

## Keefektifan Galur PGPR dalam Pengendalian Penyakit Karat Putih dan Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Krisan

### Effectiveness of Various PGPR Lineage in Controlling White Rust Diseases and Growth Promotion of *Chrysanthemum*

Suryo Wiyono, Andika Septiana Suryaningsih\*, Astika Widhi Pratiwi  
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

#### ABSTRAK

Karat putih merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman krisan di Indonesia. Teknologi yang efektif untuk pengendalian penyakit ini di Indonesia tidak tersedia. Penelitian ini bertujuan menguji potensi lima galur (*Pseudomonas diminuta* P14, *Bacillus firmus* J8, *Lysinibacillus fusiformis* C71, AKBR, AKS) *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) untuk pengendalian penyakit karat putih yang disebabkan *Puccinia horiana* pada tanaman krisan di lapangan. Formulasi komersial *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus polymyxa* dipilih sebagai pembanding. Percobaan dilakukan di lapangan dengan mengaplikasikan suspensi rizobakteri pada tanaman krisan. Semua galur PGPR yang diuji mampu menekan insidensi dan keparahan penyakit karat putih. PGPR galur *Bacillus firmus* J8 paling efektif menekan karat putih, sedangkan galur *Lysinibacillus fusiformis* C71 paling efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman krisan. Kelima galur rizobakteri dan formulasi komersial meningkatkan diameter bunga.

Kata kunci: diameter batang, diameter bunga, pengendalian hayati, *Puccinia horiana*.

#### ABSTRACT

White rust disease caused by *Puccinia horiana* is the most destructive disease of *Chrysanthemum* in Indonesia. There was no available effective control measure against the disease in Indonesia. This research aimed to examine the potency of five strains of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for controlling white rust disease on *Chrysanthemum* under field conditions. Five PGPR strains (*Pseudomonas diminuta* P14, *Bacillus firmus* J8, *Lysinibacillus fusiformis* C71, AKBR, AKS) and one commercially formulated PGPR were used in this study. The research was carried out in farmer fields with a randomized complete block experimental design. PGPR was applied by plant watering using bacterial suspension. All PGPR strains were effective in suppressing the white rust disease incidence and its severity. The most effective PGPR strain to suppress white rust disease was *Bacillus firmus* J8 and the most effective strain to increase the growth of *Chrysanthemum* plants was *Lysinibacillus fusiformis* C71. The five PGPR strains tested and commercial formulation increased the diameter of the flower.

Keyword: biological control, flower diameter, *Pucciana horiana*, stem diameter.

---

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga 16680.  
Tel: 0251-8629362, Surel: andikasepti@apps.ipb.ac.id

## PENDAHULUAN

Krisan (*Chrysanthemum* sp.) merupakan tanaman hias bernilai penting dalam bidang ekonomi maupun sosial. Berdasarkan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian tahun 2007-2013 kebutuhan krisan potong mengalami peningkatan dari 66 590 440 tangkai hingga mencapai 386 668 020 tangkai. Salah satu kendala utama dalam budi daya krisan ialah adanya penyakit yang dapat menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas hasil.

Penyakit karat putih yang disebabkan oleh *Puccinia horiana* menjadi kendala utama dalam budi daya krisan, menurunkan produksi baik kuantitas maupun kualitas. Kesegaran bunga krisan pada tanaman terserang hanya bertahan selama 5 hari. Bunga yang diambil dari tanaman yang sehat tanpa cacat kesegaran dapat bertahan hingga 12 hari pada suhu ruangan. Pengendalian dilakukan menggunakan varietas toleran, pemotongan daun terserang, penyiangan, penggunaan mikrob antagonis, dan aplikasi fungisida (Hanudin dan Marwoto 2012). Pengendalian yang efektif ialah dengan varietas tahan, sementara pengendalian kimiawi dengan fungisida kurang efektif (Suhardi 2009). Pengendalian penyakit karat dengan varietas tahan mempunyai risiko untuk patahnya ketahanan dengan cepat, karena cendawan karat—yang bisa bereproduksi secara seksual—secara genetik cepat berubah (Alaei *et al.* 2009). Oleh karena itu, dibutuhkan pengendalian yang bersifat ramah lingkungan untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan.

Galur-galur rizobakteri koleksi penulis pertama efektif dalam mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Galur PGPR, yaitu *Pseudomonas diminuta* P14 dan *Bacillus firmus* J8 efektif dalam mengendalikan *downy mildew* pada mentimun (Kusumadewi 2011), dan antraknosa pada bibit pepaya (Amalia 2016). Galur *Lysinibacillus fusiformis* C71 efektif dalam mengendalikan penyakit bercak daun tomat yang disebabkan *Alternaria solani* pada tomat (Rizkia dan Wiyono 2020), sementara PGPR komersial yang berbahan

aktif *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus polymyxa* efektif untuk mengendalikan penyakit karat sengon di lapangan (Wiyono dan Pracoyo 2020). Rizobakteri mampu memacu pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman sehingga dapat mencegah serangan patogen (Kusumadewi 2011). Berbagai galur PGPR tersebut belum diuji keefektifannya terhadap karat putih di lapangan. Penelitian untuk menguji keefektifan galur-galur PGPR tersebut terhadap karat putih pada tanaman krisan di lapangan perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini untuk menguji potensi beberapa isolat bakteri PGPR untuk pengendalian hayati penyakit karat putih (*Puccinia horiana*) pada tanaman krisan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini 5 galur PGPR koleksi penulis pertama dan formulasi PGPR komersial yang mengandung bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus polymyxa* (Tabel 1), serta krisan varietas Bacardi.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok yang terdiri atas 7 perlakuan galur bakteri dan 4 ulangan dalam kelompok. Setiap unit percobaan terdiri atas 70 tanaman. Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman krisan dan penyakit karat putih dilakukan terhadap 10 tanaman contoh. Parameter pertumbuhan yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, bobot basah tajuk dan akar, serta diameter bunga. Pengamatan akar dilakukan dengan cara destruktif terhadap 5 tanaman contoh. Pengamatan terhadap diameter bunga dilakukan terhadap 5 tanaman contoh. Jumlah bunga yang diamati ialah 3 bunga per tanaman.

### Persiapan dan Aplikasi PGPR

Bakteri diremajakan pada medium agar-agar nutrisi (AN). Biakan bakteri diinkubasi pada suhu ruang ( $\pm 27$  °C) selama 24 jam, kemudian disuspensikan dalam 10 mL

Tabel 1 Galur PGPR yang digunakan dalam penelitian

Galur bakteri	Asal tanaman inang dan lokasi	Spesies
P14	Paria, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor	<i>Pseudomonas diminuta</i> P14
J8	Jagung, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor	<i>Bacillus firmus</i> J8
C71	Bambu, Taman Nasional Gunung Ciremai	<i>Lysinibacillus fusiformis</i> C71
AKBR	Kaliandra, Taman Nasional Gunung Ciremai	Belum diidentifikasi
AKS	Kaliandra Taman Nasional Gunung Ciremai	Belum diidentifikasi
PGPR komersial	Formulasi komersial	<i>Pseudomonas fluorescens</i> PF1 dan <i>Bacillus polymyxa</i> BG5

air steril yang setara dengan  $10^7$  cfu mL<sup>-1</sup>. Penyiraman suspensi bakteri diberikan pada tanaman berumur 0, 2, dan 4 MST. Setiap tanaman disiram dengan suspensi bakteri sesuai perlakuan, masing-masing sebanyak 20 mL per tanaman.

Sebagai pembanding disertakan Pestisida biologi yang tersedia di pasaran dengan bahan aktif *Pseudomonas fluorescens* PFI dan *Bacillus polymyxa* BG5. Inokulasi penyakit karat dilakukan secara alami dengan meletakkan tanaman krisan yang terinfeksi *P. horiana* sebagai sumber inokulum di sekeliling tanaman uji.

**Pengamatan terhadap Penyakit Karat Putih dan Pertumbuhan Tanaman Krisan**

Lahan terdiri atas empat blok. Setiap blok memiliki 7 bedengan. Bedengan berukuran 1 m × 1 m, jarak antar bedeng 30 cm. Pupuk kandang digunakan sebanyak 5–10 kg per bedengan yang diaplikasikan sekali pada saat tanam.

Setek krisan yang sudah berumur berumur 2 minggu, dipindah tanam ke lahan yang sudah diolah sebelumnya. Setek ditanam pada lubang tanam dengan jarak tanam 10 cm × 10 cm pada setiap blok sesuai dengan perlakuan. Sebanyak 2 setek tanaman ditanam pada lubang tanam kedalaman kira-kira 2 cm.

Insektisida berbahan aktif imidakloprid diaplikasikan saat tanaman berumur 8 MST untuk mencegah serangan hama trips. Tanaman disiram setiap dua hari sekali pada pagi dan sore hari. Setiap minggu dilakukan penyiangan gulma. Pengamatan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar dilakukan pada

umur 0, 2, 4, 6 MST. Bobot basah tajuk dan akar, serta diameter bunga ditentukan pada umur 8 MST.

**Pengukuran Penyakit Karat Putih**

Besarnya kerusakan yang ditimbulkan akibat penyakit karat putih pada krisan yang telah diberi perlakuan bakteri PGPR dihitung berdasarkan insidensi penyakit, dan keparahan penyakit karat putih yang diamati pada 7–9 MST, serta penghitungan penekanan penyakit. Perhitungan insidensi penyakit (IP) dilakukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n, jumlah tanaman yang terserang; N, jumlah tanaman yang diamati. Keparahannya penyakit (KP) dihitung menggunakan rumus:

$$KP = \frac{\sum_{i=1}^i (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n<sub>i</sub>, jumlah tanaman yang tergolong ke dalam suatu kategori serangan; v<sub>i</sub>, skor pada tiap kategori serangan; N, jumlah tanaman yang diamati; V, skor untuk kategori serangan terberat. Skor penyakit yang digunakan adalah 0, tidak ada serangan; 1, 0% < X ≤ 5%; 2, 5% < X ≤ 15%; 3, 15% < X ≤ 30%; 4, 30% < X ≤ 60%; 5, X > 60%; X, persen penutupan pustul pada daun.

Tingkat penekanan penyakit (TPP) dihitung berdasarkan nilai keparahan penyakit pada setiap perlakuan yang memiliki pengaruh nyata terhadap kontrol. Tingkat penekanan penyakit dihitung berdasarkan rumus:

$$TPP = \frac{KP \text{ perlakuan} - KP \text{ kontrol}}{KP \text{ kontrol}} \times 100\%$$

**Analisis Data**

Data hasil pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, diameter bunga, panjang akar, bobot basah akar, bobot basah tanaman, insidensi penyakit, keparahan penyakit, dan perkecambahan spora dianalisis ragam dengan uji *student-newman-keuls* (SNK) dengan taraf kepercayaan  $\alpha$  5% dengan program statistical analysis system (SAS) versi 9.0.

**HASIL**

**Pertumbuhan Tanaman dan Hasil**

Semua galur PGPR yang diuji tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang (Tabel 2, 3, 4). Galur AKS di lapangan dapat meningkatkan secara nyata panjang akar tanaman krisan (Tabel 5). Pengamatan dilakukan dengan cara destruktif terhadap lima tanaman contoh.

Tabel 2 Tinggi tanaman krisan pada berbagai perlakuan PGPR dan umur tanaman

Galur bakteri	Tinggi tanaman (cm)			
	0 MST	2 MST	4 MST	6 MST
P14	7.13 a	11.40 a	50.88 a	50.88 a
J8	7.70 a	12.96 a	54.50 a	54.50 a
C71	7.48 a	11.32 a	51.18 a	51.18 a
AKBR	7.28 a	12.16 a	59.30 a	59.30 a
AKS	6.98 a	10.71 a	53.00 a	53.00 a
PGPR komersial	6.46 a	10.54 a	56.20 a	56.20 a
Kontrol	6.63 a	10.19 a	48.45 a	48.45 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Tabel 3 Jumlah daun tanaman krisan dengan berbagai perlakuan PGPR

Galur bakteri	Jumlah daun tanaman krisan			
	0 MST	2 MST	4 MST	6 MST
P14	6.65 a	9.10a	15.10 a	21.10 a
J8	7.00 a	9.45a	15.65 a	22.15 a
C71	6.95 a	9.60 a	21.35 a	21.05 a
AKBR	6.90 a	9.75 a	16.80 a	25.60 a
AKS	6.70 a	9.25 a	16.30 a	21.60 a
PGPR komersial	6.15 a	9.25 a	17.00 a	22.45 a
Kontrol	6.20 a	8.80 a	14.45 a	20.55 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Tabel 4 Diameter batang krisan dengan berbagai perlakuan PGPR

Galur bakteri	Diameter batang (mm)			
	0 MST	2 MST	4 MST	6 MST
P14	2.75 a	2.95 a	4.80 a	5.09 a
J8	2.90 a	3.00 a	4.90 a	5.45 a
C71	2.90 a	2.80 a	4.85 a	5.12 a
AKBR	2.95 a	2.95 a	5.35 a	5.93 a
AKS	2.80 a	2.95 a	4.95 a	5.30 a
PGPR komersial	2.95 a	3.10 a	5.00 a	5.65 a
Kontrol	2.90 a	2.75 a	4.65 a	4.85 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Pada saat panen, galur PGPR *Bacillus firmus* J8, AKBR, AKS, dan formulasi PGPR komersial cenderung meningkatkan bobot basah tajuk tetapi tidak nyata, sementara galur *Pseudomonas diminuta* P14 dan *Lysinibacillus fusiformis* C71 menunjukkan pengaruh yang nyata (Tabel 6). Pengamatan terhadap bobot basah akar menunjukkan bahwa hanya galur *Lysinibacillus fusiformis* C71 yang menunjukkan pengaruh nyata, galur lainnya yaitu *Pseudomonas diminuta* P14, *Bacillus firmus* J8, AKS, AKBR, dan formulasi PGPR komersial cenderung meningkatkan bobot akar tetapi tidak nyata (Tabel 6). Semua galur PGPR yang diuji meningkatkan diameter bunga secara nyata.

**Insidensi dan Keparahan Penyakit Karat Putih**

Gejala penyakit karat mulai muncul pada 7 MST. Gejala berupa bercak warna kuning pada permukaan daun diikuti perubahan warna pusat bercak dari putih menjadi coklat tua. Semua galur bakteri dan formulasi komersial

yang diuji efektif menekan serangan karat putih baik insidensi maupun keparahannya. Galur *Pseudomonas diminuta* P14 dan *Bacillus firmus* J8 memiliki keefektifan lebih tinggi dalam menekan insidensi pada 7 MST (Tabel 7).

Semua perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap keparahan penyakit (Tabel 8). Penggunaan galur *Pseudomonas diminuta* P14, *Bacillus firmus* J8, dan *Lysinibacillus fusiformis* C71 merupakan tiga galur yang mampu menekan keparahan penyakit karat putih dengan tingkat pengendalian diatas 50% (Tabel 8).

**PEMBAHASAN**

Penyakit karat putih merupakan penyakit yang paling merusak tanaman krisan di Indonesia. Hal ini juga dikonfirmasi di lokasi penelitian. Penyakit ini muncul dengan insidensi dan keparahan yang tinggi di lokasi penelitian yaitu di Tamansari Kabupaten Bogor.

Tabel 5 Panjang akar tanaman krisan dengan berbagai perlakuan PGPR

Galur bakteri	Panjang akar (cm)	
	2 MST	4 MST
P14	7.29 ab	9.48 a
J8	7.42 ab	10.51 a
C71	6.79 ab	10.40 a
AKBR	6.58 ab	11.31 a
AKS	8.43 a	9.99 a
PGPR komersial	5.45 b	10.95 a
Kontrol	5.78 b	10.78 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Tabel 6 Bobot basah tajuk, akar dan diameter bunga tanaman krisan berbagai perlakuan PGPR

Perlakuan	Bobot basah tajuk (g)	Bobot basah akar (g)	Diameter bunga (cm)
P14	89.70 a	5.03 ab	5.66 a
J8	76.50 ab	5.50 ab	5.75 a
C71	85.05 a	7.14 a	5.54 a
AKBR	80.40 ab	5.43 ab	5.84 a
AKS	76.00 ab	5.37 ab	5.72 a
PGPR komersial	79.00 ab	5.43 ab	6.00 a
Kontrol	62.90 b	3.83 b	4.15 b

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.



Tabel 7 Insidensi penyakit karat putih tanaman krisan dengan berbagai perlakuan PGPR

Galur bakteri	Insidensi penyakit (%)		
	7 MST	8 MST	9 MST
P14	9.30 e	11.70 c	15.67 b
J8	10.70 e	14.30 b	16.34 b
C71	12.70 e	14.70 b	15.67 b
AKBR	15.70 b	15.70 b	16.34 b
AKS	17.70 c	15.67 b	19.00 b
PGPR komersial	14.30 c	15.67 b	17.34 b
Kontrol	20.67 a	20.00 a	21.34 a

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Tabel 8 Keparahan penyakit karat putih tanaman krisan dengan berbagai perlakuan PGPR

Perlakuan	Keparahan penyakit (%)			Tingkat pengendalian (%)
	7 MST	8 MST	9 MST	
P14	26.00 c	22.00 c	30.00 b	57.41
J8	26.00 c	21.00 c	29.00 b	58.52
C71	25.00 c	28.00 bc	36.00 b	51.27
AKBR	32.00 bc	33.00 bc	51.00 ab	36.55
AKS	35.00 bc	37.00 b	38.00 b	39.80
PGPR komersial	44.00 b	37.00 b	44.00 ab	31.76
Kontrol	63.00 a	59.00 a	61.00 a	-

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji SNK pada taraf nyata  $\alpha$  5%.

Pada penelitian ini, berbagai galur PGPR koleksi penulis pertama (Tabel 1) telah diuji untuk tanaman krisan di lapangan. Pengaruh dari berbagai galur tersebut terhadap pertumbuhan bervariasi, namun semua galur efektif dalam menekan penyakit karat putih (Tabel 7). Tingkat pengendalian karat putih berbagai galur yaitu 31.76%-58.52%. Galur PGPR yang menunjukkan pengendalian diatas 50% ialah *Lysinibacillus fusiformis* C71, *Pseudomonas diminuta* P14, dan *Bacillus firmus* J8. Hanudin *et al.* (2017) melaporkan biofungisida dengan bahan aktif PGPR plus *Trichoderma* hanya mempunyai efektivitas 18%. Sementara Suhardi (2009) melaporkan bahwa fungisida berbahan aktif benomil hanya memberikan tingkat efikasi pengendalian 20%. Keefektifan yang tinggi oleh beberapa galur PGPR ini, ditunjukkan bahwa tidak hanya keparahan penyakit yang bisa diturunkan namun juga insidensi penyakit. Penekanan insidensi penyakit menunjukkan bahwa teknologi yang dicoba mempunyai

keefektifan yang tinggi (Madden dan Hughes 1995).

Efektivitas PGPR dalam menekan penyakit tanaman telah banyak dilaporkan, misalnya PGPR kombinasi *P. fluorescens*, *B. subtilis* dan *Azotobacter* sp. efektif dalam menekan penyakit *Chrysanthemum mild mottle virus* dan meningkatkan produksi krisan pada percobaan dalam pot (Cholih *et al.* 2020). Kombinasi *P. fluorescens* dan di lapangan efektif dalam mengendalikan karat puru pada sengon (Wiyono dan Pracoyo 2020). Selain itu, Nuryani *et al.* (2018) melaporkan kombinasi galur lain dari PGPR dan cendawan antagonis juga mampu menekan penyakit karat putih pada krisan.

Mekanisme pengendalian penyakit karat dalam penelitian ini tidak diuji secara khusus. Namun secara umum beberapa galur PGPR meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen melalui mekanisme *induced systemic resistance* (Kloepper *et al.* 2004; Viveros *et al.* 2010). Selain itu

penggunaan PGPR pada budi daya tanaman krisan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas krisan, selain dengan penggunaan pupuk organik (Utami *et al.* 2017).

Galur rizobakteri yang konsisten meningkatkan pertumbuhan tanaman krisan adalah *Lysinibacillus fusiformis* C71 dan *Pseudomonas diminuta* P14. Bakteri *Lysinibacillus fusiformis* C71 merupakan bakteri asal bambu yang tumbuh di Gunung Ciremai, dataran tinggi (700 m dpl) (Rizkia dan Wiyono 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa galur tersebut terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat pada uji rumah kaca. Walaupun pengaruhnya terhadap pertumbuhan bervariasi, namun semua galur bakteri yang diuji meningkatkan diameter bunga. Hal ini menunjukkan diameter bunga lebih terkait dengan serangan penyakit karat. Galur *Lysinibacillus fusiformis* C71 dan *Pseudomonas diminuta* P14 meningkatkan pertumbuhan dan menekan penyakit karat putih, serta meningkatkan diameter bunga. Diameter bunga merupakan parameter penting dalam kualitas produk tanaman krisan. Galur *Pseudomonas diminuta* P14 dan *Lysinibacillus fusiformis* C71 merupakan galur PGPR yang sudah dibuktikan efektif di lapangan, sehingga bisa menjadi teknologi utama pengendalian karat putih di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaei H, De Backer M, Nuytinck J, Maes M, Höfte M, Heungens K. 2009. Phylogenetic relationships of *Puccinia horiana* and other rust pathogens of *Chrysanthemum* × *morifolium* based on rDNA ITS sequence analysis. *Mycological Research*. 113(6–7):668–683. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2009.02.003>.
- Amalia SJN. 2016. Seleksi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Antraknosa pada Bibit Pepaya. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Choliq FA, Martosudiro M, Jalaweni SC. 2020. Aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) terhadap infeksi *Chrysanthemum mild mottle virus* (CMMV), pertumbuhan, dan produksi tanaman krisan (*Chrysanthemum* sp.). *Agroradix*. 3(2):31–49. DOI: <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v3i2.1952>.
- Hanudin H, Marwoto B. 2012. Penyakit karat putih pada krisan dan upaya pengendaliannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31(2):51-57.
- Hanudin H, Budiarto K, Marwoto B. 2017. Application of PGPR and antagonist fungi-based biofungicide for white rust disease control and its economic analysis in chrysanthemum production. *AGRIVITA*. 39(3):266–278. DOI: <https://doi.org/10.17503/agrivita.v39i3.1326>.
- Madden LV, Hughes G. 1995. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. *Annual Review of Phytopathology*. 33(1):529–564. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.py.33.090195.002525>.
- Kloepper JW, Ryu CM, Zhang S. 2004. Induced systemic resistance and promoting of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*. 94(11):1259–1260. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.11.1259>.
- Kusumadewi E. 2011. Seleksi *plant growth promoting rhizobacteria* untuk pengendalian hayati penyakit embun bulu (*Pseudoperonospora cubensis*) pada tanaman mentimun [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nuryani W, Silvia E, Hanudin H, Budiarto K. 2018. Aplikasi biofungisida berbahan aktif *Corynebacterium* sp. ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit karat putih pada krisan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1):23–32. DOI: <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.1905>.
- Rizkia N, Wiyono S. 2020. The effectiveness of plant growth promoting rhizobacteria isolated from Gunung Ciremai National Park forest to control alternaria blight disease of tomato. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 468:012039. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012039>.

- Suhardi. 2009. Sumber inokulum, respons varietas, dan efektivitas fungsinya terhadap penyakit karat putih pada tanaman krisan. *Jurnal Hortikultura*. 19(2):207–213.
- Utami CD, Sitawati, Nihayati E. 2017. Aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) sebagai sebuah upaya pengurangan pupuk anorganik pada tanaman krisan potong (*Chrysanthemum* sp.). *Biotropika*. 5(3):68–72. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2017.005.03.1>.
- Viveros OM, Jorquera MA, Crowley DE, Gajardo G, Mora ML. 2010. Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 10(3):293–319. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100006>.
- Wiyono S, Pracoyo A. 2020. Effectiveness of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to control gall rust of *Falcataria moluccana* under field conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2020. 418:012081. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012081>.