

EPIDEMIOLOGI DAN PENGELOLAAN PENYAKIT LAYU BAKTERI PADA TANAMAN JAGUNG

Epidemiology and Management of Bacterial Wilt Disease on Maize

Nuriasiah Djaenuddin dan Amran Muis

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jalan Dr. Ratulangi No. 274 Kotak Pos 173 Maros 90514, Indonesia
Telp. Telp. (0411) 371529-371016 Faks. (0411) 371961
E-mail: asiahdjaenuddin@gmail.com

Diterima: 3 Maret 2017; Direvisi: 28 Agustus 2018; Disetujui: 10 September 2018

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu komoditas pangan dan pakan penting dunia dan benihnya diperdagangkan secara internasional. Volume tertinggi perdagangan benih jagung berasal dari Amerika Serikat yang merupakan negara penghasil utama varietas unggul baru jagung di dunia. *Pantoea stewartii* adalah bakteri patogenik penting pada tanaman jagung, khususnya di Amerika Serikat. Penyakit layu stewart pada tanaman jagung disebabkan oleh bakteri *Pantoea stewartii* yang merupakan penyakit baru di Indonesia. Penyakit ini pertama kali dilaporkan di Sumatera Barat dengan insidensi 1–15%. Makalah ini membahas epidemiologi dan upaya pengendalian penyakit layu bakteri stewart pada tanaman jagung. Penyakit layu stewart merupakan penyakit tular benih dan tular serangga melalui vektor *Chaetocnema pulicaria*. *P. stewartii* memiliki inang yang luas, termasuk tebu, sorgum, gandum, kacang hijau, mentimun, dan beberapa jenis rumput-rumputan. Melimpahnya ketersediaan inang menjadikan patogen ini mudah dan cepat berkembang. Penyakit layu bakteri stewart pada tanaman jagung dapat berasal dari benih impor. Benih merupakan media pembawa penyakit yang paling efektif dan menyebar luas dengan melintasi batas alaminya. Salah satu upaya untuk mencegah wabah penyakit layu stewart ialah mengendalikan serangga vektor. Sanitasi lingkungan dan penggunaan pestisida berbahan aktif *imidacloprid*, *thiamethoxam*, dan *clothianidin* merupakan alternatif pengendalian.

Kata kunci: Jagung, *Pantoea stewartii*, tanaman inang, perlakuan benih

ABSTRACT

Maize is one of the most important worldwide agricultural crops that their seed is considered a valuable international trading item. The seeds are mainly originated from United States, where the world most intensive development of new varieties occurs. *Pantoea stewartii* is a pathogenic bacteria of maize that occurs primarily in the US. Stewart wilt disease in maize caused by the bacterium *Pantoea stewartii* is become a new disease of maize in Indonesia. The stewart wilt disease was first reported in West Sumatra with the disease incidence of 1–15%. This paper discusses the epidemiology and control efforts of the bacterial stewart wilt disease in maize. Stewart wilt disease is a seed borne disease and it can transmitted by insect vector *Chaetocnema pulicaria*. *P. stewartii* has a wide host range including maize plant. In addition to maize plants, the

pathogen also attacks sugarcane, sorghum, wheat, green beans, cucumbers, and several types of grasses. The abundant availability and wide range of its hosts, allows the pathogen to easily find the host to survive and develop. *P. stewartii* attacks maize in all stages of plant growth. The emergence of this disease on maize plant is mainly due to imported seeds from outside of Indonesia. Seed is the most suitable carrier media for pathogens to spread across its natural boundaries. One of the efforts to prevent the outbreak of the disease in Indonesia is to control its insect vectors. Several efforts that can be done to control the disease are environmental sanitation and by chemical pesticides with active ingredient such as *imidacloprid*, *thiamethoxam*, and *clothianidin*.

Keywords: Maize, *Pantoea stewartii*, host plant, seed treatment

PENDAHULUAN

Jagung mempunyai arti penting dalam pengembangan industri pertanian di Indonesia, baik sebagai bahan baku produk olahan pangan maupun pakan ternak khususnya ayam (Rahma *et al.* 2013). Menurut Syahdu (2016), kebutuhan jagung di Indonesia untuk konsumsi pangan meningkat 5,16% per tahun, sedangkan untuk kebutuhan pakan ternak dan industri pangan meningkat menjadi 10,87% per tahun.

Di sisi lain, produktivitas jagung dalam negeri masih rendah karena berkaitan dengan rendahnya penggunaan benih bermutu. Sebagian benih jagung diimpor dari beberapa negara, antara lain Amerika Serikat, Jepang, Brazil, Argentina, India, Thailand, Pakistan, Myanmar, dan Ukraina. Tanaman jagung yang dikembangkan dari benih impor memiliki risiko tertular beberapa penyakit penting melalui benih (*seedborne diseases*) sehingga lebih dari 50 negara melarang impor benih jagung, kecuali jika disertifikasi bebas penyakit (Coplin *et al.* 2002).

Salah satu patogen yang terbawa benih jagung impor ialah *Pantoea stewartii*, penyebab penyakit layu stewart pada tanaman jagung (Rahma *et al.* 2013). Pada awalnya penyakit stewart menimbulkan masalah besar bagi produsen jagung di Amerika Serikat lebih dari 100 tahun yang lalu (Stack *et al.* 2006 dalam Rahma & Armansyah

2008). Untuk mencegah masuknya bakteri ini ke wilayah lainnya, sejumlah negara telah mengambil tindakan fitosanitasi pada perdagangan benih jagung (Pataky dan Ikin 2003). Saat ini penyakit layu stewart telah tersebar hampir di seluruh penjuru dunia meliputi Malaysia, Thailand, Vietnam, Cina, dan India di Asia, Amerika Serikat, Meksico, Peru, Puerto Rico, Bolivia, Brazil, Canada, Costa Rica, dan Guyana di Amerika, dan Austria, Polandia, Rumania, dan Rusia di Eropa.

Menurut Puji (2016), kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit penting ini berkisar antara 40–100%. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 93/Permentan/OT. 140/12/2011 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) *P. stewartii* subsp. *stewartii* termasuk OPTK A1 (Kementan 2011). OPTK yang termasuk kategori A1 yaitu organisme penyebab penyakit tanaman yang belum terdapat di Indonesia dan apabila ditemukan harus segera dimusnahkan. Patogen ini telah dilaporkan terdapat di beberapa daerah di Indonesia. Rahma dan Armansyah (2008) melaporkan penyakit ini pertama kali ditemukan di sentra produksi jagung di Sumatera Barat dengan insidensi berkisar antara 1–15%. Berdasarkan pemantauan di beberapa daerah, *P. stewartii* juga telah tersebar di Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Banten, dan Sulawesi Selatan (Puji 2016). Penyakit layu stewart telah menimbulkan masalah besar di negara produsen jagung dunia seperti Amerika Serikat yang mengakibatkan kehilangan hasil sampai 95% (Harahap 2016a). Di Cordoba, Argentina, insidensi penyakit ini mencapai 54% selama musim tanam 2010-2011 dan 2011-2012 (Orio *et al.* 2012). Namun di Indonesia belum banyak laporan penelitian tentang masalah ini.

Gejala penyakit layu stewart muncul ketika benih yang berkecambah normal telah berumur sekitar satu minggu dan memiliki 2–3 helai daun. Rahma *et al.* (2013) melaporkan bahwa periode laten isolat *P. stewartii* subsp. *stewartii* berkisar antara 3–6 hari setelah inokulasi. Isolat BGR70 menunjukkan periode laten yang lebih lama pada jagung hibrida maupun bersari bebas, yaitu 46 hari setelah inokulasi.

Penelitian terhadap *P. stewartii* telah dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya Rahma (2013). Correa *et al.* (2012) bahkan telah mengkarakterisasi sistem sekresi protein yang terdapat dalam genom *P. stewartii* untuk menentukan perannya dalam interaksi antara bakteri *P. stewartii* dan serangga vektor. Mohammadi *et al.* (2012a) melaporkan bahwa produksi endoglukonase dari *P. stewartii* diperlukan untuk meningkatkan virulensinya pada tanaman jagung manis. Deteksi dan identifikasi secara spesifik *P. stewartii* subsp. *stewartii* menggunakan sel DNA berdasarkan membran multigen dan array oligonukleotida dapat diandalkan dalam pengendalian penyakit layu pada tanaman jagung (Tambong 2015; Duong *et al.* 2017)). Makalah ini membahas epidemiologi dan upaya pengendalian penyakit layu bakteri stewart pada tanaman jagung berdasarkan beberapa hasil penelitian.

IDENTIFIKASI DAN DETEKSI

Identifikasi

Penyebab penyakit layu stewart adalah *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith) Mergaert *et al.* sinonim *Erwinia stewartii* (Smith) Dye dan *Xanthomonas stewartii* (Smith) Dowson. Taksonomi bakterinya adalah Gracilicutes dan nama umum penyakit stewart yaitu *bacterial wilt* (EPPO 2007). Spesies genus *Pantoea* tidak termasuk ke dalam kelompok bakteri gram negatif, kelompok *Pantoea* (*P. agglomerans*, *P. dispersa*, *P. ananatis* dan *P. stewartii*) terdiri atas strain yang menguntungkan (antagonis) dan patogen (Tambong *et al.* 2007). Rezzonico *et al.* (2010) telah memisahkan genus dari *Pantoea* ke dalam kelompok berdasarkan tanaman, perannya sebagai pengendali biologi, dan strain. Stavrinides *et al.* (2010) mengidentifikasi gen bakteri yang terlibat dalam interaksi dengan serangga vektor dan inang serangga. Empat isolat yang diidentifikasi memiliki kemiripan dengan *P. stewartii* subsp. *stewartii*, yaitu BGR2, BGR4, BGR28, dan BGR70 (Rahma *et al.* 2014). Trivi *et al.* (2017) mengidentifikasi isolat BRM17 yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat anorganik sebagai *Pantoea* sp. Berdasarkan tes fisiologis biokimia dan molekuler, penyebab penyakit layu dan penyakit hawar daun pada jagung yang ditemukan di Kediri adalah strain *Pantoea* sp (Aini *et al.* 2013).

Hasil uji *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang dilaporkan oleh Desi *et al.* (2014) menunjukkan tiga isolat yang homolog dengan karakter *P. stewartii* (Tabel 1).

Teknik Deteksi

Teknik biologi molekuler dan metode imunologi untuk mendeteksi patogen tanaman di antaranya berdasarkan reseptor antibodi dan DNA/uji PCR (Khater *et al.* 2016) menggunakan miniprimer (Xu *et al.* 2009; Thapa *et al.* 2012; Mohamad *et al.* 2015), amplifikasi lingkaran-dimediasi isothermal (Yuan *et al.* 2013), dan analisis immunosensor (Chen *et al.* 2013; Zhang *et al.* 2013; Zhao *et al.* 2014; Moghadam *et al.* 2016). Wensing *et al.* (2010) telah mengembangkan metode deteksi *P. stewartii* berdasarkan analisis MALDI-TOF MS dan PCR menggunakan primer spesifik dari *P. agglomerans*, *P. dispersa*, dan *P. ananatis*. Menurut Desi *et al.* (2014), ada dua cara deteksi yang dapat dilakukan untuk mengetahui isolat bakteri jenis *P. stewartii*. Deteksi *acyl homoserine lactone* (AHL) dapat digunakan untuk memonitor kepadatan populasi bakteri (*quorum sensing*) untuk menggerakkan, mengkoordinasikan, dan menyatukan respons ketika ada kesempatan memarasit inang. Selanjutnya, deteksi *exopolisaccharide substance stewartian* (EPS) dilakukan untuk mengetahui kemampuan isolat dalam menghasilkan *stewartian*.

Untuk mendeteksi cepat *P. stewartii* subsp. *stewartii*, Feng *et al.* (2015) mengembangkan penggunaan *strip*

Tabel 1. Analisis homologi sekuen DNA dari tiga isolat bakteri dari daun jagung bergejala penyakit layu stewart di sentra pertanaman jagung di Sumatera Barat.

Isolat	Panjang sekuen DNA (pb)	Homologi sekuen 16S RNA <i>Pantoea stewartii</i>	Homologi (%)	Kode akses GenBank
PR2	1408	Galur ATCC 29923	98	FJ6118651
LA	902	Galur R1-104	96	JQ6595401
PR1	775	Galur R1-132	94	JQ6595451

PR2 = Padang Rajo 2; LA = Lubuk Alung; PR1 = Padang Rajo 1
Sumber: Desi *et al.* (2014).

immunokromatografi, sejalan dengan Zhang *et al.* (2014) yang mengembangkan *strip fluoresens* yang mampu mendeteksi *P. stewartii* subsp. *stewartii* dalam 20 menit. Untuk mengetahui tingkat virulensi setiap strain *P. stewartii* digunakan dua teknik, yaitu inokulasi awal dengan mengamati perilaku makan serangga vektor (Herrera *et al.* 2008) dan inokulasi pada bagian ulir tanaman. Hasil penelitian Suryani *et al.* (2012) mengindikasikan bahwa strain BD1 dan BB2 merupakan strain unik dari *Pantoea* spp (Gambar 1), setiap bakteri memiliki karakteristik fisiologis dan biokimia yang berbeda dari strain *P. stewartii* subsp. *stewartii*.

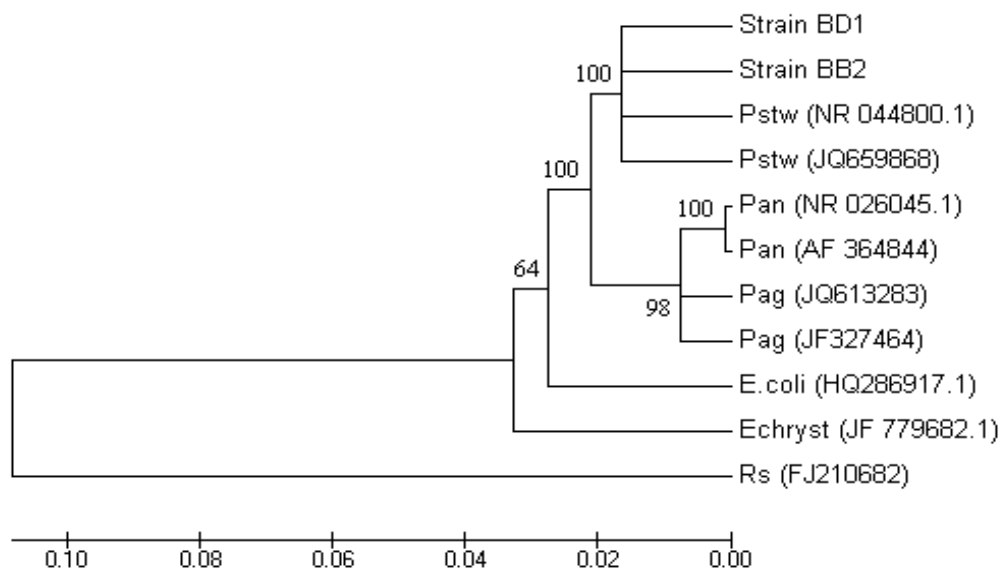
Bakteri *P. stewartii* secara luas digunakan sebagai model di laboratorium patologi tanaman untuk mengetahui mekanisme patogenitas bakteri (Roper 2011). Untuk memperoleh hasil diagnosis yang akurat perlu dilakukan uji *Postulat Koch*, yang bertujuan untuk mengetahui apakah patogen yang diisolasi dari tanaman yang terinfeksi penyakit baru tersebut memang benar merupakan penyebab dari gejala yang ditimbulkan. Seperti ditampilkan pada Tabel 2, patogen terdeteksi

pertama kali di suatu daerah atau negara yang diakibatkan oleh ekspor benih. Pengujian ini wajib dilakukan dalam skema diagnosis patogen baru (Harahap 2016b).

DESKRIPSI

Morfologi

Ciri spesies *Pantoea* didasarkan pada morfologi koloni, uji fisiologi, biokimia, analisis asam lemak, dan komposisi quinon (Desi *et al.* 2014). Isolat bakteri dari tanaman yang tidak diketahui biasanya digolongkan ke dalam genus *Pantoea* melalui tes fenotipik seperti warna koloni dan pewarnaan gram, tetapi metode yang lebih canggih dibutuhkan untuk menetapkan spesies dan subspecies (Gehring *et al.* 2014). Menurut Harahap (2016b), penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman jagung ialah bakteri *P. stewartii* subsp. *stewartii*. Sel bakteri berukuran (0,4–0,8) x (0,9–2,2) im, tidak berflagella, anaerob fakultatif, dan



Gambar 1. Filogenetik isolat *Pantoea* spp. dan strainnya dari tanaman jagung (Suryani *et al.* 2012).

Nomor akses di dalam kurung. Nilai pada bar adalah jarak genetik.

Pan = *P. ananatis*, Pag = *P. agglomerans*, Pstw = *P. stewartii*, *E. coli* = *Escherichia coli*, Echryst = *E. chrysantemi*, Rs = *R. solanacearum*.

Tabel 2. Hasil pengujian sampel tanaman jagung untuk deteksi penyakit *Pantoea stewartii pv stewartii* di Kabupaten Humbang Hasundutan (Hubahas), Sumatera Utara.

Lokasi pengambilan sampel	Jumlah sampel	Bagian tanaman dan metode pengujian	Hasil uji
Desa Sigumpar, Kec. Lintong Nihuta, Kab. Hubahas	1	Daun, metode PCR	Negatif (-)
Desa Pargaulan Kec. Lintong Nihuta, Kab. Hubahas	1	Daun, metode PCR	Negatif (-)
Desa Lumban Luhut, Kec. Dolok Sanggul, Kab. Hubahas	1	Daun, metode PCR	Negatif (-)
Desa Lumban barat, Kec. Paranginan, Kab. Hubahas	1	Daun, metode PCR	Negatif (-)
Desa Silaban, Kec. Lintong Nihuta, Kab. Hubahas	1	Daun, metode PCR	Negatif (-)

PCR = *Polymerase Chain Reaction*

Sumber: Harahap (2016b).

tidak dapat bergerak. Dalam media semi selektif nigrosine, pertumbuhan *P. stewartii* subsp. *stewartii* tumbuh dengan koloni sedikit cembung, halus dan berkilau, dengan karakteristik pigmen hitam pada pusat koloni dan transparan pada bagian pinggir (*fish eyes*), koloni muncul setelah diinkubasi selama 5–7 hari pada 39°C.

Organisme ini bersifat oksidase-negatif dan katalase-positif, *P. stewartii* subsp. *stewartii* memanfaatkan pigmen karotenoid yang telah diidentifikasi sebagai antioksidan sebagai sumber karbon dan menghasilkan energi (Mohammadi *et al.* 2012b). Ketika inokulasi *P. stewartii* subsp. *stewartii* dilakukan pada tanaman jagung yang memasuki masa generatif (pembentukan malai), maka luka nekrotik akan berkembang 3–4 kali lebih cepat pada inang yang rentan dibandingkan dengan tanaman tahan (Harahap 2016b). Menurut Sarkar dan Chaudhuri (2016), penyakit layu yang disebabkan oleh patogen (bakteri, cendawan, nematoda) senantiasa berkembang pada jaringan vaskular tanaman.

Jika batang tanaman muda yang terinfeksi dipotong akan terlihat massa bakteri berwarna kuning. Pada kebanyakan tanaman yang terinfeksi akan terlihat rongga pada pangkal batang. Jika potongan daun yang terinfeksi dimasukkan ke dalam air steril dan diletakkan pada kaca slide untuk diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100 kali akan terlihat ooze bakteri pada jaringan vaskular (EPPO 2007).

Media standar yang sering digunakan untuk isolasi grup *Pantoea* ialah *Luria Bertani* (LB) Agar, *Nutrient Agar* (NA), *Trypticase Soy agar* (TSA) dan *Casamino-acid Peptone Glucose* (CPG) (Harahap 2016b). Carlier *et al.* (2009) menemukan plasmid/strain *P. stewartii* P4UC40 yang dibuat dari modifikasi PKNG101 yang terindikasi tahan terhadap *chloramphenicol* dan *streptomycin*.

BIOLOGI

P. stewartii mampu hidup pada benih jagung selama 200–250 hari yang disimpan pada suhu 8–15°C. *P. stewartii* ditularkan terutama oleh kumbang kutu jagung *Chaetocnema pulicaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). Pada musim dingin, bakteri *P. stewartii* berada dalam

sistem pencernaan makanan kumbang *C. pulicaria* yang berhibernasi (Ammar *et al.* 2014; Harahap 2016a).

Kisaran Inang

P. stewartii memiliki inang yang luas. Melimpahnya ketersediaan inang menjadikan patogen ini mudah menemukan inang untuk berkembang. Selain *Zea mays* (jagung, jagung manis) dan *Zea mexicana* (teosinte) sebagai inang utama, patogen ini juga merusak *Saccharum officinarum* (tebu), *Sorghum bicolor* (sorgum), *Triticum aestivum* (gandum), *Vigna radiata* (kacang hijau), *Cucumis sativus* (mentimun), *Avena sativa*, *Coix lacryma*, *Echinochloa americana*, *Trapsacum* spp., dan *Panicum* spp. sebagai inang sekunder [KEMENTAN 2011].

Vektor Penyakit

Selain penularan melalui benih/biji, bunga, daun, akar, dan batang tanaman, penyakit ini juga ditularkan oleh kumbang jagung sebagai vektor utama yang mampu mendukung proses inkubasi penyakit oleh patogen. Penyebaran bakteri dilakukan oleh perantara serangga vektor kumbang jagung *Chaetocnema pulicaria* (Pataky 2004) (Gambar 2) yang dipengaruhi oleh suhu di lapangan (Zuroaidah *et al.* 2016). Vektor lain yang diduga memiliki kemampuan menyebarkan penyakit ini di antaranya *Agrotis manchus*, *C. denticulata*, *Diabrotica undecimpunctata* (larva dan imago), dan *D. longicornis* (larva), *D. versifera*, *Hylemya cilicrura* (Harahap 2016a; Puji 2016).

GEJALA SERANGAN

Kemampuan isolat dalam menimbulkan penyakit berlangsung dalam rentang waktu tertentu yang berkaitan dengan virulensi dari isolat bakteri tersebut. Tinggi rendahnya tingkat keparahan penyakit layu stewart



Gambar 2. Serangga vektor kumbang jagung *C. pulicaria*.
Sumber: Puji (2016).

ditentukan oleh gejala yang muncul pada tanaman (Rahma *et al.* 2013).

Syahdu (2016) mengemukakan gejala penyakit layu stewart yang ditimbulkan oleh infeksi *P. stewartii* subsp. *stewartii* adalah berupa layu pada daun yang diikuti oleh bercak memanjang yang basah dan bercak kuning kehijauan di sepanjang pertulangan daun sehingga tanaman menjadi kerdil (Gambar 3). Rahma dan

Armansyah (2008) mengemukakan gejala berupa klorosis pada permukaan daun, layu, dan kerdil terlihat pada fase vegetatif, sedangkan pada tanaman dewasa bercak hijau kekuningan terlihat di sepanjang permukaan daun yang disertai oleh matinya jaringan (nekrosis). Lebih lanjut dikemukakan Rahma *et al.* (2013) bahwa gejala penyakit layu stewart pada bibit terlihat berupa layu pada daun karena adanya bercak memanjang kebasahan (*water soaking*), kemudian disertai oleh bercak kuning kehijauan di sepanjang pertulangan daun yang menyebabkan tanaman layu dan tumbuh kerdil.

Harahap (2016b) menyatakan penyakit layu stewart pada jagung terdiri atas dua fase pertumbuhan tanaman. Fase pertama, terjadi pada saat tanaman tumbuh dengan 2-5 helai daun, bakteri memperbanyak diri dalam pembuluh xilem daun dan batang. Tingginya produksi polisakarida (EPS) oleh bakteri menyumbat pembuluh xilem. Hal ini menyebabkan kurangnya suplai air dan nutrisi ke tanaman sehingga layu dan mati. Lipopolisakarida yang dihasilkan dari *Pantoea agglomerans* 7969 telah dimurnikan dan dicirikan secara kimiawi dengan analisis gula dan asam lemak (Zdorovenko *et al.* 2017). Fase kedua, terjadi setelah munculnya malai. Pada beberapa kasus, permukaan daun akan kering dan mati dengan gejala seperti kekurangan nutrisi.

Hasil penelitian Rahma *et al.* (2013) menunjukkan jagung hibrida maupun bersari bebas bereaksi tahan hingga agak rentan, sedangkan jagung manis bereaksi rentan terhadap infeksi *P. stewartii* subsp. *stewartii* (Tabel 3).



Gambar 3. Gejala penularan penyakit layu stewart pada tanaman jagung di lapangan; A = tanaman layu; B = hawar daun, C = busuk akar (Aini *et al.* 2013).

DAMPAK PENULARAN DAN PENGENDALIAN

Diagnosis penyakit baru yang belum diketahui dapat dilakukan dengan cara pendugaan (*presumptive diagnosis*) untuk mendapatkan informasi yang cepat. Dengan demikian metode pengendalian yang memadai dapat direkombinasikan. Menurut Harahap (2016a) dan Stack *et al.* (2017), pengendalian penyakit ini di luar negeri masih menggunakan pestisida sintetis yang mengandung *imidachloprid* yang diaplikasikan sebagai *seed treatment*. Aplikasi pestisida sintetis secara terus menerus dan tidak bijaksana dikhawatirkan mempercepat resistensi patogen ini dan mencemari lingkungan.

Penularan patogen melalui benih sangat dimungkinkan, baik melalui secara nasional maupun internasional (Harahap 2016a). Keberadaan patogen ini pada benih jagung perlu diwaspadai karena status penyakit layu stewart dan keberadaan bakteri *P. stewartii* subsp. *stewartii* masih merupakan OPTK A1 [KEMENTAN 2011]. Puji (2016) merekomendasikan pengendalian penyakit ini dengan lima alternatif: (1) Secara mekanis, yaitu mengendalikan serangga penular/vektor, membersihkan tanaman yang terserang agar tidak menjadi sumber penyakit dan memutus siklus hidup penyakit, sanitasi lingkungan dengan cara mengumpulkan sisa-sisa tanaman dan gulma kemudian membakarnya; (2) Secara kultur teknis, yaitu menggunakan benih sehat dan bersertifikat, penanaman secara tumpangsari antara jagung dengan tanaman yang bukan inang *P. stewartii*, menanam varietas hibrida tahan yang mampu menekan perkembangan bakteri pada jaringan vaskular tanaman dan hanya ditanam satu kali pada

hamparan lahan, penggunaan unsur hara secara berimbang atau menurunkan dosis pupuk N dan P serta meningkatkan dosis pupuk Ca yang berpotensi mengurangi perkembangan penyakit, dan merencanakan penanaman jagung (*Forecasting culture*) pada musim hujan pada saat suhu rata-rata harian berkisar antara 20-24°C yang mampu menekan perkembangan penyakit; (3) Memeriksa kesehatan benih sebelum ditanam menggunakan metode ELISA; (4) Secara biologi, yaitu pengendalian hayati dengan memanfaatkan agensia hayati indigenous. Menurut Harahap (2016a), keuntungan penggunaan agensia hayati indigenous antara lain ramah lingkungan, berkesinambungan, kesesuaian ekologis, dan dapat diintegrasikan ke dalam program Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) dan dapat diperbanyak dengan teknologi sederhana dan mudah aplikasinya; (5) Secara kimiawi melalui perlakuan benih dengan perendaman benih menggunakan beberapa antibiotik pada suhu 40-47°C selama 1,5 jam; dan perlakuan benih menggunakan pestisida berbahan aktif imidakloprid, thiamethoxam, dan clothianidin.

Metode perlakuan benih yang sesuai diperlukan agar tanaman terbebas dari patogen tular benih dan tidak menurunkan kualitas benih. Hasil penelitian Nalis *et al.* (2015) menunjukkan perendaman benih terinfeksi dengan bakterisida dengan konsentrasi 100 ppm sebelum dan setelah perlakuan panas kering pada suhu 45, 50, dan 55°C selama 24 jam cukup efektif menekan bakteri *P. stewartii* subsp. *stewartii* pada benih. Perlakuan panas kering mampu mematikan *P. stewartii* subsp. *stewartii* pada kondisi *in vitro*, khususnya pada suhu 50°C selama 24 jam (Tabel 4).

Tabel 3. Respon beberapa varietas jagung terhadap infeksi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*.

Varietas	Kode Isolat Bakteri					Kejadian penyakit (%)
	BGR2	BGR4	BGR28	BGR70	PSM27	
Jagung hibrida	AT	AT	AT	T	AT	100
Pioneer-21	AT	AT	AR	T	AR	100
Bima-5	AT	AT	AR	T	AR	100
Bisi-16	AT	AT	AR	T	AR	100
Dekalb	AR	AT	AR	AR	AT	100
Jagung bersari bebas						
Lamuru	AT	AT	AR	AT	AT	100
Srikandi	AR	AR	R	AT	R	100
Arjuna	AR	AT	AT	T	AT	100
Jagung Manis						
Virginia	R	R	R	AR	R	100
Hawaii	R	R	R	AR	R	100
S. Huat	R	R	R	R	R	100
Bonanza	R	R	R	AR	R	100
SD-3	R	R	R	R	R	100

T = Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak Rentan, R = Rentan
Sumber: Rahma *et al.* (2013).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan bakterisida berbahan aktif streptomisin sulfat dan perlakuan panas kering pada benih jagung yang terinfeksi bakteri *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* terhadap viabilitas benih dan populasi bakteri.

Waktu aplikasi	Konsentrasi (ppm)	Vigor (%)			Daya berkecambah (%)			Populasi bakteri (log 10 cfu/g)		
		45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C
Sebelum perlakuan panas kering	25	90,25	94,00	73,50	93,50	96,50	82,50	3,20	3,23	2,53
	50	90,25	85,25	78,50	94,00	96,00	86,25	2,16	3,12	3,34
	100	93,25	78,20	77,50	95,75	88,50	85,75	1,74	1,74	0,00
Setelah perlakuan panas kering	25	92,00	84,75	83,75	96,00	91,25	90,75	3,12	3,74	2,12
	50	90,50	81,25	88,25	93,25	90,50	92,75	1,67	3,27	2,54
	100	90,75	82,00	81,25	94,25	90,25	87,50	1,14	2,05	1,13

Sumber: Nalis *et al.* (2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 93 Tahun 2011, bakteri *P. stewartii* subsp. *stewartii* termasuk OPTK kategori A1, yaitu OPTK yang belum ada di wilayah Indonesia. *P. stewartii* subsp. *stewartii* bersifat tular benih dan tular serangga *C. pulicaria*. Jika menular pada tanaman jagung, bakteri ini dapat menyebabkan penyakit layu dan menurunkan hasil 40-100%. Saat ini sedang diuji kemampuan teknik deteksi *P. stewartii* subsp. *stewartii* melalui prosedur karantina EPPO berdasarkan ELISA, uji imunofluoresensi, uji biokimia dan uji patogenisitas.

Penularan penyakit layu stewart melalui benih jagung impor perlu diwaspadai, karena dapat menjadi inang patogen penyebab penyakit layu pada tanaman. Kombinasi beberapa perlakuan benih secara fisik maupun kimiawi dapat dijadikan alternatif pengendalian bakteri *P. stewartii* subsp. *stewartii* pada benih jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- [KEMENTAN] Menteri Pertanian. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 93/Permentan/OT.140/12/2011 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina. Jakarta (ID): Kementan.
- Ammar, E.D., V.R. Correa, S.A. Hogenhout, and M.G. Redinbaugh. 2014. Immunofluorescence localization and ultrastructure of Stewart's wilt disease bacterium *Pantoea stewartii* in maize leaves and in its flea beetle vector *Chaetocnema pulicaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. of Microscopy and Ultrastructure* 2: 28–33.
- Aini, L.Q., L. Suryani, A.N. Sugiharto, and A.L. Abadi. 2013. Identification of bacterial wilt and leaf blight disease on maize (*Zea mays*) found in Kediri, Indonesia. *Agrivita* 35(1): 1–7.
- Carlier, A.L., L. Burbank, and S.B. Von Bodman. 2009. Identification and characterization of three novel EsaI/EsaR quorum-sensing controlled stewartian exopolysaccharide biosynthetic genes in *Pantoea stewartii* ssp. *stewartii*. *Mol. Microbiol* 74: 903–913.
- Chen, Y.P., M.Q. Zou, D.N. Wang, Y.L. Li, Q. Xue, M.X. Xie, and C. Qi. 2013. An immunosensor based on magnetic relaxation switch and polystyrene microparticle-induced immune multivalency enrichment system for the detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Biosens. Bioelectron.* 43: 6–11.
- Coplin, D.L., D.R. Majerczak, Y. Zhang, W.S. Kim, S. Jock, and K. Geider. 2002. Identification of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* by PCR and strain differentiation by PFGE. *Plant Dis.* 86(3): 304–311.
- Correa, V.R., D.R. Majerczak, E. Ammar, M. Merighi, R.C. Pratt, S.A. Hogenhout, D.L. Coplin, and M.G. Redinbaugh. 2012. The bacterium *Pantoea stewartii* uses two different type III secretion systems to colonize its plant host and insect vector. *Applied and Environmental Microbiology* 78(17): 6327–6336.
- Desi, Y., T. Habazar, Agustian, U. Khairul, Syamsuwirman, dan P. Novia. 2014. Karakteristik, morfologi dan fisiologi isolat *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* pada jagung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(2): 45–52.
- Duong, D.A., A.M. Stevens, and R.V. Jensen. 2017. Complete genome assembly of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* DC283, a corn pathogen. *Genome Announcements* 5(2): 435–17.
- EPPO quarantine Pests. 2007. Data Sheets on Quarantine Pests. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. Prepare by CABI and EPPO for the EU under contract 90/399003.
- Feng, M., D. Kong, W. Wang, L. Liu, S. Song, and C. Xu. 2015. Development of an immunochromatographic strip for rapid detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Sensors*. 15: 4291–4301.
- Gehring, I. A. Wensing, M. Gernold, W. Wiedemann, D.L. Coplin, and K. Geider. 2014. Molecular differentiation of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* from subspecies *stewartii* and identification of new isolates from maize seeds. *J. of Applied Microbiology* 116: 1553–1562.
- Harahap, L.H. 2016a. Mengenal *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith, 1898) Mergaert *et al.* (1993) penyebab penyakit layu stewart pada tanaman jagung. <http://www.bbkbelawan.karantina.pertanian.go.id>. [24 Oktober 2016]
- Harahap, L.H. 2016b. Status penyakit stewart (*Pantoea stewartii* pv *stewartii*) pada pertanaman jagung di Kabupaten Humbang Hasundutan. <http://www.bbkbelawan.karantina.pertanian.go.id>. [11 November 2016].
- Herrera, C.M., M.D. Koutsoudis, X. Wang, and S.B. Von Bodman. 2008. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* exhibits surface motility, which is a critical aspect of Stewart's Wilt disease development on maize. *Mol. Plant-Microbe Interact* 21(10): 1359–1370.
- Khater, M., A. de la Escosura-Muniz, and A. Merkoci. 2016. Biosensors for plant pathogen detection. *Biosensors and Bioelectronics* 93: 72–86.
- Moghadam, F., M.B. Couger, B. Russ, R. Ramsey, R.A. Hanafy, C. Budd, D.P. French, W.D. Hoff, and N. Youssef. 2016. Draft genome sequence and detailed analysis of *Pantoea eucrina* strain Russ and implication for opportunistic pathogenesis. *Genomics Data* 10: 63–68.

- Mohamad, N.I., W.S. Tan, C.Y. Chang, K.K. Tee, W.F. Yin, and K.G. Chan. 2015. Analysis of quorum-sensing *Pantoea stewartii* strain M073a through whole-genome sequencing. *Genome Announcements* 3(1): 22–15.
- Mohammadi, M., L. Burbank, and M.C. Roper. 2012a. *Pantoea stewartii* produces an endoglucanase that is required for full virulence in sweet corn. *Mol. Plant-Microbe Interact* 25(4): 463–470.
- Mohammadi, M., L. Burbank, and M.C. Roper. 2012b. Biological role of pigment production for the bacterial phytopathogen *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Applied and Environmental Microbiology* 78(19): 6859–6865.
- Nalis, S., G. Suastika, dan Giyanto. 2015. Perlakuan panas kering dan bakterisida untuk menekan infeksi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* pada benih jagung manis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 11(4): 128–136.
- Orio, A.G.A., E. Brucher, M.C. Plazas, P. Sayago, F. Guerra, R. De Rossi, D.A. Ducasse, and G.D. Guerra. 2012. First report of Stewart's Wilt of maize in Argentina caused by *Pantoea stewartii*. *Plant Dis.* 96(12): 1819.
- Pataky, J.K. 2004. Stewart's wilt of corn. St. Paul (US): The American Phytopathological Society.
- Pataky, J.K and R. Ikin. 2003. Pest Risk Analysis: The risk of introducing *Erwinia stewartii* in maize seed. *International Seed Federation*. Chemin du Reposoir 7, Switzerland. Pp 79.
- Puji, W.M. 2016. Waspada! penyakit bakteri *Pantoea stewartii* pada jagung manis. <http://www.ditlin.hortikultura.pertanian.go.id>. [24 Oktober 2016]
- Rahma, H dan Armansyah. 2008. Penyebaran penyakit Stewart oleh bakteri *Pantoea stewartii* sebagai penyakit baru pada tanaman jagung (*Zea Mays*) studi kasus di Sumatera Barat. *Penelitian Dosen Muda*. DP2M DIKTI No 005/SP2H/PP/DP2M/III/2008.
- Rahma, H. 2013. Kajian penyakit layu stewart pada jagung (*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*) dan upaya pengendaliannya. *Disertasi Sekolah Pascasarjana*. Institut Pertanian Bogor.
- Rahma, H., M.S. Sinaga, M. Surahman, dan Giyanto. 2013. Tingkat kejadian penyakit layu Stewart pada benih dan respon beberapa varietas jagung terhadap infeksi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *J. Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 13(1): 1–9.
- Rahma, H., M.S. Sinaga, M. Surahman, and Giyanto. 2014. First report of stewart's wilt of maize caused by *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* in bogor district, Indonesia. *J. ISSAAS* 20(2): 131–141.
- Rezzonico, F., G. Vogel, B. Duffy, and M. Tonolla. 2010. Application of wholecell matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spec-trometry for rapid identification and clustering analysis of *Pantoea* species. *Appl. Environ. Microbiol.* 76: 4497–4509.
- Roper, M.C. 2011. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*: lesson learned from a xylem-dwelling pathogen of sweet corn. *Mol Plant Pathol* 12(7): 628–637.
- Sarkar, S and S. Chaudhuri. 2016. Bacterial wilt and its management. *Current Science* 110(8): 1439–1445.
- Stack, J., J. Chaky, and L. Giesler. 2017. Publication wilt of corn in Nebraska. <http://www.unl.edu/unpub/search/default.shtml>. [09 Januari 2017].
- Stavriniades, J., A. No, and H. Ochman. 2010. A single genetic locus in the phytopathogen *Pantoea stewartii* enables gut colonization and pathogenicity in an insect host. *Environ. Microbiol.* 12: 147–155.
- Suryani, L., L.Q. Aini, A.N. Sugiharto, and A.L. Abadi. 2012. Characterization of bacterial pathogen causing wilt and leaf blight on corn (*Zea mays*) by physiological, biochemical and molecular methods. *Agrivita* 34(3): 286–295.
- Syahdu, K.N. 2016. Identifikasi dan analisis filogenetik *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* penyebab layu bakteri stewart pada jagung di Bali. *Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Udayana*. 44 hlm.
- Tambong, J.T. 2015. Specific identification and detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* using a membrane-based multi-gene oligonucleotide array. *Canadian J. of Plant Path* 37(4): 414–426.
- Tambong, J.T., K.N. Mwange, M. Bergeron, T. Ding, F. Mandy, M. Reid, and X. Zhu. 2007. Rapid detection and identification of the bacterium *Pantoea stewartii* in maize by TaqMan real-time PCR assay targeting the *cpsD* gene. *J Appl Microbiol.* 104: 1525–1537.
- Thapa, S.P., D.H. Park, C. Wilson, J.H. Hur, and C.K. Lim. 2012. Multiplex PCR assay for the detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* using species-specific genetic markers. *Australas. Plant Path.* 41: 559–564.
- Trivi, H., I.B. Salem, N.K. Benzina, A. Fourati, M.C. Costa, W. Achouak, H. Sghaier, and M. Saidi. 2017. Effectiveness of the Plant-Growth Promoting Rhizobacterium *Pantoea* sp. BRM17 in enhancing Barssica napus Growth in Phosphogypsum-Amended soil. *Pedosphere*. [http://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60454-5](http://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60454-5)
- Wensing, A., S. Zimmermann, and K. Geider. 2010. Identification of the corn pathogen *Pantoea stewartii* by mass spectrometry of whole-cell extracts and its detection with novel PCR primers. *Appl. Environ. Microb.* 76: 6248–6256.
- Xu, R., Q. Chen, Z.R. Djama, and J.T. Tambong. 2009. Miniprimer PCR assay targeting multiple genes: a new rapid and reliable tool for genotyping *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Lett Appl Microbiol* 50: 216–222.
- Yuan, J., W. Gao, W. Wang, and X. Liao. 2013. LAMP for the detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Plant Quar.* 27: 61–65.
- Zdorovenko, E.L., A.A. Kadykova, A.S. Shashkov, L.D. Varbanets, T.V. Bulyhina, and Y.A. Knirel. 2017. Lipopolysaccharide of *Pantoea agglomerans* 7969: chemical identification, function, and biological activity. *Carbohydrate Polymers* 165: 351–358.
- Zhang, F., M. Zou, Y. Chen, J. Li, Y. Wang, X. Qi, and Q. Xue. 2014. Lanthanide labeled immunochromatographic strips for the rapid detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *Biosens. Bioelectron.* 51: 29–35.
- Zhang, F., J. Li, M. Zou, Y. Chen, Y. Wang, and X. Qi. 2013. Simultaneous detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis* and *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* based on microsphere immunoreaction. *J. Biomol. Screen.* 18: 474–480.
- Zhao, Y., L. Liu, D. Kong, H. Kuang, L. Wang, and C. Xu. 2014. Dual amplified electrochemical immunosensor for highly sensitive detection of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. *ACS Appl. Mater. Int.* 6: 21178–21183.
- Zuroaidah, Ferdi, Istiqomah, S. Nalis, dan Tuti. 2016. Deteksi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith, 1898) Mergaert *et al.* (1993) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) dari kotamadya Cilegon & Kabupaten Serang. <http://www.bkp2cilegon.karantina.pertanian.go.id>. [24 Oktober 2016]