustul; 3 = 26-50 pustul dan 4 = ≥ 51 pustul.

Angka ketiga menunjukkan keadaan spora:

1 = belum membentuk spora

2 = spora tidak pecah

3 = spora pecah

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan beda nyata antara perlakuan diuji dengan Uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; minggu setelah tanam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangan penyakit karat pada tanaman yang diberi perlakuan larutan *Pseudomonas fluorescens* paling rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan serangan penyakit karat pada perlakuan lainnya. Pada satu minggu setelah tanam, serangan pada tanaman yang

mendapat perlakuan *P. fluorescens* hanya mencapai 1.67%. infeksi awal diduga berasal dari stek pucuk yang telah mengandung inoculum *P. horiana*. Data tentang persentase serangan penyakit karat dapat dilihat dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi berbagai jenis bakteri antagonis terhadap persentase daun terserang.

No	Perlakuan	Persentase daun terserang (%)				
		1 MST	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST
1	<i>P. fluorescens</i>	1.67 d	9.33 d	12.67 d	19.33 f	28,0 e*)
2	<i>Bacillus subtilis</i>	5.00 c	12.67 bcd	15.33 cd	26.00 e	31,67 e
3	<i>Cladosporium</i>	7.37 b	15.00 bc	30.33 b	59.67 b	68,67 b
4	<i>Trichoderma spp.</i>	3.67 d	16.33 b	29.67 c	42.33 c	50,33 c
5	<i>Chlorotalonyl</i>	2.67 de	10.67 cd	17.00 c	29.33 d	38,0 d
6	Kontrol	17.33 a	38.33 a	57.67 a	78.67 a	98.33 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; MST : minggu setelah tanam.

Pada periode berikutnya persentase serangan meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah daun sebagai substrat makanan. Pada akhir pengamatan persentase serangan penyakit karat mencapai nilai 28.0% atau termasuk kategori serangan rendah sampai moderat. Kemampuan *P. fluorescens* mengendalikan penyakit karat disebabkan karena bakteri ini merupakan salah satu bakteri antagonis yang telah menunjukkan kemampuannya di dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen

tular udara, baik in vitro, in planta, maupun in vivo. *P. fluorescens* mempunyai sifat "*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*" (PGPR) (Soesanto 2008), menghasilkan antibiotika 2,4-diasetilfloroglusinol (Phl atau DAPG) (Raaijmakers dan Weller 1998) dan siderofor (Alabouvette *et al.* 1996), mampu mengkoloni akar tanaman (Soesanto 2000), serta mengimbangi ketahanan tanaman (Azizah 2009;). Selain itu, bakteri ini juga mampu menekan perkecambah basidiospora jamur *Puccinia horiana* sebesar 92%, mampu menekan

intensitas penyakit sebesar 82%, dan menurunkan populasi teleospora akhir sebesar 86,3% (Kloepper *et al.* 1980). Efektivitas *P. fluorescens* dalam menekan *P. horiana* ternyata setara dengan efektivitas pada bahan kimia sintetik chlorotalonyl.

*Bacillus subtilis* memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan bakteri *Cladosporium* maupun *Trichoderma* sp. pada akhir pengamatan, persentase tanaman yang mendapat perlakuan *B. subtilis* yaitu sebesar 31,67 yang tidak berbeda nyata dengan fungsida Chlorotalonyl. *Bacillus* adalah golongan bakteri pengurai bahan organik (heterotrof) dan penghasil senyawa antimikroba serta hasil metabolisme yang membantu proses penguraian limbah. Cara kerja bakteri *Bacillus* dalam menguraikan limbah organik adalah dengan cara memotong ikatan polisakarida maupun ikatan peptida menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah diuraikan oleh golongan bakteri sejenis yang strainnya berdekatan. Setiap jenis bakteri bacillus bekerja dengan cara spesifik dalam memotong ikatan senyawa organik ini. Limbah pakan mengandung protein dengan kandungan asam amino yang kompleks, oleh karena itu diperlukan kompleksitas spesies bakteri yang beragam.

Bakteri *Bacillus* banyak digunakan sebagai probiotik karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antimikroba yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme lain yang merugikan. Semua jenis golongan bacillus akan menghasilkan senyawa antimikroba ini dalam kondisi tertentu apabila ada senyawa inducer yang mampu menginduksi biosintesis senyawa antimikroba dalam sel. Seperti halnya tiram dalam memproduksi mutiara harus diinduksi oleh benda asing yang masuk dalam cangkangnya. Begitu juga dengan biosintesis antimikroba ini akan terjadi apabila diinduksi oleh senyawa-senyawa tertentu. *B. subtilis* juga umum digunakan sebagai

organisme model dalam mikrobiologi, terutama untuk model studi bakteri gram positif, oleh karena itu tampak berwarna ungu kebiruan setelah diperlakukan dengan pewarnaan Gram. *B. subtilis* tampak memiliki bentuk batang panjang, dapat soliter ataupun membentuk koloni bergandengan yang memanjang (Pelczar dan Chan, 1986; Volk dan Wheeler 1988).

Mikroorganisme *Cladosporium* memberi pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap persentase serangan penyakit karat pada krisan dibandingkan dengan *Trichoderma*. Pada akhir pengamatan serangan *P. horiana* pada tanaman yang mendapat perlakuan *Cladosporium* mencapai 68.67% dan pada tanaman yang mendapat perlakuan *Trichoderma* mencapai 50.33%. Potensi penggunaan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendalian hayati telah disarankan lebih dari 75 tahun yang lalu oleh Weindling berdasarkan aktivitas penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap patogen tular tanah *Rhizoctonia solani* (Elad dan Hadar, 1981; Mohidin *et al.*, 2010). Menurut Sivan dan Chet (1986) beberapa jenis *Trichoderma* spp. dapat mengurangi insiden patogen tular tanah pada kondisi alamiah.

Faktor seperti pH tanah, aerasi dan sumber nutrisi merupakan faktor yang mempengaruhi perkembangan *Trichoderma* spp di lapangan. Pada pH rendah dan keadaan yang lembab, *Trichoderma* spp. akan berkembang dengan baik. *Trichoderma* spp. banyak digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan patogen tular tanah.

### Masa Inkubasi Penyakit Karat

Periode inkubasi penyakit karat secara nyata bervariasi dengan jenis mikroba antagonis, tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi berbagai jenis bakteri antagonis terhadap masa inkubasi penyakit.

No.	Perlakuan	Masa inkubasi (hari)
1	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	27.49 b*)
2	<i>Bacillus subtilis</i>	24.79 b
3	<i>Cladosporium</i>	18.52 c
4	<i>Trichoderma</i> spp.	12.64 d
5	Chlorotalonyl	36.29 a
6	Kontrol	10.14 d

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; MST : minggu setelah tanam.

Periode inkubasi penyakit karat yang terpanjang ditemukan pada tanaman krisan yang mendapat perlakuan *P. fluorescens*, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *B. subtilis* dan *Cladosporium*. Periode inkubasi pada tanaman yang mendapat perlakuan *Trichoderma* spp. paling singkat dibandingkan dengan 3 mikroba antagonis lainnya. Mekanisme mikroba menghambat periode inkubasi dapat dikelompokkan sebagai gangguan pada membran sel, gangguan ini terjadi karena adanya ergosterol dalam sel jamur, ini adalah komponen sterol yang sangat penting sangat mudah diserang oleh antibiotik yang dihasilkan bakteri antagonis.

Kompleks polien-ergosterol yang terjadi dapat membentuk suatu pori dan melalui pori tersebut konstituen esensial sel jamur seperti ion K, fosfat anorganik, asam karboksilat, asam amino dan ester fosfat bocor keluar hingga menyebabkan kematian sel jamur. Penghambatan biosintesis ergosterol dalam sel jamur, mekanisme ini merupakan mekanisme yang disebabkan oleh senyawa turunan imidazol karena mampu menimbulkan ketidakteraturan membran sitoplasma jamur dengan cara mengubah permeabilitas membran dan mengubah fungsi membran dalam proses pengangkutan senyawa esensial yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolik sehingga menghambat pertumbuhan atau menimbulkan kematian sel jamur (Rajeswari dan Kannabiran., 2011).

Masa inkubasi *P. fluorescens*, *B. subtilis*, dan *Cladosporium* dan *Trichoderma* spp dapat memperpanjang periode inkubasi melalui pembentukan senyawa kimia yang mampu mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen. Senyawa yang dimaksud dapat berupa metabolit sekunder di antaranya senyawa alkaloida, fenol, flavonoida, glikosida, fitoaleksin, dan sebagainya. Senyawa metabolit sekunder tersebut bersifat toksin dan menghambat pertumbuhan patogen yang dapat merusak ketahanan tanaman. Mekanisme ini tidak menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan dapat meningkatkan produksi dan ketahanan terhadap stres lingkungan pada beberapa tanaman (Sharma, 2011). Sebagai contoh *P. fluorescens* mempunyai tiga mekanisme dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium* yaitu menyerang daya tahan, antibiosis, dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

#### **Intensitas Serangan Patogen Karat**

Intensitas patogen karat meningkat dengan meningkatnya waktu pengamatan. Namun besarnya laju peningkatan intensitas patogen karat berbeda antar bakteri antagonis. *P. fluorescens* memberikan penghambatan intensitas serangan patogen karat yang terbesar dibandingkan dengan mikroba antagonis lainnya, meskipun demikian besarnya penghambatan intensitas serangan patogen tidak berbeda nyata dengan penghambatan pada *Bacillus subtilis* (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh aplikasi berbagai jenis bakteri antagonis terhadap intensitas serangan penyakit karat.

No.	Perlakuan	Intensitas Serangan Patogen Karat (%)				
		1 MST	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST
1	<i>P. fluorescens</i>	0.33 e	4.21 d	6.38 e	12.48 c	13,85 c
2	<i>Bacillus subtilis</i>	1.67 b	8.47 c	12.46 bc	17.36 c	18,38 d
3	<i>Cladosporium</i>	1.67 b	11.38 b	22.51 b	27.45 b	29,67 c
4	<i>Trichoderma sp.</i>	2.61 a	12.73 b	19.52 b	28.63 b	37,52 b
5	Chlorotalonyl	0.33 e	2.77 d	3.72 c	4.35 d	5,08 f
6	Kontrol	2.51 a	20.54 a	37.61 a	42.97 a	48,52 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; MST : minggu setelah tanam.

Intensitas serangan patogen karat pada tanaman yang mendapat perlakuan *Cladosporium* dan *Trichoderma* masing-masing satu dengan lainnya tidak saling berbeda nyata. Namun kemampuan penghambatan *Cladosporium* dan *Trichoderma* tersebut masih di bawah kemampuan penghambatan *P. fluorescens* dan *B. subtilis*.

Ada empat mekanisme menghambat perkembangan penyakit tanaman di lapangan. Satu jenis agen antagonis kemungkinan mempunyai satu atau lebih mekanisme. Mekanisme tersebut adalah lisis, miselium agen antagonis mampu menghancurkan miselia dari penyakit sehingga mengakibatkan kematian penyakit tersebut. Antibiosis, penyakit tidak mampu menembus daerah di sekitar agen antagonis akibatnya terdapat daerah kosong antara agen antagonis dan penyakit. Parasitisme, miselia dari agen antagonis mampu melilit miselia dari penyakit yang berperan memparasiti miselia patogen mengakibatkan miselia penyakit menjadi kosong dan patogen tersebut mati. Penghambatan di zona tumbuh, pertumbuhan agen antagonisme lebih dominan dibandingkan dengan patogen

sehingga ruang lingkungannya hampir dipenuhi oleh perkembangan agen antagonis dan terdapat seperti pembatas antara agen antagonis dengan patogen.

#### Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Namun besarnya pertumbuhan tinggi tanaman bervariasi dengan perlakuan yang diberikan. Pemberian mikroba antagonis ternyata menekan intensitas serangan penyakit, hal ini berdampak terhadap peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman. Tanaman yang mendapat perlakuan *P. fluorescens* dan *B. subtilis* tumbuh lebih cepat dan lebih vigor dibandingkan dengan tanaman yang mendapat perlakuan mikroba antagonis *Cladosporium* dan *Trichoderma*. Hal ini disebabkan karena *P. fluorescens* dan *B. subtilis* mampu menekan penyakit karat lebih intensif sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Berdasarkan kategori tinggi tanaman, aplikasi *P. fluorescens* dan *B. subtilis* memenuhi kualitas standar A karena tinggi tanaman telah melebihi 80 cm (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh aplikasi berbagai jenis bakteri antagonis terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

No.	Perlakuan	Pertumbuhan tinggi tanaman (cm)			
		3 MST	7 MST	11 MST	14 MST
1	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	22.65 a	46.23 a	67.52 a	85.47 a
2	<i>Bacillus subtilis</i>	17.25 bc	37.48 bc	60.39 bc	80.31 b
3	<i>Cladosporium</i>	15.22 cd	35.81 c	56.72 d	65.42 d
4	<i>Trichoderma spp.</i>	13.85 bc	33.24 cd	58.91 cd	72.48 c
5	Chlorotalonyl	19.74 cd	40.51 b	62.84 b	79.22 b
6	Kontrol	12.68 d	30.82 d	49.31 e	59.73 e

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; MST : minggu setelah tanam.

*P. fluorescens* dan *B. subtilis* merupakan bakteri PGPR dapat meningkatkan kandungan klorofil yang signifikan pada tanaman krisan. Penggunaan bakteri *Pseudomonas* sp. pada tanaman kemangi dapat meningkatkan kandungan klorofil yang signifikan (Heidari *et al.* 2011). Mekanisme *Pseudomonas* sp. dalam memacu pertumbuhan tanaman banyak yang dilaporkan sebagai penghasil fitohormon dalam jumlah besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan (Watanabe, *et al.* 1987). Didukung dengan penelitian (Piromyou dan Pongdet 2010) penggunaan *Pseudomonas* sp. pada tanaman pisang dapat meningkatkan hormon IAA. *Pseudomonas* sp. mampu berkompetisi nutrisi berupa ion Fe yang terjadi pada kondisi ion Fe dalam jumlah yang terbatas. Bakteri ini mampu membentuk senyawa pengikat/penghelat ion tersebut sehingga menjadi tidak tersedia bagi mikroorganisme lain termasuk patogen. Senyawa tersebut disebut sebagai siderofor (Leog 1986).

Aplikasi fungsisida clorotalonyl ternyata meningkatkan tinggi tanaman yang diperoleh dari penekanan penyakit karat dan pengaruh hara chlor yang ada di dalam bahan aktif. Klorin (Cl) merupakan salah satu unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman. Klorin (Cl) diserap oleh tanaman dalam bentuk ion klorida (Cl<sup>-</sup>). Dari hasil

Tabel 5. Pengaruh aplikasi berbagai jenis bakteri antagonis terhadap diameter bunga mekar penuh.

No.	Perlakuan	Diameter bunga (cm)
1	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	16.48 a
2	<i>Bacillus subtilis</i>	15.36 a
3	<i>Cladosporium</i>	14.27 ab
4	<i>Trichoderma spp.</i>	15.52 a
5	Chlorotalonyl	16.38 a
6	Kontrol	12.45 b

Keterangan :Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf 0,05; MST : minggu setelah tanam.

Jika dibandingkan dengan fungsida sintetik, aplikasi bakteri antagonis ternyata menghasilkan produk yang setara. Namun penggunaan fungsida secara berkelanjutan tidak

analisis pada tanaman ternyata Cl banyak terdapat dalam abu tanaman (relatif besar) dan dari hasil penyelidikan Cl ternyata banyak terdapat pada tanaman yang mengandung serat, seperti kapas. Bagi tanaman yang menghasilkan tepung, Cl memberikan pengaruh buruk terhadap kualitas tepungnya. Pada tanaman tembakau apabila Cl keadaannya lebih besar maka produksi tembakaunya akan buruk. Bentuk Cl yang beracun pada tanaman tergantung pada iklim, sifat tanah, dan lain-lain. Hasil penyelidikan bentuk Cl yang lebih dari 0,1% bagi tanaman, umumnya akan menimbulkan keracunan, sedangkan pada padi timbulnya keracunan apabila bentuk Cl adalah sekitar 0,3%.

#### **Diameter bunga krisan**

Diameter bunga krisan berbeda nyata antar perlakuan. Aplikasi mikroba antagonis *Cladosporium* dan *Trichoderma* sp. juga meningkatkan diameter bunga dibandingkan kontrol, namun pengaruh dua jenis mikroba tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan pengaruh *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. Perlakuan pemberian mikroba antagonis *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* secara nyata meningkatkan diameter bunga krisan dibandingkan kontrol (Tabel 5).

dianjurkan karena dapat merusak lingkungan sistem produksi serta mencamari lingkungan.



## KESIMPULAN

Dari beberapa mikroba antagonis yang diuji, *Pseudomonas fluorescens* terbukti efektif menekan perkembangan penyakit karat yang setara dengan penggunaan fungsida sintetik chlorotalonyl. Selain itu aplikasi *Pseudomonas fluorescens* meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan kualitas bunga krisan yang disebabkan oleh kemampuan dua mikroba tersebut sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azizah N 2009. Pengimbasan Ketahanan Bibit Pisang Raja terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Ekstrak Bakteri Antagonis. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto (Tidak Dipublikasikan).
- Alabouvette C, P Lemanceau and C Steinberg 1996. Biological control of *Fusarium* wilts: Opportunities for Developing a Commercial Product. Pp. 192-212. In : Hall R. Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Djatnika I., D Kristina dan L Sanjaya 1994a. Ketahanan beberapa kultivar krisan terhadap penyakit karat. Buletin Penelitian Tanaman Hias 2(2): 19-25 .
- Djatnika I, ABN Maryam, dan Samijan. 1994b. Pengaruh penyiangan dan aplikasi fungsida Cu dan Ni terhadap intensitas penyakit karat dan populasi kutu daun. Buletin Penelitian Tanaman Hias 2(2): 51-59.
- Elad Y and Y Hadar 1981. Biological Control of *Rhizoctonia solani* by *Trichoderma harzianum* in Carnation. Plant Disease 65 : 675-677.
- Ellis D 2007. New Pest Concern in New England. Chrysanthemum White Rust. Integrated Pest Managemen, Univ. Connecticut. <http://www.hort.uconn.edu/lpm/general/biocontr/chryswheiterust.htm>. [17 May 2010].
- Gore ME 2007. White rust outbreak on chrysanthemum caused by *Puccinia horiana* in Turkey. New Diseases Report. [http:// www.bspp.org.uk/ndr/jan2008/2007-81.asp](http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2008/2007-81.asp). [17 May 2010].
- Kloepper JW, J Leong, M Teintze and MN Schroth 1980. Enhanced Plant Growth by Siderophores Produced by Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Nature 286: 885-886.
- Leog J 1986. Siderophores: Their Biochemistry and Possible Role in the Biocontrol of Pathogen. Annu.Rev. Phytopathol. 24:187-209.
- Heidari M, MM Sayed and G Amir 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Effect on Physiological Parameters and Mineral Uptake in basil (*Ocimum basilicum* L.) Under Water Stress. Vol. 6, No. 5, May 2011.
- Mohiddin, FA, MR Khan, SM Khan and BH Bhat 2010. Why Trichoderma is considered super hero (super fungus) against the evil parasites ? Plant Pathology Journal 9 : 92 - 102.
- Pelczar MJ dan ECS Chan. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi. UI-Press. Jakarta.
- Piromy, and Pongdet 2010. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculum Indigenous Microbial Community Structure Under Cropping System. Thesis, Suranaree University of Technology, Thailand.
- Rademaker W and J De Jong. 1987. Type of Resistance to *Puccinia horiana* in chrysanthemum. Acta Hort. 197 : 85 - 88.
- Rajeswari P and B Kannabiran. 2011. In vitro effects of antagonistic microorganisms on *Fusarium oxysporum* [Schlecht. Emend. Synd and Hans] infecting *Arachis hypogaea* L. Journal of Phytoogy 3(3): 83-85.
- Sharma P 2011. Complexity of Trichoderma-Fusarium interaction and manifestation of biological control. Australian Journal Crop Science 5 (8) : 1027 - 1038.
- Sivan A and I Chet. 1986. Biological control of *Fusarium* spp. in cotton, wheat and muskmelon by *Trichoderma harzianum*. Journal of Phytopathology 116 : 39 - 47.
- Soesanto L. 2000. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. Ph.D.

- Thesis. Wageningen University,  
Wageningen
- Soesanto L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tumbuhan. RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Suhardi 2009a. Sumber inokulum, respons varietas, dan efektivitas fungisida terhadap penyakit karat putih pada tanaman krisan. *J. Hort.* 19(2): 207–209.
- 2009b. Penyakit karat pada krisan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31(6): 7-8. Sutater T, R Majawisastra, dan
- RD Komar. Analisis usaha tani bunga potong krisan. *Buletin Penelitian Tanaman Hias* 1(1): 73-83.
- Volk WA and MF Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. Edisi Kelima. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Watanabe I, T Yoneyama, B Padre and JK Ladha. 1987. Different in Natural Abundance of N Varieties in Several Rice (*Oriza Sativa* L.) Varieties : Application for Evaluating N-Fixation. *Soil Sci.*