

## Identifikasi Fitoplasma pada Wortel (*Daucus carota* L.) dan Wereng yang Berasosiasi dengan Penyakit Kuning di Bogor dan Bandung, Jawa Barat

### Identification of Phytoplasmas on Carrot (*Daucus carota* L.) and Leafhopper Associated with Yellow Disease in Bogor and Bandung, West Java

Isti Wulandari, Kikin Hamzah Mutaqin,  
Giyanto, Sri Hendrastuti Hidayat  
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

#### ABSTRAK

Gejala kuning mirip seperti infeksi fitoplasma ditemukan pada pertanaman wortel di Jawa Barat. Penelitian bertujuan mengidentifikasi fitoplasma pada tanaman wortel dan serangga wereng yang berasosiasi dengan gejala kuning di Bogor dan Bandung. Wereng yang ditemukan pada pertanaman wortel di Bogor terdiri atas 5 spesies wereng daun, yaitu *Balclutha incisa*, *Orosius argentatus*, *Cicadulina bipunctata*, *Empoasca indica*, *Exitianus indicus* (Hemiptera: Cicadellidae); dan 1 spesies wereng batang, yaitu *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae). Deteksi fitoplasma pada tanaman dan wereng dilakukan dengan *nested*-PCR, sikuensing, dan analisis DNA sikuen. *Nested*-PCR berhasil mengamplifikasi DNA target, yaitu gen 16S rRNA fitoplasma dari tanaman dan wereng. Analisis identitas matriks sikuen fitoplasma asal tanaman wortel di Bogor menunjukkan homologi tertinggi dengan fitoplasma dari grup 16SrII, yaitu *Peanut witches'-broom phytoplasma*; sedangkan sampel asal Bandung menunjukkan homologi tertinggi dengan fitoplasma dari grup 16SrI, yaitu *Ca. Phytoplasma asteris* dan *Tomato big bud phytoplasma*. Analisis identitas matriks sikuen fitoplasma asal wereng di Bogor (*B. incisa*, *S. furcifera*) menunjukkan homologi tertinggi dengan fitoplasma dari grup 16SrII, yaitu *Cactus witches'-broom phytoplasma*; sedangkan fitoplasma asal *C. bipunctata* dari Bogor menunjukkan homologi tertinggi dengan fitoplasma grup 16SrI, yaitu *Ca. Phytoplasma asteris*. Tulisan ini merupakan laporan pertama fitoplasma yang menginfeksi tanaman wortel di Bogor dan Bandung.

Kata kunci: *nested*-PCR, penyakit kuning, wereng batang, wereng daun, wortel

#### ABSTRACT

Yellow symptoms similar to phytoplasma infection were found in carrot fields in West Java. This study aims to identify phytoplasma from carrot and leafhoppers associated with yellow symptoms in Bogor and Bandung, West Java. Five species of leafhoppers, i.e. *Balclutha incisa*, *Orosius argentatus*, *Cicadulina bipunctata*, *Empoasca indica*, *Exitianus indicus*, and 1 species of planthopper, i.e. *Sogatella furcifera* were found in carrot plants in Bogor. Phytoplasma detection in plants and insects was carried out by *nested*-PCR, sequencing, and DNA sequencing analysis. *Nested*-PCR successfully amplified target DNA, i.e. 16S rRNA phytoplasma gene from plants and insects. Sequence analysis based on identity matrix showed the highest homology of samples from Bogor with the phytoplasma from the

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.  
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Surel: srihendrastuti@apps.ipb.ac.id

16SrII group, i.e. *Peanut witches'-broom phytoplasma*; while the sample from Bandung showed the highest homology with the phytoplasma of the 16SrI group, i.e. *Ca. Phytoplasma asteris* and *Tomato big bud phytoplasma*. Sequence analysis of phytoplasma from *B. incisa* and *S. furcifera* showed the highest homology with phytoplasma from the 16SrII group, i.e. *Cactus witches'-broom phytoplasma*; while the phytoplasma from *C. bipunctata* showed the highest homology with the 16SrI group of phytoplasma, i.e. *Ca. Phytoplasma asteris*. This paper is the first report of phytoplasma infecting carrots in Bogor and Bandung, West Java.

Keywords: carrot, leafhopper, *nested*-PCR, planthopper, yellow disease

## PENDAHULUAN

Infeksi fitoplasma pada tanaman wortel telah banyak dilaporkan di beberapa negara dan menyebabkan kehilangan hasil yang besar. Gejala daun keriting, kuning, dan tanaman kerdil dilaporkan pada tanaman wortel di Israel dengan insidensi penyakit 20%–80%. Penyebab penyakit tersebut ialah 16SrI-*Aster yellow phytoplasma* dan ditularkan oleh serangga vektor *Macrostelus quadrilineatus* (Orenstein *et al.* 1999; Gera *et al.* 2011). Insidensi penyakit kuning pada tanaman wortel di Arab Saudi sebesar 3%–100% berasosiasi dengan fitoplasma kelompok 16SrII grup D (Omar 2017). Infeksi fitoplasma *Peanut witches'-broom* (PnWB) dilaporkan berasosiasi dengan gejala kuning pada tanaman wortel di Iran dan ditularkan oleh *Orosius albicinctus* (Salehi *et al.* 2016).

Gejala kuning pada tanaman wortel di Jawa Barat, termasuk di Bogor dan Bandung ditemukan pada survei penyakit pada tahun 2017. Penelitian ini dilakukan untuk mengonfirmasi identitas fitoplasma yang berasosiasi dengan penyakit kuning tersebut. Mengingat peran penting serangga vektor sebagai penyebar penyakit, maka pada penelitian ini dilakukan penangkapan serangga wereng pada pertanaman wortel di Bogor serta dilakukan identifikasi spesies serangga wereng dan fitoplasma yang berasosiasi dengan serangga wereng yang ditemukan pada pertanaman wortel tersebut.

## BAHAN DAN METODE

### Pengamatan gejala dan insidensi penyakit

Survei penyakit dan pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni 2017 di pertanaman

wortel petani yang berada di Kabupaten Bogor (Desa Cibeureum, Kecamatan Cisarua) dan Kabupaten Bandung (Desa Panundaan, Kecamatan Ciwidey). Petani di Bogor menanam varietas wortel lokal secara tumpang sari dengan tanaman cabai; sedangkan petani di Bandung menanam varietas wortel lokal secara monokultur dan pada saat survei dilakukan umur tanaman wortel berkisar 1.5–2 bulan.

Penentuan sampel tanaman pada masing-masing lokasi pengamatan menggunakan metode diagonal, dengan jumlah sampel sebanyak 20 sampel tanaman bergejala. Insidensi penyakit (IP) dihitung menggunakan rumus:

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

n, jumlah tanaman yang sakit, dan N, jumlah seluruh tanaman yang diamati.

### Pengamatan dinamika populasi wereng di lapangan

Pengamatan populasi wereng dilakukan pada pertanaman wortel di Kabupaten Bogor (Desa Cibeureum, Kecamatan Cisarua). Penangkapan serangga dilakukan pada pukul 06.00–08.00 WIB setiap 4 hari selama bulan Juni–Juli 2019, menggunakan jaring serangga sebanyak 5 kali ayunan sejauh 2.5 m atau meliputi 20 tanaman. Serangga yang tertangkap dalam jaring hanya dipilih jenis wereng, kemudian wereng dimasukkan dalam wadah sampel. Identifikasi wereng didasarkan karakter morfologi mengikuti kunci dikotomus Wilson dan Claridge (1991). Populasi wereng untuk masing-masing spesies dihitung, selanjutnya dilakukan analisis area di bawah kurva perkembangan populasi (ABKPP).

### Ekstraksi DNA dari Tanaman dan Wereng

Isolasi DNA total sampel daun wortel bergejala dilakukan menggunakan kit ekstraksi DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Jerman) mengikuti protokol yang disediakan dengan modifikasi minor, yaitu penambahan bufer CTAB 2%. Isolasi DNA total individu wereng dilakukan menggunakan kit ekstraksi DNeasy Blood & Tissue Kits dengan mengikuti protokol yang direkomendasikan produsen kit (Qiagen, Jerman).

### Amplifikasi DNA

Deteksi fitoplasma dari tanaman dan wereng dilakukan dengan PCR standar menggunakan pasangan primer P1/P7, dilanjutkan dengan *nested*-PCR menggunakan pasangan primer spesifik R16F2n/R16R2 (Tabel 1). DNA hasil PCR standar diencerkan dengan rasio 1:30 (v/v) dan digunakan sebagai templat pada tahap *nested*-PCR.

Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan MyTaq™ HS Red Mix (Bioline, London) pada mesin *Veriti™ 96-Well Thermal Cycler* (Thermo Fisher Scientific, USA). Amplifikasi DNA fitoplasma menggunakan program PCR standar sesuai yang digunakan oleh Deng dan Hiruki (1991) dan Schneider *et al.* (1995). *Nested*-PCR dilakukan dengan program amplifikasi menurut Gundersen dan Lee (1996). Tanaman kaktus terinfeksi fitoplasma koleksi Laboratorium Pendidikan, Departemen Proteksi Tanaman IPB digunakan sebagai kontrol positif. DNA hasil amplifikasi di-visualisasi secara elektroforesis menggunakan gel agarosa 1% (TAE) pada 70 Volt DC selama 45 menit. Pita DNA diamati pada *Gel Logic Carestream 212 Pro* (Carestream, USA).

### Perunutan dan Analisis DNA

Fragmen DNA hasil *nested*-PCR dikirimkan ke *First Base Malaysia* untuk perunutan nukleotida. Runutan nukleotida dianalisis dengan BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) pada *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)) untuk mengetahui identitas fitoplasma. Matriks identitas fitoplasma dianalisis dengan perangkat lunak BioEdit versi 7.1.7. Analisis kekerabatan fitoplasma dan konstruksi pohon filogenetika menggunakan perangkat lunak *ClustalW* dan *Molecular Evolutionary Genetic Analysis* (MEGA v6.0) dengan metode *Neighbor-Joining algorithm* dengan *bootstrap* 1000 ulangan. *Spiroplasma citri* (M62054) digunakan sebagai pembandingan di luar grup (*out grup*).

## HASIL

### Gejala dan Insidensi Penyakit Kuning pada Tanaman Wortel

Tanaman wortel di lokasi survei menunjukkan gejala kuning yang beragam, di antaranya daun berwarna kuning, kuning kemerahan, umbi berubah bentuk, dan tumbuh akar berambut (Gambar 1 dan Tabel 2). Insidensi penyakit kuning yang diamati berturut-turut 7.87% dan 5.97% pada pertanaman wortel di Bogor dan Bandung. Petani memberi nama penyakit ini dengan sebutan penyakit daun kuning dan menurut petani hingga saat ini penyakit tersebut tidak berpengaruh terhadap hasil panen.

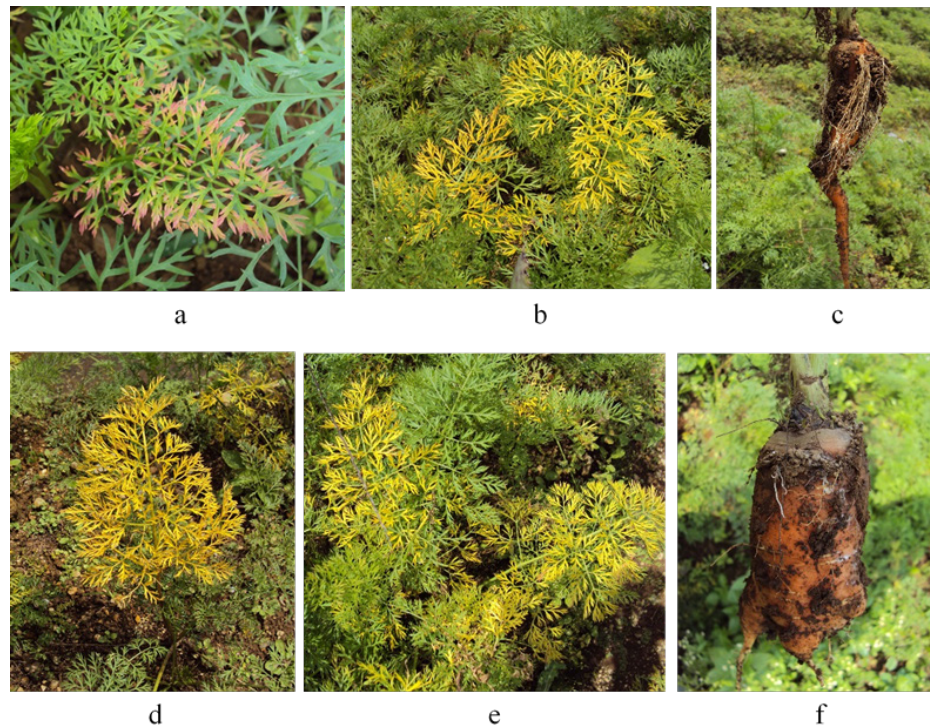
### Jenis dan Dinamika Populasi Wereng di Pertanaman Wortel

Berdasarkan hasil pengamatan selama 2 bulan pada lokasi pertanaman wortel di

Tabel 1 Sikuen primer pada amplifikasi DNA fitoplasma dari tanaman wortel dan serangga wereng

Primer	Runutan	Ukuran DNA target (pb)	Rujukan
P1	5'-AAG AGT TTG ATC CTG GCT CAG GATT -3'	1800	Deng dan Hiruki (1991)
P7	5'-CGT CCT TCA TCG GCT CTT -3'		Schneider <i>et al.</i> (1995)
R16F2n	5'-GAA ACG ACT GCT AAG ACT GG-3'	1250	Gundersen dan Lee (1996)
R16R2	5'-TGA CGG GCG GTG TGT ACA AAC CCC -3'		





Gambar 1 Gejala penyakit kuning pada wortel di Bogor (a, b, dan c) dan Bandung (d, e, dan f). Daun kuning kemerahan (a); daun kuning (b, d, dan e); umbi abnormal dan tumbuh akar berambut (c dan f).

Tabel 2 Kode dan gejala sampel tanaman wortel yang digunakan untuk deteksi fitoplasma

Asal sampel	Umur tanaman (bulan)	Kode sampel	Jenis gejala
Bogor	1.5–2	BG1, BG2, BG5	daun kuning kemerahan
		BG3, BG4, BG6	daun kuning, umbi abnormal
Bandung	2	BD1, BD2, BD3, BD4, BD5	daun kuning, umbi abnormal

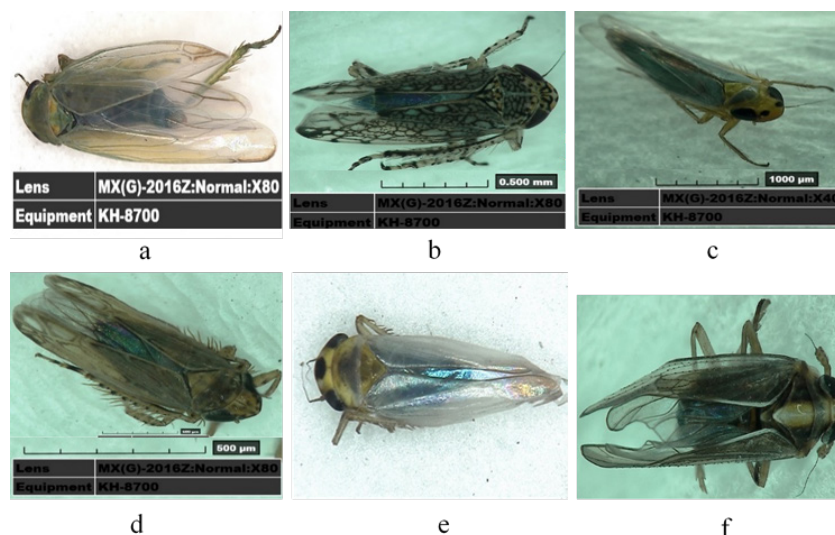
Bogor ditemukan 5 spesies wereng daun, yaitu *Balclutha incisa*, *Orosius argentatus*, *Cicadulina bipunctata*, *Empoasca indica*, *Exitianus indicus* (Hemiptera: Cicadellidae); dan 1 spesies wereng batang, yaitu *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) (Gambar 2). Populasi *B. incisa* di lokasi tersebut menunjukkan rata-rata populasi dan nilai ABKPP tertinggi dibandingkan populasi 5 spesies wereng yang lain (Tabel 3 dan Gambar 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di pertanaman wortel mendukung keberadaan *B. incisa*, di antaranya kondisi suhu lapangan berkisar 28 °C, umur tanaman pada fase vegetatif, serta kepadatan populasi tanaman yang tinggi.

Populasi *B. incisa* di Bogor cenderung meningkat selama periode awal pengamatan

dan menurun menjelang akhir pengamatan, namun populasinya kembali meningkat pada akhir pengamatan. Dinamika populasi wereng tersebut berkaitan dengan sifatnya sebagai serangga polifagus yang dapat mencari sumber makanan pada beberapa jenis tanaman, sehingga serangga aktif berpindah dari satu tanaman inang ke tanaman inang lainnya.

### Identitas Fitoplasma Asal Tanaman Wortel dan Wereng

DNA fitoplasma yang diamplifikasi dengan metode PCR standar tidak tervisualisasi, kecuali untuk sampel BG3, BG5, dan BG6; tetapi semua dapat tervisualisasi setelah amplifikasi dengan *nested-PCR*, kecuali untuk sampel BD1 dan BD5 (Gambar 4). Hasil yang sama juga ditunjukkan pada sampel asal wereng.



Gambar 2 Morfologi wereng yang ditemukan di pertanaman wortel. a, *Balclutha incisa*; b, *Orosius argentatus*; c, *Cicadulina bipunctata*; d, *Empoasca indica*; e, *Exitianus indicus*; dan f, *Sogatella furcifera*.

Target DNA fitoplasma berukuran 1250 pb berhasil diamplifikasi dengan *nested*-PCR dari serangga *S. furcifera*, *C. bipunctata*, dan *B. incisa* (Gambar 5: Lajur 3, 7, dan 8). Target DNA fitoplasma dari serangga *O. argentatus*, *E. indicus*, dan *E. indica* tidak berhasil diamplifikasi dengan *nested*-PCR (Gambar 5: Lajur 4, 5, dan 6).

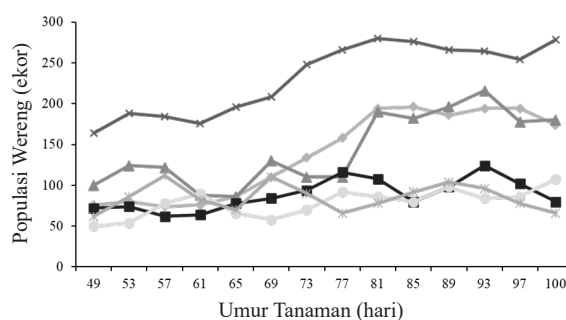
Analisis identitas matriks sikuen fitoplasma asal tanaman wortel di Bogor menunjukkan homologi tertinggi (96.1%) dengan fitoplasma dari grup 16SrII, yaitu *Peanut witches'-broom phytoplasma* (Tabel 4); sedangkan analisis identitas matriks untuk sampel asal Bandung menunjukkan homologi tertinggi (81.8%) dengan fitoplasma dari grup 16SrI, yaitu *Ca. Phytoplasma asteris* dan *Tomato big bud phytoplasma* (Tabel 5). Lebih lanjut hasil analisis filogenetika menunjukkan bahwa fitoplasma asal tanaman wortel dari Bogor dan Bandung memiliki hubungan kekerabatan dengan grup referensi fitoplasma yang berbeda, yaitu berturut-turut grup 16SrII-*Peanut witches'-broom phytoplasma*, dan grup 16SrI-*Ca. Phytoplasma asteris* (Gambar 6).

Analisis identitas matriks sikuen fitoplasma asal wereng di Bogor (*S. furcifera* dan *B. incisa*) menunjukkan homologi tertinggi (79.6%–84.1%) dengan fitoplasma dari grup 16SrII, yaitu *Cactus witches'-broom phytoplasma* (Tabel 6); sedangkan fitoplasma

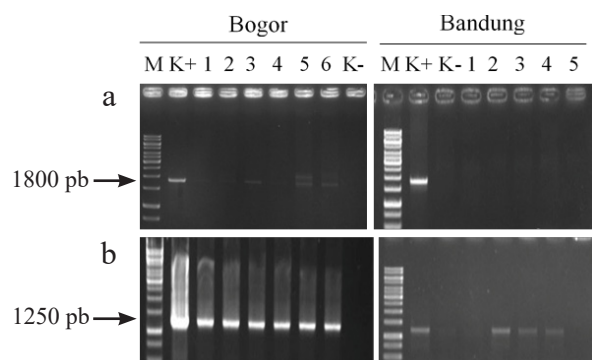
Tabel 3 Populasi beberapa spesies wereng pada pertanaman wortel di Bogor

Spesies wereng	Populasi wereng (ekor)	
	Rataan	ABKPP*
<i>S. furcifera</i>	35.87	1060
<i>O. argentatus</i>	20.80	756
<i>E. indicus</i>	19.53	644
<i>E. indica</i>	21.73	752
<i>C. bipunctata</i>	34.27	988
<i>B. incisa</i>	58.00	1910

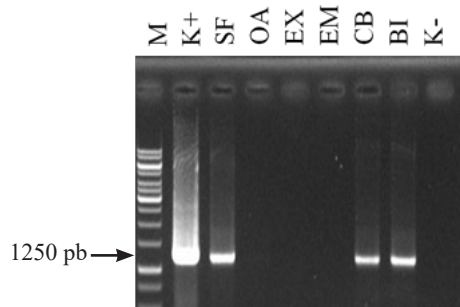
\*ABKPP, Area dibawah kurva perkembangan populasi wereng



Gambar 3 Pola perkembangan populasi wereng pada pertanaman wortel bergejala penyakit kuning di Bogor berdasarkan analisis area di bawah kurva perkembangan populasi. Spesies wereng terdiri atas: ▲, *Sogatella furcifera* (SF); ✱, *Orosius argentatus* (OA); ■, *Exitianus indicus* (EX); ●, *Empoasca indica* (EM); ◆, *Cicadulina bipunctata* (CB); dan ✕, *Balclutha incisa* (BI).



Gambar 4 a, Fragmen DNA fitoplasma hasil amplifikasi dari daun tanaman wortel menggunakan metode PCR standar dan b, *nested*-PCR. K(+), kontrol positif; K(-), kontrol negatif (*nuclease free water*), dan M, penanda DNA 1 kb (Thermo Scientific, USA).



Gambar 5 Fragmen DNA fitoplasma hasil amplifikasi menggunakan metode *nested*-PCR dari serangga wereng asal Bogor. Sampel terdiri atas: *Sogatella furcifera* (SF), *Orosius argentatus* (OA), *Exitianus indicus* (EX), *Empoasca indica* (EM), *Cicadulina bipunctata* (CB), dan *Balclutha incisa* (BI). K(+), kontrol positif; K(-), kontrol negatif; dan M, penanda DNA 1 kb Ladder (Thermo Scientific).

Tabel 4 Homologi fitoplasma asal tanaman wortel di Bogor (Wortel\_BG) dengan strain referensi grup 16SrII berdasarkan gen 16S rRNA

No	Strain fitoplasma	Similaritas 16S rRNA (%)			
		1	2	3	4
1	Wortel_BG	ID			
2	PnWB	96.1	ID		
3	CaWB	94.9	98.1	ID	
4	WBDL	94.9	98.0	99.0	ID

Strain fitoplasma referensi dari GenBank: PnWB, *Peanut witches' broom* (L33765); CaWB, *Cactus witches' broom* (EU099568); WBDL, *Ca. Phytoplasma aurantifolia/witches' broom disease of lime* (U15442).

Tabel 5 Homologi fitoplasma asal tanaman wortel di Bandung (Wortel\_BD) dengan strain referensi grup 16SrI berdasarkan gen 16S rRNA

No	Strain fitoplasma	Similaritas 16S rRNA (%)			
		1	2	3	4
1	Wortel_BD	ID			
2	AY	81.8	ID		
3	TBG	79.6	96.3	ID	
4	TBB	81.8	99.0	96.0	ID

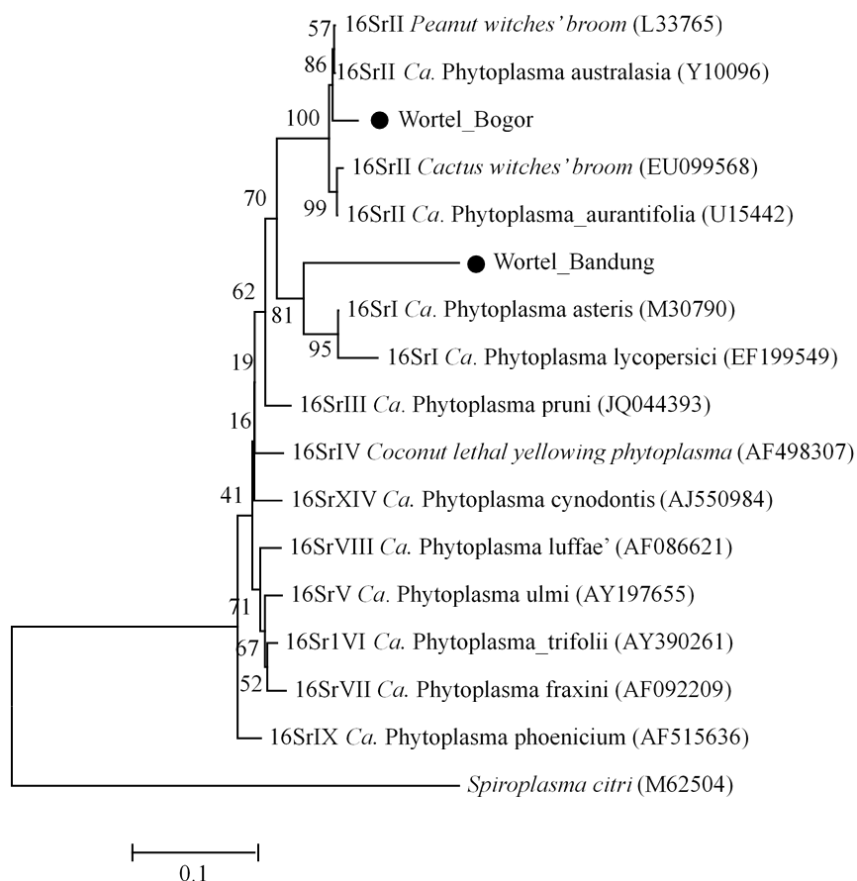
Strain fitoplasma referensi dari GenBank: AY, *Ca. Phytoplasma asteris* (M30790); TBG, *Ca. Phytoplasma lycopersici/'Brote grande'* tomato (EF19959); TBB, *Tomato big bud phytoplasma* (L33760).

asal wereng *C. bipunctata* menunjukkan homologi tertinggi (76.0%) dengan fitoplasma grup 16SrI, yaitu *Ca. Phytoplasma asteris* (Tabel 7). Lebih lanjut hasil analisis filogenetika menunjukkan bahwa fitoplasma asal wereng dari Bogor memiliki hubungan kekerabatan dengan grup referensi fitoplasma yang berbeda, yaitu berturut-turut grup 16SrII-*Cactus witches' broom phytoplasma* dan grup 16SrI-*Ca. Phytoplasma asteris* (Gambar 7).

## PEMBAHASAN

Insidensi penyakit kuning pada pertanaman wortel relatif rendah baik di Bogor maupun Bandung. Walaupun demikian, tanaman wortel yang terinfeksi berpotensi menjadi sumber inokulum penyakit bagi penularan fitoplasma melalui serangga vektornya. Fitoplasma berhasil diamplifikasi dari serangga wereng yang ditemukan di lokasi pengamatan sehingga terbukti bahwa wereng berpotensi menjadi serangga vektor fitoplasma. Fakta ini menunjukkan perlunya dilakukan pemantauan serangga vektor untuk mencegah terjadinya penularan fitoplasma dan menekan terjadinya insidensi penyakit kuning di lapangan. Peran serangga wereng sebagai vektor dalam penularan fitoplasma telah banyak dilaporkan. Duduk *et al.* (2008) menjelaskan bahwa *Macrosteles quadripunctulatus* dan *M. sexnotatus* merupakan vektor *Aster yellows phytoplasma* yang menginfeksi tanaman wortel di Serbia. Hosseini *et al.* (2015) menyatakan bahwa *Orosius albicinctus* diketahui berperan dalam penularan





Gambar 6 Pohon filogenetik fitoplasma asal tanaman wortel (●) dari Bogor dan Bandung terhadap beberapa grup fitoplasma berdasarkan gen 16S rRNA.

Tabel 6 Homologi fitoplasma asal wereng (*Balclutha incisa\_BG* dan *Sogatella furcifera\_BG*) dengan strain referensi grup 16SrII berdasarkan gen 16S rRNA

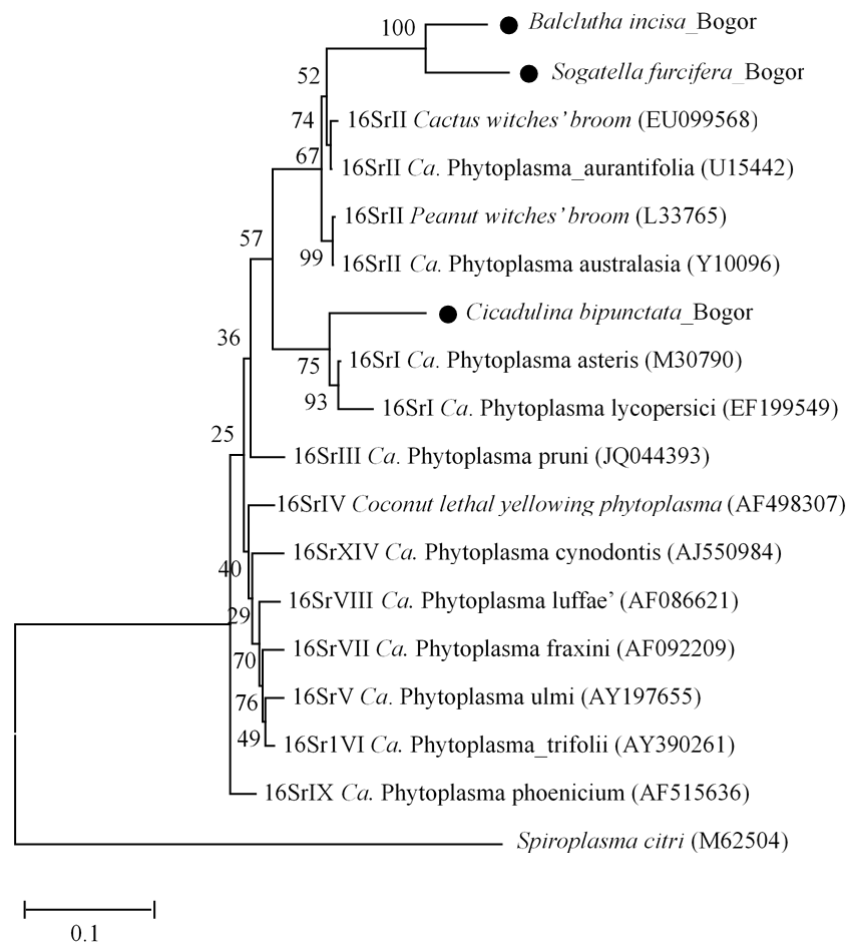
No	Strain fitoplasma	Similaritas 16S rRNA (%)				
		1	2	3	4	5
1	<i>B. incisa_BG</i>	ID				
2	<i>S. furcifera_BG</i>	84.4	ID			
3	PnWB	83.0	78.8	ID		
4	CaWB	84.1	79.6	98.1	ID	
5	WBDL	83.5	79.3	98.0	99.0	ID

Strain fitoplasma referensi dari GenBank PnWB, *Peanut witches' broom* (L33765); CaWB, *Cactus witches' broom* (EU099568); WBDL, *Ca. Phytoplasma aurantifolia/ witches' broom disease of lime* (U15442).

Tabel 7 Homologi fitoplasma asal wereng (*Cicadulina bipunctata\_BG*) dengan strain referensi grup 16SrI berdasarkan gen 16S rRNA

No	Strain fitoplasma	Similaritas 16S rRNA (%)			
		1	2	3	4
1	<i>C. bipunctata_BG</i>	ID			
2	AY	76.0	ID		
3	TBG	75.0	96.6	ID	
4	TBB	75.8	99.1	96.3	ID

Strain fitoplasma referensi dari GenBank: AY, *Ca. Phytoplasma asteris* (M30790); TBG, *Ca. Phytoplasma lycopersici/'Brote grande' tomato* (EF19959); TBB, *Tomato big bud phytoplasma* (L33760).



Gambar 7 Pohon filogenetik fitoplasma asal wereng (●) dari Bogor terhadap beberapa grup fitoplasma berdasarkan gen 16S rRNA.

fitoplasma penyebab penyakit *witches' broom* pada Alfalfa di Iran. Di Indonesia, wereng *O. argentatus* juga pernah dilaporkan sebagai vektor fitoplasma pada penyakit sapu kacang tanah (Sastrini dan Mutaqin 2013).

Lebih kurang 1500 strain fitoplasma telah berhasil diidentifikasi dan dikarakterisasi berdasarkan urutan nukleotida gen 16S rRNA pada kurun waktu dekade terakhir (Wei *et al.* 2007). Infeksi fitoplasma dari grup 16SrII-*Peanut witches'-broom phytoplasma* dan grup 16SrI-*Ca. Phytoplasma asteris* pada tanaman wortel bergejala penyakit kuning sebelumnya pernah dilaporkan berturut-turut di Iran (Salehi *et al.* 2016) dan di Israel (Orenstein *et al.* 1999). Fitoplasma dari grup 16SrI dan 16SrII berhasil dideteksi dari sampel tanaman wortel yang berasal dari lokasi pengamatan di Bogor dan Bandung serta sampel wereng yang berasal dari lokasi pengamatan di Bogor. Infeksi fitoplasma pada tanaman wortel belum

pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia, tetapi beberapa fitoplasma dari grup 16SrI dan 16SrII sudah dilaporkan menginfeksi beberapa tanaman di Indonesia. Fitoplasma grup 16SrI- *Lethal wilt oil palm phytoplasma* (*Ca. Phytoplasma asteris*) sebelumnya pernah dilaporkan menginfeksi tanaman pisang cv. manggala di Tasikmalaya dan tanaman pisang cv. raja nangka di Banjar (Sibarani *et al.* 2019). Lebih lanjut fitoplasma grup 16SrII, yaitu *Witches'-broom phytoplasma* dilaporkan menginfeksi tanaman kelapa di pulau Derawan (Prasetyo *et al.* 2017); grup 16SrII- *Peanut witches'-broom phytoplasma* menginfeksi tanaman kacang tanah, kedelai, kacang panjang dan 16SrII- *Cactus witches'-broom phytoplasma* menginfeksi tanaman kaktus (Prasetya *et al.* 2017). Semakin banyak penyakit tanaman yang diketahui berasosiasi dengan infeksi fitoplasma karena ketersediaan metode deteksi dan diagnosis yang akurat dan dapat



dipercaya. Penelitian mengenai daerah sebar dan jenis fitoplasma yang menginfeksi tanaman wortel perlu dilanjutkan mengingat potensi kerugian yang ditimbulkannya cukup besar.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Karantina Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang mendanai penelitian ini melalui Beasiswa Program Studi Doktor Badan Karantina Pertanian dan Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian atas fasilitas laboratorium yang telah diberikan selama penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Deng S, Hiruki C. 1991. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and nonculturable mollicutes. *J Microbiol Methods*. 14:53–61. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-7012\(91\)90007-D](https://doi.org/10.1016/0167-7012(91)90007-D).
- Duduk B, Peric P, Marcic D, Drobnjakovic T, Picciau L, Alma A, Bertaccini A. 2008. Phytoplasmas in carrots: Disease and potential vectors in Serbia. *Bull Insectology*. 61(2):327–331.
- Gera A, Mawassi M, Weintraub PG. 2011. Phytoplasma and spiroplasma diseases in open field-crops in Israel. *Bull Insectol*. 64:53–54.
- Gundersen DE, Lee IM. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathol Mediterr*. 35:144–151.
- Hosseini SAE, Salehi M, Khodakaramian G, Mirchenari SM, Bertaccini A. 2015. An up to date status of Alfalfa witches' broom disease in Iran. *Phytopathogenic Mollicutes*. 5(1):9–18. DOI: <https://doi.org/10.5958/2249-4677.2015.00057.2>.
- Omar AF. 2017. Detection and molecular characterization of phytoplasmas associated with vegetable and alfalfa crops in Qassim region. *J Plant interact*. 12(1):58–66. DOI: <https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1279357>.
- Orenstein S, Franck A, Kuznetzova L, Sela I, Tanne E. 1999. Association of phytoplasmas with a yellows disease of carrot in Israel. *J Plant Pathol*. 81:193–199.
- Prasetya A, Giyanto, Mutaqin KH, Sinaga MS. 2017. Fitoplasma patogen tumbuhan legum, kaktus, bambu, dan rumput: Pengembangan teknik deteksi dan keragaman molekuler [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo AE, Mutaqin KH, Giyanto. 2017. Deteksi dan identifikasi fitoplasma yang berasosiasi dengan penyakit layu kelapa di Pulau Derawan, Kalimantan Timur. *J Fitopatol Indones*. 13(3):89–97. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.13.3.89>.
- Salehi M, Hosseini SAE, Salehi E, Bertaccini A. 2016. Molecular and biological characterization of a 16SrII phytoplasma associated with carrot witches' broom in Iran. *J Plant Pathol*. 98(1):83–90.
- Sastrini T, Mutaqin KH. 2013. Penularan fitoplasma sapu pada tanaman kacang tanah oleh serangga vektor *Orosius argentatus* dan deteksi molekuler dengan teknik PCR. *J Fitopatol Indones*. 9(1):21–28. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.9.1.21>.
- Schneider B, Seemuller E, Smart CD, Kirkpatrick BC. 1995. Phylogenetic classification of plant pathogenic mycoplasma-like organisms or phytoplasmas. Di dalam: Razin S, Tully JG, editor. *Molecular and Diagnostic Procedures in Mycoplasmaology*. London (GB): Academic Press. hlm 369–380.
- Sibarani SMA, Joko T, Subandiyah S. 2019. Detection and identification of banana-associated phytoplasma using nested-PCR method. *JPTI*. 23(1):148–155. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.38320>.
- Wei W, Davis RE, Lee IM, Zhao Y. 2007. Computer-simulated RFLP analysis of 16S rRNA genes, identification of ten new phytoplasma groups. *Int J Syst Evol Microbiol*. 57(8):1855–1867. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65000-0>.
- Wilson MR, Claridge MF. 1991. Handbook for the identification of leafhoppers and planthoppers of rice. Wallingford (GB): CAB International.