

PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI (*Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) (STAPP 1928) PADA TANAMAN KRISAN (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) DAN UPAYA PENGENDALIANNYA DI INDONESIA

Bacterial Leaf Blight Disease (*Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) (STAPP 1928) in *Chrysanthemum* (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) and Its Control) in Indonesia

Hanudin, Lia Sanjaya, dan Budi Marwoto

Balai Penelitian Tanaman Hias,
Jalan Raya Pacet - Ciherang, PO Box 8, Sindanglaya, Cianjur, Jawa Barat 43253
Telp. (0263) 517056, Faks. (0263) 51706
E-mail: hanudin_handjar09@yahoo.com

Diterima: 28 Mei 2020; Revisi: 24 September 2020; Disetujui: 6 November 2020

ABSTRAK

Hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Pseudomonas cichorii* merupakan penyakit utama pada tanaman krisan hampir di seluruh penjuru dunia. Di Indonesia, patogen ini dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman krisan 10-60%. Bakteri menyebar dari satu tanaman ke tanaman lain melalui tetesan air dari jaringan irigasi modern maupun penyiraman konvensional. *P. cichorii* merupakan patogen yang bersifat polifag, yang menginfeksi tanaman sukulen dan lainnya di seluruh benua dengan insidensi bervariasi. Gejala penularan patogen ini pada setiap jenis tanaman selalu berbeda, dan belum ditemukan metode pengendalian yang efektif. Artikel ini membahas virulensi patogen, insidensi penularan, dan rekomendasi pengendalian hawar daun bakteri pada tanaman krisan di Indonesia. Penelusuran dari berbagai referensi dari dalam dan luar negeri menunjukkan *P. cichorii* dapat dikendalikan dengan memadukan beberapa metode, yaitu (a) penggunaan varietas toleran (Puspita Nusantara, Puspa Kania, Dwina Kencana, Dwina Pelangi, Pasopati, Paras Ratu, dan Wastu Kania), (b) kultur teknis (perompesan daun terinfeksi dan penyiraman pada pagi hari), serta (c) aplikasi bakterisida kimia sintetik berbahan aktif hydrogen peroxide dan peroxyacetic acid, atau biopestisida berbahan aktif isolat bakteri antagonis *Bacillus subtilis* MI600, dan *B. amyloliquefaciens* IN937, serta kombinasi *P. fluorescens* Pf Irana dengan Pf Slada-2.

Kata kunci: Krisan, *P. cichorii*, bakteri hawar daun, epidemiologi, pengendalian.

ABSTRACT

Bacterial leaf blight caused by Pseudomonas cichorii is a major disease in chrysanthemum plants almost all over the world. In Indonesia, this pathogen can cause damage to chrysanthemum 10-60%. Bacteria spread from one plant to another through water droplets from modern irrigation networks as well as conventional irrigation. P. cichorii is a polyphagous pathogen, which infects succulents and others across continents with varying incidence. Symptoms of transmission of this pathogen in each type of plant

are always different, and effective control methods have not been found. This article discusses the virulence of pathogens, the incidence of transmission, and recommendations for controlling bacterial leaf blight on chrysanthemums in Indonesia. A search of various references from within and outside the country shows that P. cichorii can be controlled by combining several methods, namely (a) the use of tolerant varieties (Puspita Nusantara, Puspa Kania, Dwina Kencana, Dwina Pelangi, Pasopati, Paras Ratu, and Wastu Kania), (b) technical culture (extracting infected leaves and watering in the morning), and (c) application of synthetic chemical bactericides with active ingredients of hydrogen peroxide and peroxyacetic acid, or biopesticides with active bacterial isolates of the antagonistic bacteria Bacillus subtilis MI600, and B. amyloliquefaciens IN937, and combination of P. fluorescens Pf Irana with Pf Slada-2.

Keywords: *Chrysanthemum, P. cichorii, bacterial leaf blight disease, epidemiology, control*

PENDAHULUAN

Hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925; Stapp 1928), merupakan penyakit serius pada krisan (*Dendranthema grandiflora*), baik yang dibudidayakan di rumah kaca maupun lahan terbuka. Penyakit ini pertama kali ditemukan sebagai penyakit penting pada tanaman krisan di Florida, Amerika Serikat, pada tahun 1970, kemudian menyebar ke seluruh dunia dan menginfeksi berbagai jenis tanaman pertanian (Elwakil and Mossler 2019; Daughtrey 1980). Patogen ini dilaporkan menginfeksi tanaman kedelai di Korea Selatan (Yu 2012), tanaman okra (*Abelmoschus esculentus*) di Jepang (Inou *et al.* 2013) dan Chengdu China (Li *et al.* 2014), tanaman kubis (Amorin *et al.* 2005), dan tanaman saledri (Marques *et al.* 2016).

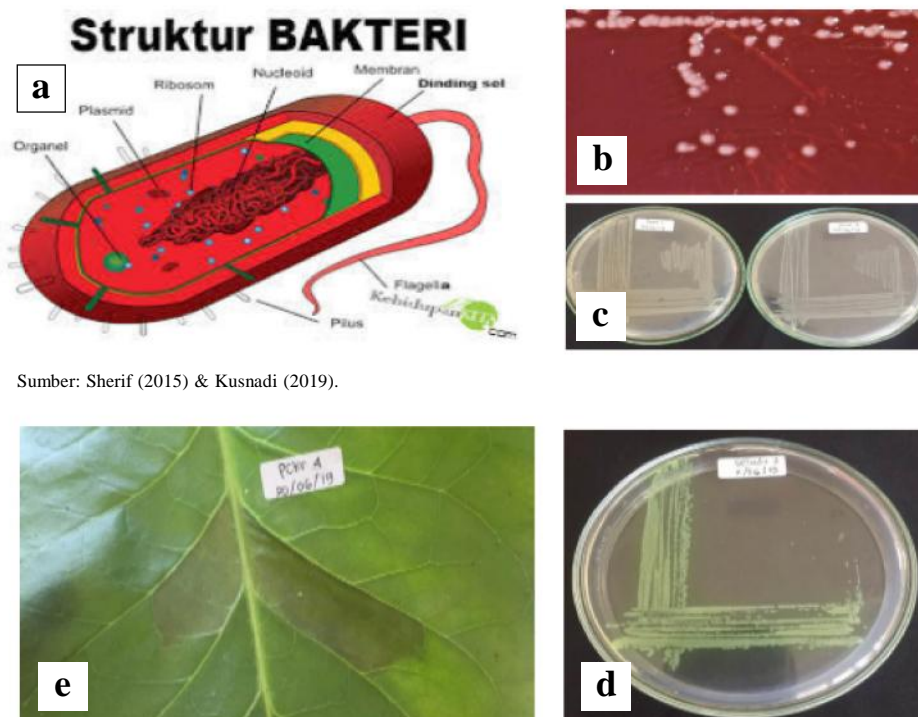
Di Indonesia, penyakit ini diketahui sebagai penyakit primer dan sekunder, yang pertumbuhan dan penyebarannya dipengaruhi oleh faktor lingkungan,

seperti suhu dan kelembaban udara. Hawar daun bakteri dinyatakan sebagai penyakit primer pada tanaman krisan, yaitu penyakit yang dapat menurunkan hasil hingga 60%, terutama pada lingkungan bersuhu rendah dan kelembaban tinggi atau pada musim hujan (Suhardi *et al.* 2007). *P. cichorii* dapat dikategorikan sebagai penyakit sekunder, yaitu penyakit yang dapat terjadi apabila kondisi lingkungan bersuhu tinggi dan kelembaban rendah atau pada musim kemarau, yang menyebabkan kerusakan tanaman berkisar antara 10-25% (Hanudin *et al.* 2020). Di Florida, *P. cichorii* dapat menyebabkan kehilangan hasil industri bunga potong krisan berkisar antara 50-100% (Jones *et al.* 1990). Upaya pengendalian penyakit telah dilakukan, diantaranya dengan menggunakan varietas tahan, kultur teknis, mengintroduksi mikroba antagonis, dan bakterisida kimia sintetis (Suhardi *et al.* 2007).

Pada artikel ini dibahas virulensi patogen, insidensi penularan, dan rekomendasi pengendalian hawar daun bakteri pada tanaman krisan di Indonesia, yang bersumber dari hasil-hasil penelitian di dalam dan luar negeri. Fokus bahasan dalam artikel ini meliputi karakteristik patogen, gejala penularan, epidemiologi, sebaran, upaya pencegahan, pengendalian yang sudah dilakukan, dan rekomendasi pengendalian ke depan untuk menunjang peningkatan produksi dan produktivitas tanaman krisan secara berkelanjutan. Ruang lingkup pembahasan mencakup epidemiologi, gejala penularan, sebaran geografi, dan upaya pengendalian.

KARAKTERISTIK MORFOLOGI PATOGEN DAN GEJALA TANAMAN TERTULAR PENYAKIT

P. cichorii termasuk kingdom Bakteria, phylum Proteobacteria, kelas Gamma Proteobacteria, ordo Pseudomonadales, keluarga Pseudomonadaceae, genus Pseudomonas, dan spesies *Pseudomonas cichorii* (Hansen 2019). Patogen ini diidentifikasi sebagai salah satu bakteri gram negatif yang berbentuk batang berukuran 0,8-1,3 μm , berflagella polar satu atau lebih. Dinding sel gram negatif terdiri atas 3-12% mukopeptida dari bobot kering sel bakteri (Pedro and Cava 2015). Mukopeptida adalah senyawa kimia yang tersusun dari unit n-acetyl glucosamine (nag) dan n-acetyl muramic acid (nam) yang terikat dalam susunan b, 1-4 (Markiewicz and Popowska 2011). Kusnadi (2019) dan Sherif (2014) melaporkan komponen kimia penyusun struktur sel bakteri gram negatif yang berbentuk batang terdiri atas organel, plasmid, ribosom, nucleus, membran, dinding sel, dan flagella (Gambar 1a). Biakan koloni *P. cichorii* pada media Nutrient Agar (NA) berwarna putih yang tembus cahaya, dengan tepi agak tidak teratur (Gambar 1b); sedangkan biakan koloni pada media King's B berbentuk bulat, berwarna hijau berpendar, dan berukuran 2-3 mm (Gambar 1c). Warna hijau berpendar pada bakteri disebabkan oleh *pyoverdins*, yaitu zat pengkelat besi yang diproduksi oleh bakteri kelompok fluorescens yang



Sumber: Sherif (2015) & Kusnadi (2019).

Sumber: Hanudin *et al.* (2020).

Gambar 1. a. Struktur bakteri gram negatif; b. Warna koloni *P. cichorii* pada media NA; c. Warna koloni *P. cichorii* pada media King'B; d. Pada media King'B yang diamati di bawah sinar ultra violet; dan e. Hasil uji hypersensitivitas pada daun tembakau.

tumbuh pada media yang miskin ion besi seperti media King'B (Alemu 2013).

Identifikasi bakteri berdasarkan morfologi dan warna koloni saja belum cukup untuk menentukan spesiesnya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya spesies bakteri dari kelompok *fluorescens* yang mempunyai karakteristik morfologi, dan biokimia yang sama seperti *P. fluorescens*, *P. syringae*, *P. viridiflava* dan lain-lain. Sejalan dengan itu, Lelliott and Stead (1987) melaporkan bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* terdiri atas lima grup yaitu, grup Ia dan Ib; grup II, grup III, grup IVa dan IVb, dan grup Va, dan Vb. Oleh karena itu, untuk membedakan *P. cichorii* dengan spesies *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* lainnya perlu diuji dengan metode LOPAT (Levan, Oxidase, Pectolytic activity, Arginine dyhidrolase, Tobacco hypersensitivity), dan uji biokimia lainnya. Berdasarkan uji LOPAT dan biokimia, *P. cichorii* menunjukkan reaksi levan negatif, oksidase positif, pembusukan kentang negatif, dihidrolasi arginine negatif, dan hipersensitivitas pada daun tembakau positif (Gambar 1d; Tabel 1), dan bakteri tersebut digolongkan ke dalam bakteri kelompok *fluorescens* grup 3 (Zhang and Fu 2013; Marques *et al.* 2016).

Gejala penyakit pada tanaman akan muncul setiap saat, karena merupakan interaksi antara tiga faktor utama, yaitu patogen virulen, tanaman inang rentan, dan lingkungan mendukung. Ketiga faktor tersebut saling mendukung untuk menimbulkan penyakit pada tanaman. Apabila salah satu komponennya tidak mendukung, maka gejala penyakit tidak akan muncul dan sebaliknya. Oleh karena itu, sistem tersebut dikenal sebagai segitiga penyakit atau *disease triangle* (Liu and He 2019).

Gejala penularan patogen ini pada setiap jenis tanaman selalu berbeda, yang berakibat munculnya variasi sebutan nama penyakit berdasarkan gejala yang timbul, seperti penyakit hawar daun bakteri (Hansen 2019), penyakit hawar bunga (Semangoen 1989), penyakit

bercak daun bakteri (Fu *et al.* 2019), dan penyakit nekrosis empulur tomat (Ruan *et al.* 2019). Secara lengkap, nama umum dan nama ilmiah patogen tersebut dan referensinya disajikan pada Tabel 2.

Karakteristik morfologi umum gejala penularan *P. cichorii* pada tanaman krisan dan gerbera adalah daun tampak bercak yang diikuti oleh pembusukan seperti disiram air panas. Busuk lesi ini berubah menjadi hitam dan dikelilingi warna kuning yang menyatu dan berkembang menjadi hawar daun yang meluas yang berakibat kematian tanaman (Gambar 2). Hal tersebut disebabkan oleh *P. cichorii* menginvasi ruang inter selular melalui stomata, mengkonsdensasi heterokromatin dan fragmentasi DNA dalam sel tanaman yang diinfeksi, sehingga jaringan yang terinfeksi menunjukkan gejala hawar (Hikichi *et al.* 2013).

EPIDEMIOLOGI PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI

P. cichorii tumbuh di daerah yang hangat, basah, dan lembab. Patogen ini menyebar dari satu tanaman ke tanaman lain atau dari satu lokasi ke lokasi lain terbawa air hujan, angin, dan menginfeksi permukaan daun yang basah. Patogen sering menyebar selama penyiraman *sprinkler* dan sistem irigasi *overhead* (Cottyn *et al.* 2011). Tanaman yang tumbuh di luar rumah dan terkena hujan menunjukkan bercak cokelat gelap hingga hitam di permukaan daun. Ketika tanaman terkena air dan kelembaban dalam jumlah terbatas, tepi daun menunjukkan lesi yang cekung di permukaan daun bagian atas dan bawah. Bintik-bintik dan tipe lesi yang berbeda ini sering membantu dalam identifikasi *P. cichorii*. Kelembaban bebas pada daun dapat mendorong perkembangan penyakit dan infeksi tanaman (Integrated Pest Management - IPM 2016). Patogen ini bersifat

Tabel 1. Karakteristik beberapa bakteri kelompok *fluorescens* terhadap uji LOPAT dan uji biokimia.

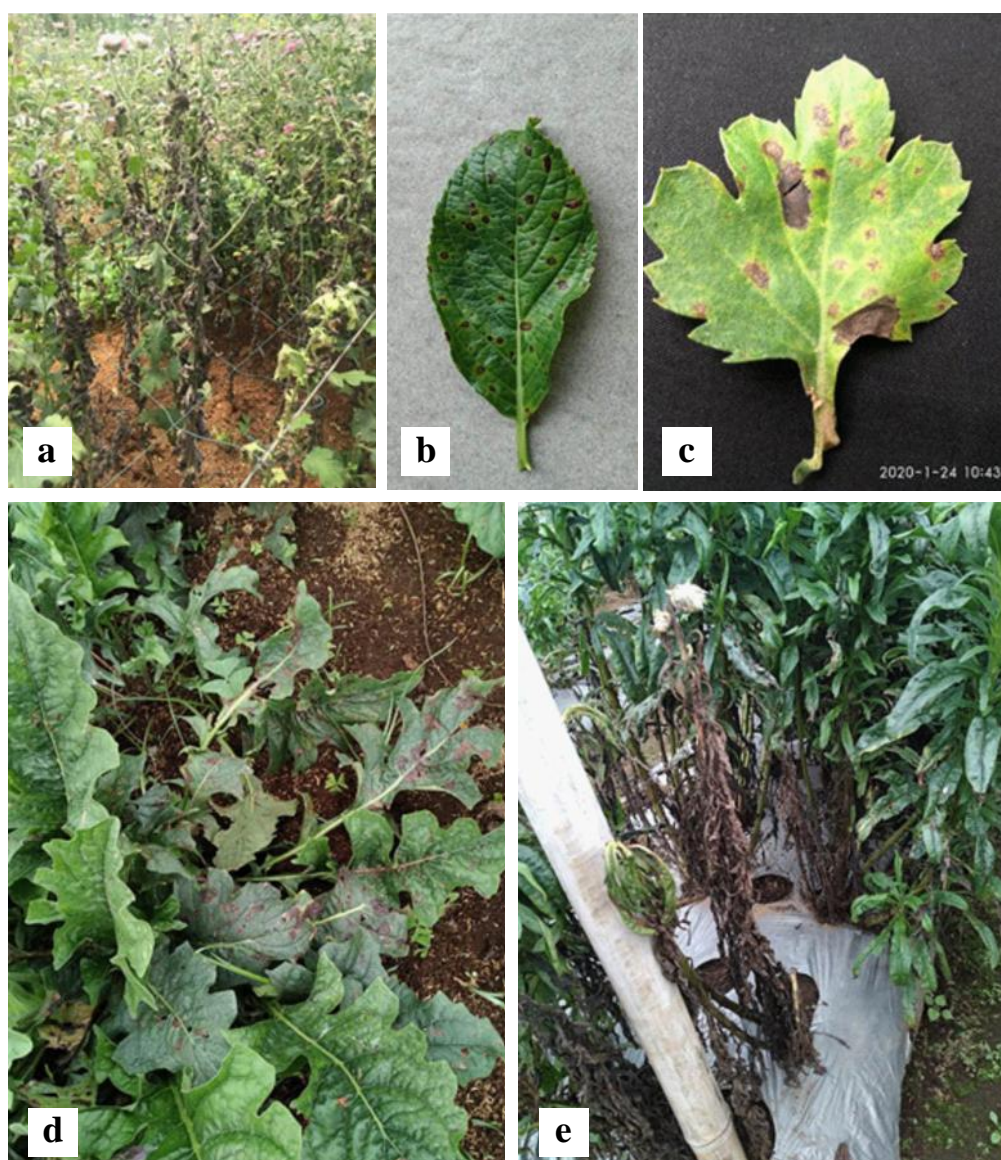
Spesies bakteri	Jenis pengujian									Group <i>Pseudo-</i> <i>monas</i>
	Uji LOPAT					Uji biokimia				
	Levan	Oxidase	Pectolytic activity	Arginine dihydrolase	Tobacco Hypersensitivity	2-keto gluconat production	egg yolk reaction	Nitrate reduction	Acid from sukrose	
<i>Pseudomonas syringae</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	Ia
<i>P. s</i> subsp. <i>savanastoi</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	Ib
<i>Pseudomonas viridiflava</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	II
<i>Pseudomonas cichorii</i>	-	+	-	-	+	-	-	d	-	III
<i>Pseudomonas marginalis</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	IVa
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	+	-	+	-	+	d	d	d	IVb
<i>Pseudomonas tolaasii</i>	-	+	-	+	-	+	+	-	-	Va
<i>Pseudomonas fluorescens saprophytic</i>	+	+	-	+	-	+	d	d	d	Vb

Keterangan: d = Hasil bervariasi, bergantung pada isolat bakteri yang diuji (positif atau negatif).
Sumber: Lelliott and Stead (1987).

Tabel 2. Nama ilmiah dan nama umum penyakit yang disebabkan oleh *P. cichorii*.

Nama umum	Nama ilmiah	Referensi
Bakteri hawar daun pada saledri	<i>Bacterium cichorii</i> Swingle	Elliot 1930
Bakteri bercak daun tomat	<i>Bacterium endiviae</i>	Kotte 1930
Bakteri hawar daun pada endive	<i>Bacterium formosanum</i>	Okabe 1935
Bakteri hawar mata tunas pada krisan	<i>Chlorobacter cichorii</i> (Swingle 1925)	Patel and Kulkarni 1951
Bakteri bercak daun krisan	<i>Phytomonas cichorii</i>	Swingle 1925
Bakteri busuk daun cabai	<i>Phytomonas endiviae</i> (Kotte)	Clara 1934
Bakteri bercak daun geranium	<i>Pseudomonas endiviae</i>	Kotte 1930
Bakteri insang jamur menetes	<i>Pseudomonas formosanum</i> (Okabe)	Krasil'nikov 1949
Bakteri nekrosis batang krisan	<i>Pseudomonas papaveris</i> (Takimoto)	Okabe and Goto 1955
Penyakit nekrosis empulur tomat	<i>P. cichorii</i>	Ruan <i>et al.</i> (2019)
Penyakit hawar bunga krisan	<i>Pseudomonas</i> spp.	Semangoen (1989)

Sumber: Hansen (2019).



Gambar 2. a. Gejala penularan *P. cichorii* pada krisan di kebun Petani Bpk Abdul Wadud, Selabintana Kabupaten Sukabumi; b. penularan *P. cichorii* pada daun Hortensia di Kebun Percobaan Segunung; c. gejala penularan *P. cichorii* pada daun krisan tanaman induk dataran rendah di Cianjur; d. gejala penularan *P. cichorii* pada gerbera di lahan petani Bpk Udin Suhanda Pasirlangu, Cisarua Kabupaten Bandung Barat; dan e. gejala penularan *P. cichorii* pada tanaman imoti di kebun milik *Grace Rose Farm* Parongpong Kabupaten Bandung Barat. (Sumber: Hanudin *et al.* 2020)

polifag, dan akan bertahan hidup pada tanah ketika tidak ada inang.

Berdasarkan pola perkembangan epidemi penyakit di lapangan, penyakit hawar daun bakteri pada tanaman krisan dapat digolongkan ke dalam kelompok penyakit yang mengikuti pola bunga berganda atau *multiple interest*. Hal tersebut ditunjukkan oleh daur hidup bakteri yang singkat, sehingga dalam satu periode pertumbuhan tanaman krisan terjadi beberapa kali perkembangan generasi bakteri. Ciri-ciri penyakit yang tergolong “berbunga ganda” sebagaimana yang diuraikan Suniti (2016) ialah: (1) inokulum bertambah dengan cepat; (2) Perkembangan bersifat logaritmik (eksponensial); (3) bagian tanaman yang mula-mula terkena infeksi akan menjadi sumber infeksi bagi tanaman sekitarnya; (4) nilai r mula-mula kecil, tetapi cepat meningkat. Beberapa contoh penyakit yang masuk ke dalam golongan ini adalah penyakit hawar daun *Pyricularia oryzae* yang menginfeksi tanaman padi. Penyakit lainnya yang juga menginfeksi tanaman padi adalah *Drechslera oryzae* dan *Cercospora oryzae*. Penyakit bulai *Peronosclerospora maydis* merusak tanaman jagung yang masih muda. Penyakit bercak daun *Helminthosporium maydis* dan *Puccinia maydis* merusak daun jagung pada saat tanaman sudah agak besar. *Cercospora arachidicola* dan *Cercospora personata* menginfeksi daun tanaman kacang tanah. *Phytophthora infestans* merusak tanaman kentang. *Oidium* menginfeksi daun tanaman karet. Penyakit cacar daun teh *Exobasidium vexan* menginfeksi daun muda tanaman teh. Penyakit karat *Phacopsora pachyrrhizi* merusak daun kedelai dan lain-lain. Semua penyakit tersebut memperbanyak diri secara aseksual dengan konidia, terutama disebarluaskan melalui perantara angin.

Pada penyakit yang berpola epidemi bunga berganda, sumber inokulum yang merupakan populasi awal tanaman sakit (X_0) berperan penting dalam menentukan populasi akhir tanaman sakit (X_t). Hal tersebut sesuai dengan rumus laju infeksi Van der Plank (1963) sebagai berikut:

$$X_t = X_0 \cdot e^{rt}$$

X_t	=	Proporsi tanaman sakit pada saat t
X_0	=	Proporsi tanaman sakit pada saat awal
e	=	Konstan, bilangan alam (2,718281828)
r	=	Laju infeksi
t	=	Waktu terjadinya epidemi

SEBARAN GEOGRAFIS PENYAKIT DAN TANAMAN INANG

Patogen hawar daun bakteri pertama kali ditemukan di Amerika Serikat pada daun tanaman endives sejenis lettuce (*Circhorium endivia*), sehingga bakteri ini mendapat julukan *Pseudomonas cichorii*, dan diidentifikasi pada tahun 1925 oleh Deane Bret Swingle (Cottyn *et al.* 2011). Selain menginfeksi daun, patogen

tersebut juga terdeteksi menginfeksi bunga yang disebut penyakit hawar bunga atau *flower blight* (Semangoen 1989).

Pada tahun 1970 *P. cichorii* dilaporkan menginfeksi tanaman selada dan tanaman lainnya di beberapa negara di Benua Asia, Afrika, Amerika, Eropa, dan Oceania. Dalam kurun waktu 1980-1983, patogen ini masuk ke Indonesia dan Malaysia, diduga melalui bibit krisan impor (Semangoen 1989). Hal ini merupakan salah satu cara penyebaran patogen jarak jauh, sedangkan penyebaran jarak dekat (antar pertanaman atau antar tanaman di dalam satu hamparan lahan) terjadi melalui tanah, air irigasi, perlakuan pemeliharaan, pakaian pekerja, dan peralatan pertanian. Fenomena ini dapat terjadi pada patogen yang berinteraksi dengan tanaman yang menjadi inangnya. Informasi jenis tanaman inang *P. cichorii*, nama negara, dan referensinya disajikan pada Tabel 3.

Dengan cara demikian, penyakit hawar daun bakteri dapat menyebar cepat ke lokasi pertanaman baru yang sebelumnya bebas penyakit. Penggunaan benih sehat dan alat pertanian yang steril merupakan salah satu langkah strategis untuk mencegah proses penyebaran patogen hawar daun bakteri dari suatu tempat ke tempat lain. Di samping itu, peran Badan Karantina Pertanian sangat diperlukan dalam membatasi penyebaran patogen.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 51/Permentan/KR.010/9/2015, 23 September 2015, tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) dan Lampiran Daftar OPTK Kelompok Bakteri 2018 disebutkan *P. cichorii* yang menginfeksi tanaman ketumbar (*Coriandrum sativum*) yang berasal dari Jerman dan Australia serta menginfeksi tanaman kopi yang berasal dari Kenya dan Brazil, merupakan OPTK kategori A1, yaitu OPTK yang belum ada di Indonesia. Sementara itu, *P. cichorii* yang menginfeksi tanaman brokoli (*Brassica oleraceae*) dan krisan dikategorikan ke dalam OPTK golongan A2, yaitu OPTK yang sudah ada di Indonesia namun masih terbatas di wilayah tertentu. Daerah sebar OPTK A2 untuk patogen tersebut ialah Cianjur, Sukabumi, Bandung Barat, dan Manado (Hanudin *et al.* 2020). Badan Karantina Pertanian mempunyai peran strategis dalam pembangunan pertanian sesuai dengan target Kementerian Pertanian, antara lain ketahanan pangan yang bebas dari ancaman hama penyakit dan masuknya produk impor yang tidak dikehendaki melalui pengawasan yang efektif di tempat-tempat pemasukan dan pengeluaran komoditas pertanian (Harpini 2018).

UPAYA PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT

Penyebaran *P. cichorii* dapat dicegah dengan mengatur pengairan dalam penyiraman daun. Sistem penyiraman daun tanaman seperti penggunaan *sprinkler overhead* dan penyiraman dengan selang dari bagian atas daun tidak dianjurkan dan harus diganti dengan sistem

Tabel 3. Beberapa jenis tanaman inang *P. cichorii* yang dilaporkan dari berbagai negara.

Nama lokasi ditemukan <i>P. cichorii</i>		Tanaman inang	Referensi
Benua	Negara		
Asia	China, Fujian	<i>Solanum lycopersicum</i>	Ruan <i>et al.</i> (2019)
	China, Hanian	<i>Cucumis sativus</i>	Fu <i>et al.</i> 2019
	China, Sichuan	<i>Luffa acutangula</i> = oyong	Li <i>et al.</i> (2014)
	China, Hanian	<i>Cucumis sativus</i>	Fu <i>et al.</i> 2019
	China, Sichuan	<i>Luffa acutangula</i> = oyong	Li <i>et al.</i> (2014)
	India, Delhi	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Trivedi <i>et al.</i> (1978)
	Indonesia, Jawa Barat	<i>Dendratherma grandiflora</i>	Suhardi <i>et al.</i> (2007)
	Iran	<i>Geranium aculeolatum</i>	Hassanzadeh (1993)
	Japan, Hokkaido	<i>Dendratherma grandiflora</i>	Horita (1993)
	Japan, Sikkoku	<i>Capsicum annuum</i>	Gappa-Adachi <i>et al.</i> 2014
	Korea Republik	<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>	Myung <i>et al.</i> (2013)
	Taiwan, ROC	<i>Ocimum basilicum</i>	Hseu <i>et al.</i> (2013); Tsai <i>et al.</i> (2014)
	Afrika	Burundi	<i>Solanum lycopersicum</i>
Tanzania		<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i> <i>Solanum lycopersicum</i>	Testen <i>et al.</i> (2015)
Amerika Utara	Alberta	<i>Triticum aestivum</i>	Piening and MacPherson (1985)
	Ontario	<i>Lactuca sativa</i>	Dhanvantari (1990)
Amerika Serikat	Alabama	<i>Magnolia grandiflora</i>	Mullen and Cobb (1984)
	California	<i>Lactuca sativa</i>	Grogan <i>et al.</i> (1977)
	Florida	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Elwakil and Mossler (2019)
	Georgia	<i>Rhododendron indicum</i>	Uddin and McCarter (1996)
	Hawaii	<i>Plumeria pudica</i>	Sugiyama <i>et al.</i> (2018)
	Louissiana	<i>Ocimum basilicum</i>	Holcomb and Cox (1998)
	New Jersey	<i>Ocimum basilicum</i>	Patel <i>et al.</i> (2019)
	Carolina Utara	<i>Dendratherma grandiflora</i>	Strider and Jones (1977)
	Tennessee	<i>Cucurbita maxima</i>	(Newberry <i>et al.</i> 2016)
Washington	<i>Lobelia ricardii</i>	Putnam (1999)	
Amerika Tengah dan Caribbean	Kuba	<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> ; <i>Abelmoschus esculentus</i>	Mariano <i>et al.</i> (1994)
Amerika Selatan	Argentina	<i>Apium graveolens</i>	Alippi (1996)
	Brasilia	<i>Amaranthus</i> sp	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Beta vulgaris</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Capsicum annuum</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Cichorium endivia</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Datura stramonium</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Gerbera jamesonii</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Helianthus annuus</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Impatiens walleriana</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	Mint (<i>Mentha</i> sp.)	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Petunia</i> x <i>hybrida</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Pisum sativum</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Philodendron</i> sp.	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Solanum melongena</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Zinnia elegans</i>	Marques <i>et al.</i> (2016)
	Brasilia	<i>Prunus persica</i>	Pinto de Torres and Carreno Ibanez (1983)
Eropa	Belanda	<i>Dendratherma grandiflora</i>	Janse (1987)
	Prancis	<i>Lactuca sativa</i>	
	Italia	<i>Lactuca sativa</i>	Matta and Garibaldi (1970)
	Macedonia	<i>Lactuca sativa</i>	
	Portugal	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> <i>Lactuca sativa</i>	Ferreira-Pinto and Oliveira (1993)
	Ukraina	<i>Panax ginseng</i>	Gvozdyak and Pendus (1988)
	Yunani	<i>Gerbera jamesonii</i>	Alivizatos (1986)
Oceania	New Zealand	<i>Apium graveolens</i> , dan <i>Solanum lycopersicum</i>	Young <i>et al.</i> (1987) Paula Wilkie and Dye (1974)

penyiraman melalui irigasi tanah atau irigasi tetes (*drip irrigation*). Sistem irigasi tanah sangat bermanfaat, karena dapat mencegah akumulasi air berlebih pada permukaan daun dan jaringan tanaman lainnya. Penggunaan irigasi tetes dapat mencegah penyebaran penyakit dengan menghindarkan aliran air ke permukaan tanaman. Irigasi tetes juga dapat membatasi kemampuan patogen tumbuh dan menginfeksi permukaan daun.

Pencegahan penyebaran penyakit juga dapat dilakukan melalui penyiraman tanaman pada pagi hari (Moorman 2016). Penyiraman pada pagi hari memberikan kesempatan pada permukaan tanaman untuk mengering sejalan dengan proses penguapan. Pencegahan berikutnya ialah dengan cara meminimalkan percikan daun. Hal ini mengurangi kemungkinan air yang membawa propagul patogen menyebar ke inang lain. Selain melakukan penyiraman pagi hari, penyebaran patogen juga dapat dilakukan dengan sanitasi kebun. Pekerja yang menangani tanaman sakit dianjurkan mencuci tangan dan menyimpan bahan tanaman yang terinfeksi dari areal yang tidak terinfeksi. Stek dan benih yang terinfeksi tidak boleh ditanam atau disimpan di dekat lahan yang tidak terinfeksi karena patogen dapat tertular ke tanaman lain di dekat tanaman sakit (Moorman 2016).

Hasil penelitian menunjukkan *P. cichorii* dapat dikendalikan melalui berbagai cara penggabungan berbagai teknik pengendalian. Metode pengendalian tersebut ialah:

(1) Penggunaan varietas tahan

Penggunaan varietas tahan merupakan langkah strategis untuk mengurangi sumber inokulum penyakit hawar daun bakteri pada krisan, karena metode tersebut paling murah, mudah diadopsi petani, dan kompatibel dengan cara pengendalian lainnya. Berdasarkan sifatnya, ketahanan tanaman terhadap suatu patogen dibagi menjadi dua tipe, yaitu ketahanan vertikal (*vertical resistance*) dan ketahanan horizontal (*horizontal resistance*). Ketahanan vertikal mengurangi inokulum awal yang efektif dari epidemik awal, sehingga menunda penularan penyakit. Ketahanan vertikal umumnya berada pada derajat ketahanan yang tinggi dan dikendalikan oleh gen mayor atau oligogen yang sedikit stabil. Ketahanan horizontal atau ketahanan lateral akan terjadi apabila tanaman inang sama efektifnya terhadap semua ras penyakit. Daya kerja tanaman yang memiliki ketahanan horizontal menurunkan epidemik setelah terjadinya penularan. Varietas tahan horizontal dikendalikan oleh beberapa gen polygenik atau gen minor, masing-masing dengan sumbangan yang kecil terhadap ketahanan. Ketahanan horizontal bersifat moderat, tidak menimbulkan tekanan yang tinggi terhadap serangga atau patogen, sehingga penggunaan varietas tahan horizontal lebih stabil atau lestari (Lozoya-Saldaña 2011). Sifat lain ketahanan vertikal sangat kuat terhadap satu spesies hama atau patogen, tetapi mudah patah terhadap biotipe dan patotipe baru, sedangkan ketahanan

horizontal bersifat ganda, tahan terhadap beberapa spesies hama dan patogen (Sofialena 2017).

Potensi menghasilkan tanaman yang tahan terhadap *P. cichorii* telah dilakukan oleh para peneliti di berbagai negara. Di Amerika Serikat, krisan varietas Diamond, Foxy, Golden Dream, Minngopher, Minnpink, Starlet, Goldstrike, Goldstone, dan Golden Tranquility dilaporkan tahan terhadap *P. Cichorii* (Jones and Benson 1986). Sementara di Indonesia, Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) telah mengoleksi ratusan plasma nutfah krisan sebagai sumber genetik ketahanan terhadap patogen tersebut. Varietas krisan yang toleran terhadap *P. cichorii* di antaranya varietas Puspita Nusantara, Puspa Kania, Dwina Kencana, Dwina Pelangi, Pasopati, Paras Ratu, dan Wastu Kania (Marwoto *et al.* 2009). Gen-gen yang diduga mengendalikan sifat tahan dapat dipindahkan atau dikombinasikan dengan gen yang lain melalui persilangan konvensional, bantuan mutasi sinar gamma atau teknik bioteknologi lainnya.

(2) Perompesan daun tua dan sanitasi kebun

Petani di Indonesia umumnya melakukan perompesan daun-daun tua dan daun terinfeksi patogen. Hal ini merupakan tindakan untuk memutus siklus hidup dan mengurangi sumber inokulum patogen. Sejalan dengan itu, Wick (2020) melaporkan sanitasi kebun merupakan prinsip manajemen penyakit yang paling penting, karena dengan sanitasi semua patogen yang menginfeksi tanaman (daun dan ranting) akan dibuang dan dimusnahkan. Perompesan dan pemusnahan daun tua atau yang terinfeksi patogen juga dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen. Suhardi *et al.* (2003) melaporkan perompesan daun terbukti mampu menurunkan intensitas penularan penyakit karat pada krisan berkisar antara 3-44%. Pengamatan intensitas penularan penyakit tersebut dilakukan satu minggu sebelum dan setelah perompesan.

(3) Penggunaan mikroba antagonis

Mikroba antagonis yang terdapat pada sistem perakaran tanaman atau rizobakteri merupakan kelompok bakteri yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung (Vishwakarma *et al.* 2018). Rizobakteri juga memberi efek antagonis terhadap patogen tanaman melalui beberapa cara yaitu produksi siderofor, enzim kitinase, parasitisme, kompetisi sumber nutrisi, serta menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik (Verma *et al.* 2010). Bakteri indigenous lebih baik diintroduksi pada tanaman, sebab bakteri indigenous lebih dapat beradaptasi pada lingkungan dan lebih kompetitif dibanding bakteri non-indigenous (Bhattarai, 1993). Penapisan terhadap sejumlah rizobakteri indigenous dari berbagai lahan ultisol di Sulawesi Selatan dan Tenggara mampu memacu pertumbuhan tanaman dan menghambat patogen tular

tanah (Khaeruni *et al.* 2011) Rizobakteri merupakan kelompok bakteri yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung (Vishwakarma *et al.* 2018). Rizobakteri juga memberi efek antagonis terhadap patogen tanaman melalui beberapa cara yaitu produksi siderofor, enzim kitinase, parasitisme, kompetisi sumber nutrisi, serta menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik (Verma *et al.* 2010). Bakteri indigenous lebih baik diintroduksi pada tanaman, sebab bakteri indigenous lebih dapat beradaptasi pada lingkungan dan lebih kompetitif dibanding bakteri non-indigenous (Bhattarai 1993). Penapisan terhadap sejumlah rizobakteri indigenous dari berbagai lahan ultisol di Sulawesi Selatan dan Tenggara mampu memacu pertumbuhan tanaman dan menghambat patogen tular tanah (Khaeruni *et al.* 2011).

Mikrob antagonis yang banyak dilaporkan sebagai agens biologi adalah rizobakteria dari kelompok *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). Mikrob tersebut merupakan kelompok bakteri yang berasosiasi secara alami pada akar tanaman inang dan berkemampuan memperbaiki pertumbuhan serta dapat mengendalikan patogen tanaman secara langsung maupun tidak langsung (Vishwakarma *et al.* 2018). Mekanisme kerja PGPR secara langsung melalui kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi (nitrogen, fosfor, kalium, fitohormon, dan elemen lainnya). Melalui mekanisme secara tidak langsung, PGPR memproduksi enzim hidrolitik, siderofor, HCN, menginduksi gen ketahanan, dan antibiotik (Hanudin *et al.* 2017).

Beberapa senyawa antibiotik yang dihasilkan sejumlah rizobakteri dan berhasil diidentifikasi meliputi amphisin, 2,4-dizcetylphloroglucinol (DAPG), oomycin A, phenazine, pyoluteorin, pyrrolnitrin, tensin, tropolone, dan cyclic lipopeptide yang dihasilkan kelompok *Pseudomonas* (Loper and Gross 2007) dan oligomycin A, kanosamine, zwittermicin A, dan zanthobaccin yang dihasilkan *Bacillus*, *Streptomyces*, dan *Stenotrophomonas* sp. yang dapat menghambat proliferasi patogen (umumnya cendawan patogen) (Compant *et al.* 2005). Namun, beberapa laporan menunjukkan mikroorganisme patogen juga dapat membangun mekanisme resistensi terhadap antibiotik tertentu karena terlalu seringnya PGPR digunakan. Untuk menghindari hal ini disarankan pengendalian penyakit dilakukan dengan mengaplikasikan kombinasi lebih dari satu jenis PGPR yang kompatibel sehingga dapat mensintesis lebih dari satu jenis antibiotik (Souza *et al.* 2003). Selain antibiotik, PGPR juga diketahui dapat memproduksi hidrogen sianida (HCN) yang dilaporkan efektif mengendalikan busuk akar yang disebabkan oleh *Thielaviopsis basicola* (Sacherer *et al.* 1994).

Bacillus subtilis, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Serratia* spp. merupakan PGPR yang hidup pada sistem perakaran tanaman inang, dan berpotensi sebagai agen

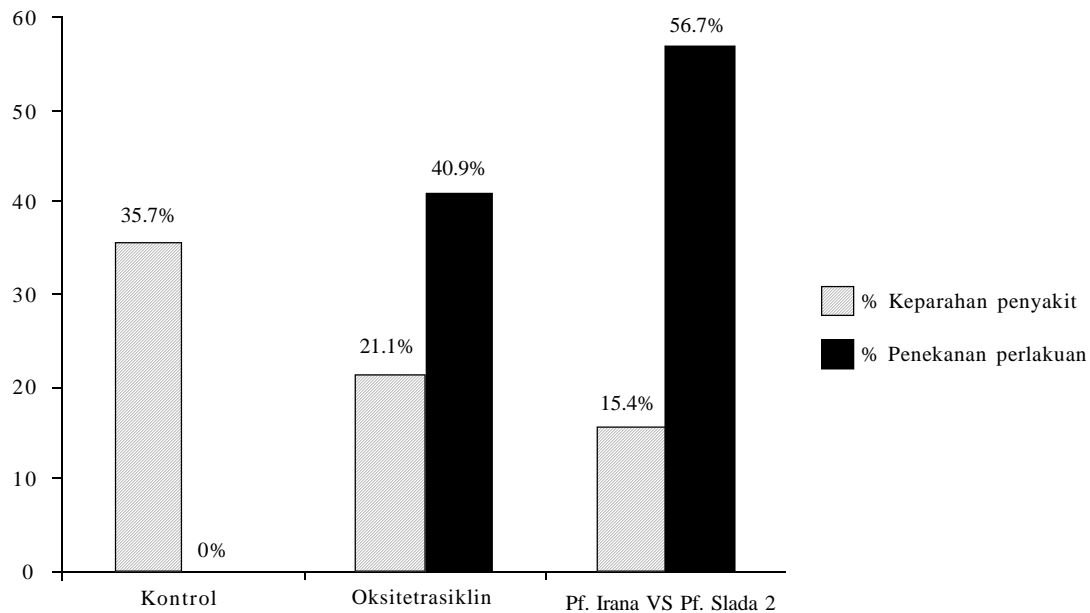
pengendali patogen pada berbagai tanaman (Sutariati dan Wahab 2010; Taufiq *et al.* 2010), sehingga dapat digunakan sebagai bahan aktif biopestisida (Djatinika 2012). Aplikasi *B. subtilis* MI600, *B. subtilis* GBO3, dan *B. amyloliquefaciens* IN937 dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat dan mengendalikan berbagai patogen seperti *Xanthomonas euvesicatoria*, *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici* dan *P. cichorii* di rumah kaca, lapangan, dan kondisi lingkungan yang terkendali (Diaz 2006).

Rizobakteri *Pseudomonas* dari kelompok *fluorescens* yang dikombinasikan dengan *B. subtilis* yang diformulasi dalam bentuk biopestisida cair, efektif mengendalikan penyakit akar bengkak *Plasmodiophora brassicae* Worr., dan *Ralstonia solanacearum* EF Smith pada tanaman caisim dan tomat (Hanudin dan Marwoto 2003), dan penyakit rebah kecambah (*Pythium aphanidermatum*) pada tanaman cabai (Nakkeeran *et al.* 2006). Kombinasi antarspesies *P. fluorescens*, yaitu gabungan antara Pf. yang diisolasi dari krisan varietas Irana dan Pf dari rizosfer tanaman Slada₂ menunjukkan tingkat penularan penyakit hawar daun bakteri terendah (15,4%) dengan penekanan paling besar (56,7%) dibanding perlakuan bakterisida kimia sintetik (oksitetrasiklin) dan kontrol, dengan keparahan penyakit dan penekanan masing-masing perlakuan 21,1% dan 40,9% serta 35,7% dan 0% (Gambar 3).

Aplikasi Bakterisida Kimia Sintetik

Pengendalian *P. cichorii* menggunakan bakterisida kimia sintetik telah dilakukan di beberapa negara. Di Amerika Serikat, bakterisida berbahan aktif hydrogen peroxide dan peroxyacetic acid sangat efektif mengendalikan hawar daun bakteri pada tanaman krisan. Bakterisida tersebut bersifat preventif, diaplikasikan melalui penyemprotan daun dengan konsentrasi 0,1% dengan interval 5-7 hari sekali (Choppakatla 2015). Hansen (2019) dan Raid (2004) juga telah mencoba penggunaan bakterisida kimia sintetik atau pestisida berbahan aktif tembaga dan Streptomisin. Hasilnya bervariasi, terutama pada musim hujan yang sangat ekstrim. Sejalan dengan itu, Virginia Tech. (2015) melaporkan penggunaan bakterisida kimia sintetik tidak selalu berhasil untuk menekan *P. cichorii* apabila faktor lingkungan sangat mendukung patogen.

Berdasarkan uraian di atas dan fakta di lapangan, upaya pencegahan dan pengendalian penyakit hawar daun bakteri di Indonesia disarankan secara terpadu. Upaya pencegahan dapat dilakukan dengan melaksanakan pengawasan yang ketat dari pihak Karantina Pertanian terhadap mobilisasi material tanaman dari suatu tempat ke tempat lainnya. Penggunaan benih yang sehat, toleran terhadap patogen, sanitasi kebun terjaga, dan pemeliharaan tanaman yang optimal (perompesan daun tua atau tanaman terinfeksi patogen,



Gambar 3. Tingkat keparahan penyakit hawar daun bakteri pada krisan varietas Socakawani pada umur 79 HST (49 HSI) pada perlakuan kontrol, oksitetrasiklin, dan kombinasi *P. fluorescens* isolat Pf. Irana dan Pf. Slada (Sumber: Hanudin *et al.* 2020).

penyiram pagi hari, pemupukan berimbang, dan aplikasi bakterisida kimia sintetik atau biobakterisida berbahan aktif PGPR) diharapkan dapat menekan kerusakan tanaman dan meminimisasi kerugian akibat penularan *P. cichorii*.

KESIMPULAN

P. cichorii bergram negatif yang berbentuk batang berukuran 0,8-1,3 μm , berflagella polar satu atau lebih. Pada media King'B, bakteri tersebut menunjukkan warna koloni hijau berpendar, reaksi levan negatif, oksidase positif, pembusukan kentang negatif, dihidrolasi arginine negatif, dan hipersensitifitas pada daun tembakau positif. Karakteristik gejala umum penularan *P. cichorii* pada tanaman krisan adalah daun tampak bercak yang diikuti pembusukan seperti disiram air panas.

Tindakan pencegahan yang paling efektif adalah melalui perompesan daun terinfeksi, penyiraman tanaman pada pagi hari, aplikasi biobakterisida berbahan aktif mikroba antagonis *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Corynebacterium*, serta bakterisida sintetik berbahan aktif tembaga, Hydrogen Peroxide dan Peroxyacetic Acid, dan Streptomisin. Penanaman varietas toleran *P. cichorii* seperti Puspita Nusantara, Puspa Kania, Dwina Kencana, Dwina Pelangi, Pasopati, Paras Ratu, dan Wastu Kania dinilai efektif dan efisien

DAFTAR PUSTAKA

- Alemu, F. (2013). Isolation of *Pseudomonas fluorescens* species from rhizospheric soil of faba bean and assessment of their siderophores production. *International Journal of Advanced Research* **1**(8):203–210.
- Alippi, A.M. (1996). First report of bacterial spot of celery caused by *Pseudomonas cichorii* in Argentina. *Plant Disease* **80**(5):599.
- Alivizatos, A.S. (1986). *Pseudomonas cichorii* on *Gerbera jamesonii* in Greece. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* **15**(1):81–84.
- Allex, D. and Rat, B. (1990). Les bactTrioses des salades un problFme omniprTsent. *P.H.M. Revue Horticole* (310):45–50.
- Amorin, L., BASF, and Kimati, H. (2005). Manual de Fitopatologia. *Sao Paulo Agronomica Ceres*. p. 633.
- Arsenijevic, M. (1990). Bacteria causing cauliflower and lettuce head rot in Yugoslavia. *Zastita Bilja* **41**(1): 21–29.
- Choppakatla, V. K. (2015). Ornamental Pest Control Solutions from BioSafe Systems: An Overview of ProductLine. [http://ir4.rutgers.edu/Ornamental/Ornamental Workshop presentations/2015_BioSafe.pdf](http://ir4.rutgers.edu/Ornamental/Ornamental%20Workshop%20presentations/2015_BioSafe.pdf).
- Compant, S., Reiter, B.J., Nowak, A., Sessitsch, C., Clément and Barka, E.A. (2005). Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth promoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PJSN. *Applied and Environmental Microbiology* **71**(4):1685–1693. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/aem.71.4.1685>.
- Cottyn, B, Baeyen, S, Pauwelyn, E, Verbaendert, I, Vos P. D., Bleyaert, P., Höfte, M, and Maes, M. (2011). Development of a real time PCR assay for *Pseudomonas cichorii*, the causal agent of midrib rot in greenhouse grown lettuce, and its detection in irrigating water. *Plant Pathology* **60**(3):453–461. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02388.x>.
- Daughtrey, M. (1980). A Bacterial Disease of Chrysanthemum (and Geranium). *Bulletin New York State Flower Industries, Inc.*(122).

- Dhanvantari, B.N. (1990). Occurrence of bacterial stem rot caused by *Pseudomonas cichorii* in greenhouse-grown lettuce in Ontario. *Plant Disease* **74**(5):394.
- Diaz, C.N. (2006). *Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Integrated Disease Management and Productivity of Tomato. Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of the Ohio State Univer.*
- Djatnika, I. (2012). Seleksi bakteri antagonis untuk mengendalikan layu Fusarium pada tanaman Phalaenopsis. *J. Hort.* **22**(3):276–84.
- Duveiller, E. (1986). Bacterial rot of witloof chicory caused by *Pseudomonas cichorii* in Burundi. *Parasitica* **42**(2):55–57.
- Elwakil, W.M. and Mossler, M. (2019). Florida Crop/Pest Management Profile: Cabbage. CIR1256, one of a series of the Agronomy Department, UF/IFAS Extension. *Original Publication Date September 2000. Reviewed March 2019.*
- Ferreira-Pinto, M.M. and Oliveira, H. (1993). A new bacterial disease of lettuce in Portugal caused by *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp. *Phytopathologia Mediterranea* **32**(3): 249–253.
- Fu, X.Y., Zhang, R.Y., Tan, Z.Q., Liu, T. and Peng, Z.Q. (2019). First report of bacterial leaf spot of cucumber caused by *Pseudomonas cichorii* in China. *Plant Disease* **103**(1):147–148.
- Gappa-Adachi, R., Morita, Y., Shimomoto, Y. and Takeuchi, S. (2014). Bacterial leaf blight of sweet pepper (*Capsicum annuum*) caused by *Pseudomonas cichorii* in Japan. *Journal of General Plant Pathology* **80**(1):103–107.
- Grogan, R., Misaghi, I., Kimble, K., Greathead, A., Ririe, D. and Bardin, R. (1977). Varnish spot, destructive disease of lettuce in California caused by *Pseudomonas cichorii*. *Phytopathology* **67**(8):957–960.
- Gvozdyak, R.I. and Pendus, N.I. (1988). Bacterial diseases of ginseng leaves in the Ukraine. *Mikrobiologicheskii Zhurnal* **50**(3):52–55.
- Hansen, M.A. (2019). *Pseudomonas cichorii* (bacterial blight of endive); symptoms on sage (*Salvia* spp). CABI. Invasive Species Compendium. Last modified 21 November 2019. [Cabi.org/isc.datasheet/44942](http://isc.datasheet/44942).
- Hanudin, Budiarto, K. and 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.
- Hanudin dan Marwoto, B. (2003). Pengendalian penyakit layu bakteri dan akar gada pada tomat dan caisim menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Hortikultura* (13):58-66.
- Hanudin, Nuryani, W., Diningsih, E., Rahardjo, I.B., Sanjaya, L.L. and Marwoto, B. (2020). Compatibility of Antagonistic Bacteria in Control of Bacterial Leaf Blight (*Pseudomonas cichorii*) in Chrysanthemum. Draft Proceeding International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals. *IPB International Convention Center, Bogor Agricultural UUniversity, Bogor Indonesia, July 22nd – 24th 2020.*
- Harpini, B. (2018). *Pedoman Umum Pelaksanaan Kegiatan Dan Anggaran Badan Karantina Pertanian Tahun Anggaran 2018. Badan Karantina Pertanian. Jl. Harsono RM No. 3 Ragunan, Jakarta Selatan, 12550. Http://124.81.126.57/Handle/123456789/5410.*
- Hassanzadeh, N. (1993). Taxonomic study on some bacterial plant pathogens in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology* **60**(1–2):17–18.
- Hikichi, Y., Wali, U.M., K., O. and Kiba, A. (2013). Mechanism of disease development caused by a multihost plant bacterium, *Pseudomonas cichorii*, and its virulence diversity. *Journal of General Plant Pathology* **79**:379– 89.
- Holcomb, G. and Cox, P.J. (1998). First report of basil leaf spot caused by *Pseudomonas cichorii* in Louisiana and cultivar screening results. *Plant Disease* **82**(11):1283; 3 ref.
- Horita, H. (1993). *Occurrence of Bacterial Leaf Spot Disease of Chrysanthemum Incited by Pseudomonas Cichorii (Swingle) Stapp in Hokkaido. Horita, H. (1993). Occurrence of Bacterial Leaf Spot Disease of Chrysanthemum Incited by Pseudomonas Cichorii (Swingle) Stapp in Hokkai.*
- Hseu, S.H., Sung, C.J., Tsai, S.F. and Hsu, S.Y. (2013). Occurrence and identification of bacterial leaf spot of Basil found in Taiwan. *Plant Pathology Bulletin* **22**(2):93–103.
- Inou, T., Kajihara, H., Muramoto, K., Yoshioka, R. and Sawada, H. (2013). Fruit rot, a new symptom of okra bacterial blight caused by *Pseudomonas cichorii*. *Japanese Journal Phytopathology* **79**:99–104.
- Integrated Pest Management (IPM) (2016). *Reports on Plant Diseases: Bacterial Diseases of Geranium. Http://Ipm.Illinois.Edu/Diseases/Series600/Rpd607/. Retrieved 2016-11-17. Diunduh 3.2.2020.*
- Janse, J.D. (1987). Biology of *Pseudomonas cichorii* in chrysanthemum. *EPPO Bulletin* **17**(3):321–333. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1987.tb00045.x>.
- Jones, J.B., Randhawa, P.S. and Sasser, M. (1990). Selective isolation of *Pseudomonas cichorii* from soil and from leaves and buds of *Dendratheuma grandiflora*. *Plant Dis* **74**:300–303.
- Jones, R.K. and Benson, D.M. (1986). *Bacterial Leaf Spot and Bud Blight of Chrysanthemum. Https://Hortscans.Ces.Ncsu.Edu/Uploads/b/a/Bacteria_53e10a996ff13.Pdf.*
- Kusnadi (2019). *Dasar-Dasar Bakteriologi. Https://Studylibid.Com/Doc/514965/Dasar-Dasar-Bakteriologi, Diunduh 31 Januari 2020.*
- Lelliott, R.A. and Stead, D.E. (1987). *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. British Society for Plant Pathology by Blackwell Scientific Publications. London WC1N 2ES. ISBN 0-632-01233-1.*
- Li, B.J., Li, H.L., Shi, Y.X. and Xie, X.W. (2014). First report of *Pseudomonas cichorii* causing leaf spot of vegetable sponge gourd in China. *Plant Disease* **98**(1):153.
- Liu, Y. and He, F. (2019). Incorporating the disease triangle framework for testing the effect of soil borne pathogens on tree species diversity Gallery, R. (ed.). *Functional Ecology* **33**(7): 1211–1222. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13345>.
- Loper, J.E. and Gross, H. (2007). Genomic analysis of antifungal metabolite production by *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. *European Journal of Plant Pathology* **119**:265–278. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1005/s10658-007-9179-8>.
- Lozoya-Saldaña, H. (2011). Evolution of vertical and horizontal resistance and its application in breeding resistance to potato late blight. *Potato Journal* **38**(1): 1–8.
- Mariano, R.L.R., Reis, A. and Michereff, S.J. (1994). Diseases caused by bacteria on artichoke, lettuce, chicory, strawberry and okra. *Informe Agropecua'acute-rio (Belo Horizonte)* **17**(182):13–16.
- Markiewicz, Z. and Popowska, M. (2011). An Update on Some Structural Aspects of the Mighty Miniwall. *Polish Journal of Microbiology* **60**(3):181–186.
- Marques, E., Borges, R.C. and Uesugi, C.H. (2016). Identification and pathogenicity of *Pseudomonas cichorii* associated with a bacterial blight of gerbera in the Federal District. *Horticultura Brasileira* **34**(2):244–248. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016000200015>.
- Marwoto, B., Sanjaya, L., Kurniasih, D., Yulianto, K., Darliah., Badraih, S.D. and Dewanti, M. (2009). *Fasilitasi Pelepasan Varietas Unggul Non Anggrek (Lili, Anthurium, Krisan, Mawar, Gladiol, Dan Anyelir). Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Hias T. A. 2009.*

- Matta, A. and Garibaldi, A. (1970). La batteriosi delle insalate causata da *Pseudomonas cichorii*. *Informatore Fitopatologico* **20**:353–354.
- Moorman, G.W. (2016). *Chrysanthemum – Bacterial Leaf Spot (Pseudomonas Cichorii) UMass Amherst Negreenhouseupdate*. *Negreenhouseupdate.Info*.
- Mullen, J.M. and Cobb, G.S. (1984). Leaf spot of southern magnolia caused by *Pseudomonas cichorii*. *Plant Disease* **68**(11):1013–1015.
- Myung, I.S., Choi, J.K., Lee, J.Y., Yoon, M.J., Hwang, E.Y. and Shim, H.S. (2013). First report of bacterial leaf spot of witloof, caused by *Pseudomonas cichorii* in Korea. *Plant Disease* **97**(10):1376.
- Nakkeeran, S., Kavitha, K., Chandrasekar, G., Renukadevi, P. and Fernando, W.G.D. (2006). Induction of plant defense compound by *Pseudomonas chlororaphis* PA 23 and *Bacillus subtilis* BSCBE 4 in controlling damping-off of hot pepper caused by *Pythium aphanidermatum*. *Biocontrol Sci. and Technol.* **16**(4):403–16.
- Newberry, E.A., Paret, M.L., Jones, J.B. and Bost, S.C. (2016). First report of leaf spot of pumpkin caused by *Pseudomonas cichorii* in Tennessee. *Plant Disease* **100**(11):2159–2160.
- Patel, N., Kobayashi, D.Y., Noto, A.J., Baldwin, A.C., Simon, J.E. and Wyenandt, C.A. (2019). First Report of *Pseudomonas cichorii* Causing Bacterial Leaf Spot on Sweet Basil (*Ocimum basilicum*) in New Jersey. *Plant Disease* **103**(10):2666–2666. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0895-PDN>.
- Paula Wilkie, J. and Dye, D.W. (1974). *Pseudomonas cichorii* causing tomato and celery diseases in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **17**(2):123–130. doi: <https://doi.org/10.1080/00288233.1974.10420990>.
- Pedro, De. M.A. and Cava, F. (2015). Structural constraints and dynamics of bacterial cell wall architecture. *Frontiers in Microbiology* **6**. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00449>.
- Piening, L.J. and MacPherson, D.J. (1985). Stem melanosis, a disease of spring wheat caused by *Pseudomonas cichorii*. *Canadian Journal of Plant Pathology* **7**(2):168–172.
- Pinto de Torres, A. and Carreno Ibanez, I. (1983). *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp, associated with gummy spots on Armking nectarines; locality Padre Hurtado, Chile. *Agricultura Tecnica* **43**(3): 283–284.
- Putnam, M.L. (1999). Bacterial blight, a new disease of *Lobelia ricardii* caused by *Pseudomonas cichorii*. *Plant Disease* **83**(10): 966.
- Raid, R.N. (2004). *Celery Diseases and Their Managment, Dalam Naqvi, S.A.M.H. 2004. Diseases of Fruit and Vegetables/ : Diagnosis and Management. Vol. I. Kluwer Academic Publisher. USA. ISBN/ : 1-4020-2606-4.*
- Ruan, H., Shi, N., Du, Y., Chen, F., Yang, X., Gan, L. and Dai, Y. (2019). First report of *Pseudomonas cichorii* causing tomato pith necrosis in Fujian Province, China. *Plant Disease* **103**(1):145.
- Sacherer, P., Deifago, G. and Haas, D. (1994). Extracellular protease and phospholipase C are controlled by the global regulatory gene *gacA* in the biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* CHA0. *FEMS Microbiology Letters* **116**:155–160.
- Semangoen, H. (1989). *Penyakit-Penyakit Tanaman Krisan. Dalam Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Gadjah Mada University Press. P.O. Box. 14 Bulaksumur, Yogyakarta. Cetakan Pertama. ISBN, 979-420-137-5.*
- Sherif, M. (2014). *Bacteria. Structure. Shape. Presentation Description. (Http://Www. Authorstream.Com/Presentation/Aq32-1271280-Lecture-No-2-Bacteria-Structure-Shape/ Diunduh, 3-2-2020.*
- Sofialena (2017). *Segitiga Penyakit Tanaman. Mulawarman University Press. Samarinda. Mulawarman University PRESS, 90 hlm. LPPM Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75123.*
- Swingle, D. B. (1925). Center rot of French endive or wilt of chicory (*Cichorium intybus* L.). *Phytopathology*, **15**, 730.
- Souza, De. J. T., Weller, D.M. and Raaijmakers, J.M. (2003). Frequency, diversity, and activity of 2,4-diacetylphloroglucinol producing *Fluorescent pseudomonas* spp. in Dutch take-all decline soils. *Phytopathology* **93**(1):54–63. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/phyto.2003.93.1.54>.
- Stapp, C. (1928). *Chizomyces (Spaltpilze Oder Bakterien)*. In P. S o r a u e r (Ed .), *Handbuch Der Pflanzenkrankheiten*(Pp. 1–295).
- Strider, D.L. and Jones, R.K. (1977). Bacterial leaf spot and bud blight of chrysanthemum. *North Carolina Flower Growers' Bulletin* **21**:7–8.
- Sugiyama, L.S., Bushe, B.C., Heller, W.P. and Keith, L.M. (2018). First Report of *Pseudomonas cichorii* Causing Bacterial Leaf Blight of *Plumeria pudica* in Hawaii. *Plant Disease* **102**(5):1025–1025. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-17-1771-PDN>.
- Suhardi, Hanudin, Handayati, W., dan Saepulloh, A. (2007). Skrining Kemangkusan Mikroba Antagonis terhadap Penyakit pada Tanaman Krisan. *J. Hort.* **17**(2):175–180. doi: <https://doi.org/10.21082/jhort.v17n2.2007.p%p>.
- Suhardi, Sarwana, R.T., Saefullah, A. and Hanudin (2003). *Pengendalian Penyakit Karat (Puccinia horiana) pada Krisan dengan Varietas Tahan, Perompesan, dan Fungisida. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Hias T. A. 2003, 7 hlm.*
- Suniti, N.W. (2016). *Buku Ajar Epidemiologi Penyakit Tumbuhan. Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar, Bali.*
- Sutariati, G.A.K. dan Wahab, A. (2010). Isolasi dan uji kemampuan rizobakteri indigenous sebagai agensia pengendali hayati penyakit pada tanaman cabai. *J. Hort.* **20**(1):86–95.
- Swingle, D.B. (1925). *Center Rot of French Endive or Wilt Ofchicory (Cichorium intybus L.)*. *Phytopathology*, **15**, 730.
- Taufiq, M.A., Wahab, A. dan Hidayat, S.H. (2010). Mekanisme ketahanan terinduksi oleh plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) pada tanaman cabai terinfeksi cucumber mosaic virus (CMV). *J. Hort.* **20**(3): 274–83.
- Testen, A.L., Nahson, J., Mamiro, D.P. and Miller, S.A. (2015). First report of tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas cichorii* in Tanzania. *Plant Disease* **99**(7): 1035.
- Trivedi, B.M., Patel, P.N. and Verma, J.P. (1978). Zonate spot of cabbage in India. *Science and Culture* **44**(4):182–183.
- Tsai, C.H., PaoJen, A., YunSheng, L., MeiDe, C., ShuLing, H. and YuHua, P. (2014). Occurrence of bacterial leaf spot of tomato caused by *Pseudomonas cichorii* in Taiwan. *Journal of Taiwan Agricultural Research* **63**(2):143–150.
- Uddin, W. and McCarter, S.M. (1996). First report of *Rhododendron* leaf spot caused by *Pseudomonas cichorii*. *Plant Disease* **80**(8):960.
- Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Diseases. Epidemics and Control. Academic Press, New York and London.*
- Virginia Tech. (2015). Bacterial leaf blight caused by *Pseudomonas cichorii*. December 2015. Retrieved 2019-06-20.
- Vishwakarma, K., Kumar, V., Tripathi, D.K. and Sharma, S. (2018). Characterization of rhizobacterial isolates from *Brassica juncea* for multitrait plant growth promotion and their viability studies on carriers. *Environmental Sustainability* **1**:253–265.
- Wick, R. (2020). *Chrysanthemum–Bacterial Leaf Spot (Pseudomonas Cichorii)*. Available at: <https://ag.umass.edu/>

- greenhouse-floriculture/photos/chrysanthemum-bacterial-leaf-spot-pseudomonas-cichorii.
- Young, J.M., Watson, D.R.W., Fletcher, M.J. and Kemp, W.J. (1987). Isolation of *Pseudomonas cichorii* from plants in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **30**(4):511–516. doi: <https://doi.org/10.1080/00288233.1987.10417966>.
- Yu, S.M. (2012). First report of *Pseudomonas cichorii* associated with leaf spot on soybean in South Korea. *Plant Disease* **96**(142).
- Zhang, S. and Fu, Y. (2013). First Report of Bacterial Leaf Spot on *Cichorium intybus* Caused by *Pseudomonas cichorii* in Florida. *Plant Disease* **97**(6):837–837. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-12-1185-PDN>.