

**Ketahanan Beberapa Klon Kentang (*Solanum tuberosum* L.)
terhadap Asam Fusarat dan Penyakit Busuk Kering Umbi**

Resistance of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Clones to Fusaric Acid and Dry Rot

Dewi Citra Sari¹, Diny Dinarti², Willy Bayuardi Suwarno², dan Agus Purwito^{2*}

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 19 Juni 2015/Disetujui 12 Februari 2016

ABSTRACT

Fusaric acid produced by Fusarium spp. played a major role in potato dry rot development. Using fusaric acid as a selection agent may be useful to identify resistant clones. The aim of this experiment was to evaluate the morphological responses of 10 potato clones (Granola, Atlantic, Cipanas, DTO 28, DTO 33, Russet Burbank, IPB 1, CIP 801040, CIP 801045, dan CIP 801050) and their resistance level to fusaric acid and Fusarium solani. The research was conducted in Plant Breeding Laboratory and Tissue Culture Laboratory 3, Departemen of Agronomy and Horticulture from April 2014-February 2015. The in vitro experiment was arranged in a randomized block design with 4 fusaric acid concentrations and 4 replications, while the F. solani infection experiment was arranged in a completely randomized design with 5 replications. The result showed that fusaric acid inhibits growth, reduce microtubers production, and caused planlets death. Correlation analysis between in vitro resistance to fusaric acid and F. solani infection on tuber showed positive and notable result. Accordingly, fusaric acid can be used to identify any clones resistant to F. solani.

Keywords: Fusarium solani, phytotoxin, selection

ABSTRAK

Asam fusarat yang dihasilkan Fusarium spp. berperan penting dalam perkembangan busuk kering umbi sehingga berpeluang untuk digunakan dalam kegiatan seleksi kentang. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi respon dan tingkat ketahanan beberapa klon kentang (Granola, Atlantik, Cipanas, DTO 28, DTO 33, Russet Burbank, IPB 1, CIP 801040, CIP 801045, dan CIP 801050) terhadap asam fusarat dan Fusarium solani. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan 3 dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura sejak bulan April 2014 – Februari 2015. Pengujian in vitro menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pada 4 taraf konsentrasi asam fusarat dan 4 ulangan. Pengujian infeksi F. solani pada umbi G0 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa cekaman asam fusarat secara in vitro menghambat pertumbuhan, menurunkan produksi umbi mikro, dan menyebabkan kematian sebagian planlet kentang. Tingkat ketahanan terhadap asam fusarat secara in vitro dan infeksi F. solani pada umbi mempunyai korelasi linear searah yang kuat. Oleh karena itu, asam fusarat dapat digunakan sebagai agen seleksi pada kegiatan pemuliaan tanaman kentang tahan terhadap F. solani.

Kata kunci: fitotoksin, Fusarium solani, seleksi

PENDAHULUAN

Penyakit busuk kering umbi akibat infeksi *Fusarium* spp. merupakan salah satu kendala dalam budidaya kentang. Penyakit ini tidak hanya menyerang umbi di lahan tetapi juga umbi yang tersimpan di gudang sehingga menyebabkan kerugian hingga 25% (Duriat, 2006). Gejala awal umbi yang terserang berupa munculnya bercak-bercak berlekuk coklat

atau hitam dan memperlihatkan gejala mummifikasi, yaitu kering, berkerut, dan keras (Wharton *et al.*, 2007).

Pengujian untuk mengetahui respon ketahanan terhadap busuk kering umbi biasanya dilakukan dengan cara inokulasi cendawan pada umbi kentang (Daami-Remadi *et al.*, 2006). Pemanfaatan seleksi sifat tertentu pada kultur *in vitro* memiliki peluang untuk mendapatkan klon kentang adaptif dengan waktu, tenaga, biaya, dan bahan tanam yang lebih sedikit. Seleksi *in vitro* juga dilakukan pada lingkungan terkontrol sehingga pengaruh kerusakan akibat perlakuan dapat diketahui dengan jelas. Pemanfaatan seleksi *in vitro*

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: apurwito@yahoo.com

sudah banyak dilakukan pada tanaman kentang seperti yang dilakukan oleh Maharijaya *et al.* (2008) untuk menguji ketahanan beberapa klon kentang terhadap penyakit layu bakteri dan busuk lunak.

Seleksi sifat ketahanan terhadap *Fusarium* spp. secara *in vitro* pada beberapa spesies tanaman dilakukan menggunakan toksin murni asam fusarat. Metode ini sudah digunakan dalam pemuliaan pisang kepok (Damayanti, 2010), vanili (Nurcahyani *et al.*, 2012), dan markisa (Flores *et al.*, 2012). Penelitian tersebut menunjukkan adanya korelasi positif antara gejala dan kejadian penyakit akibat perlakuan asam fusarat secara *in vitro* dan infeksi *F. solani* secara *in vivo*. Korelasi positif antara produksi asam fusarat dan patogenitas *Fusarium* spp. juga menunjukkan bahwa asam fusarat berperan penting dalam perkembangan penyakit busuk kering umbi kentang (Venter dan Steyn, 1998). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tingkat ketahanan beberapa klon kentang terhadap asam fusarat dan infeksi *Fusarium* spp. serta mengevaluasi efektivitas penggunaan asam fusarat dalam seleksi ketahanan tanaman terhadap *Fusarium* spp.

BAHAN DAN METODE

Respon Morfologi dan Ketahanan Beberapa Klon Kentang terhadap Asam Fusarat secara In Vitro

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan 3, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, pada bulan April sampai dengan Juli 2014. Sepuluh klon kentang (Granola, Atlantik, Cipanas, DTO 28, DTO 33, Russet Burbank, IPB 1, CIP 801040, CIP 801045, dan CIP 801050) dievaluasi respon morfologi dan tingkat ketahanannya terhadap asam fusarat (0, 5, 10, dan 15 mg L⁻¹) secara *in vitro*. Pengujian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 botol yang masing-masing berisi 3 eksplan.

Penelitian ini menggunakan media MS0 + CAP 5 mg L⁻¹ tanpa ZPT dengan penambahan asam fusarat sesuai perlakuan. Sterilisasi asam fusarat menggunakan filter 0.22 µm (millipore). Kultur kentang *in vitro* diinkubasi dalam ruang kultur bersuhu 20-22 °C dengan intensitas cahaya ±1.000 lux. Pengamatan dilakukan setiap minggu hingga 4 minggu setelah tanam (MST). Pengamatan dilakukan pada karakter vegetatif (jumlah tunas, buku, akar, dan tinggi planlet) serta persentase tanaman mati untuk menentukan kejadian penyakit masing-masing klon yang diuji. Kriteria ketahanan klon kentang terhadap asam fusarat ditentukan berdasarkan Purwati *et al.* (2007) (Tabel 1).

Produksi Umbi Mikro Kentang pada Media Tercekam Asam Fusarat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan 3, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, pada bulan Juni sampai dengan September 2014. Sepuluh klon kentang (Granola, Atlantik, Cipanas, DTO 28, DTO

33, Russet Burbank, IPB 1, CIP 801040, CIP 801045, dan CIP 801050) diuji kemampuan produksi umbi mikronya pada media tercekam asam fusarat (0, 5, 10, dan 15 mg L⁻¹) secara *in vitro*. Pengujian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 6 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 1 botol yang masing-masing terdiri dari 2 eksplan.

Planlet kentang yang telah berumur 4 minggu diinduksi umbi mikronya dengan menambahkan media pengumbian cair. Media pengumbian cair merupakan media MS0 + gula 90 g L⁻¹ + Chlorocholine Chloride (CCC) 400 g L⁻¹ + air kelapa 20% + Benzil Aminopurin (BAP) 10 g L⁻¹ + asam fusarat 20 mg L⁻¹. Tanaman kemudian disimpan dalam ruang gelap hingga minggu ke-12 setelah tanam pada suhu 18-22 °C. Pengamatan jumlah umbi terbentuk dilakukan setiap minggu (5-13 MST).

*Inokulasi *Fusarium solani* pada Umbi G0*

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman dan Laboratorium Kultur Jaringan 3, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, pada bulan Desember 2014 sampai Februari 2015. Umbi G0 dari setiap klon (Granola, Atlantik, Cipanas, DTO 28, DTO 33, Russet Burbank, IPB 1, CIP 801040, CIP 801045, dan CIP 801050) diambil secara acak untuk digunakan dalam pengujian dengan suspensi konidia *F. solani*. Umbi G0 yang diuji merupakan umbi mini hasil aklimatisasi yang dilakukan pada Oktober-Desember 2014 di *screenhouse* di Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) Segunung.

Inokulasi *F. solani* dilakukan dengan menyuntikkan suspensi konidia dengan kerapatan 10⁶ spora mL⁻¹ pada umbi dengan kedalaman luka 5-7 mm. Pengujian dilakukan pada dua sisi umbi (pangkal dan ujung). Umbi yang sudah diberi perlakuan kemudian disimpan di ruang preparasi laboratorium dalam wadah tertutup dalam kondisi kering dan temperatur suhu ruang (25-26 °C).

Pengujian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 1 faktor, yaitu klon kentang dengan 5 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 30 umbi. Pengamatan dilakukan pada 10 umbi secara destruktif setiap minggu hingga minggu ke-3. Pengamatan respon umbi setelah inokulasi *F. solani* dilakukan dengan metode *scoring* menurut Chehri *et al.* (2011). Skor 1 jika tidak ditemukan gejala serangan, skor 2 jika serangan penyakit ringan, skor 3 jika serangan penyakit sedang, dan skor 4 jika busuk kering umbi sangat parah dan meluas. Kriteria ketahanan klon kentang terhadap infeksi *F. solani* mengacu pada metode Leach dan Webb (1981) (Tabel 1).

Data kuantitatif hasil pengamatan dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Jika perlakuan berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* pada taraf 5%. Korelasi kriteria ketahanan planlet terhadap asam fusarat dan umbi terhadap infeksi *F. Solani* dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman dengan terlebih dahulu mengubah masing-masing kriteria ketahanan ke dalam skala ordinal 1-5. Skala 5 untuk kriteria tahan (T) dan berurutan hingga skala 1 untuk kriteria sangat rentan (SR).

Tabel 1. Kriteria ketahanan planlet terhadap asam fusarat dan umbi terhadap infeksi *F. solani*

KP (%)	S	Kriteria ketahanan
$0 \leq KP \leq 5$	$1.0 \leq S \leq 1.6$	Tahan (T)
$5 < KP \leq 10$	$1.6 < S \leq 2.2$	Agak Tahan (AT)
$10 < KP \leq 25$	$2.2 < S \leq 2.8$	Agak Rentan (AR)
$25 < KP \leq 50$	$2.8 < S \leq 3.4$	Rentan (R)
$50 < KP \leq 100$	$3.4 < S \leq 4.0$	Sangat Rentan (SR)

Keterangan: Penentuan interval pada kolom 1 mengacu pada metode Purwati *et al.* (2007) dan interval pada kolom 2 mengacu pada metode Leach dan Webb (1981). KP = Persentase kejadian penyakit akibat cekaman asam fusarat. S = Rentang skor serangan busuk kering umbi akibat infeksi *F. solani*

HASIL DAN PEMBAHASAN

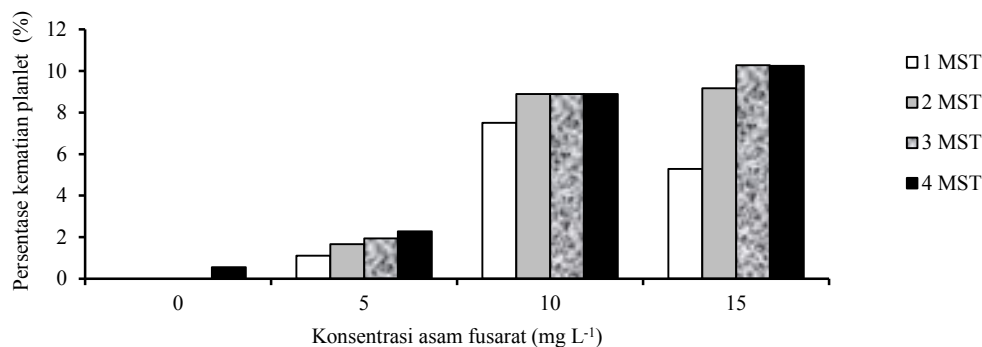
Respon Morfologi dan Tingkat Ketahanan Planlet Kentang terhadap Asam Fusarat secara *In Vitro*

Toksisitas asam fusarat terhadap tanaman kentang *in vitro* ditentukan oleh tingkat kejadian penyakit. Gejala kelayuan batang maupun daun tidak ditemukan pada 1-4 MST sehingga kejadian penyakit hanya dihitung dari persentase eksplan yang mati. Kematian eksplan rata-rata terjadi pada fase awal yaitu sebelum terjadi inisiasi tunas dan akar. Stek buku tunggal yang mati ditandai dengan perubahan warna

eksplan dari hijau menjadi coklat atau putih, sedangkan stek buku tunggal yang berhasil menginisiasi pembentukan tunas dan akar mampu bertahan hidup meskipun pertumbuhannya lambat.

Gambar 1 menunjukkan persentase kematian planlet kentang *in vitro* selama 4 minggu setelah subkultur akibat perlakuan asam fusarat. Eksplan tidak ada yang mati pada 1-3 MST pada media tanpa asam fusarat dan hanya terdapat 1% planlet yang mati pada minggu ke-4. Media dengan perlakuan asam fusarat menyebabkan sebagian eksplan kentang gagal membentuk tunas dan akar, kemudian mati. Persentase kematian planlet juga meningkat pada setiap peningkatan konsentrasi asam fusarat. Perlakuan asam fusarat 5, 10, dan 15 mg L⁻¹ menyebabkan kematian planlet berturut-turut dengan rata-rata ± 2%, 9%, dan 10%. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa asam fusarat dapat menyebabkan kematian sel dan menurunkan tingkat proliferasi kultur sel *Arabidopsis thaliana* pada konsentrasi 1.79 mg L⁻¹ (Bouizgarne *et al.*, 2006a) dan menghambat perkecambahan biji markisa hingga 20% pada konsentrasi 17.9 mg L⁻¹ (Flores *et al.*, 2012).

Planlet pada media tercekam asam fusarat memiliki tinggi, panjang akar, dan ukuran daun yang lebih rendah daripada kontrol dengan perbedaan yang signifikan (Tabel 2). Planlet pada media dengan asam fusarat 15 mg L⁻¹ hanya mempunyai mencapai 25-28% dari tinggi tanaman kontrol, sedangkan ukuran daunnya hanya mencapai 25-38% panjang dan lebar daun kontrol. Planlet yang tercekam asam fusarat juga memiliki panjang akar 3-4% dari panjang akar planlet kontrol. Asam fusarat berpengaruh negatif terhadap aktivitas



Gambar 1. Persentase kematian planlet kentang *in vitro* pada 4 perlakuan konsentrasi asam fusarat

Tabel 2. Rata-rata tinggi, panjang akar, dan ukuran daun tanaman kentang *in vitro* berumur 4 MST pada perlakuan asam fusarat

Konsentrasi asam fusarat (mg L ⁻¹)	Tinggi (cm)	Panjang akar (cm)	Panjang daun (mm)	Lebar daun (mm)
0	5.3a	12.4a	3.1a	2.8a
5	1.4b	0.4b	1.2b	0.8b
10	1.4b	0.7b	0.7c	0.5b
15	1.5b	0.4b	0.9c	0.7b

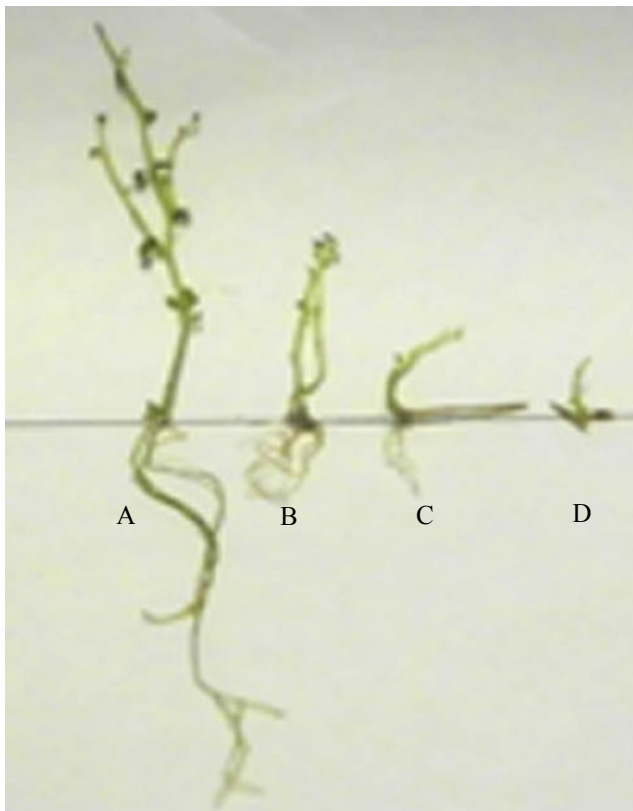
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama artinya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

meristematik. Gejala penghambatan tumbuh akibat toksin yang dihasilkan oleh *Fusarium* spp. juga ditemukan pada pertumbuhan bibit semangka (Wu *et al.*, 2008). Perbedaan tersebut jelas terlihat pada karakter tinggi tanaman dan akar primer yang lebih pendek. Perbedaan tinggi dan panjang akar planlet kentang ditunjukkan pada Gambar 2.

Setiap klon memiliki respon yang berbeda terhadap perlakuan asam fusarat. Perbedaan sangat nyata terlihat pada klon DTO 33 yang mengalami rata-rata kejadian penyakit hingga 30%, sedangkan klon yang lain hanya mengalami kejadian penyakit kurang dari 10% (Gambar 3). Tabel 3 menunjukkan bahwa Atlantik, Granola, CIP 801040, CIP 801050, DTO 28, Cipanas, IPB 1, dan Russet Burbank termasuk dalam kategori tahan (T), CIP 801045 dalam kategori agak tahan (AT), dan DTO 33 dalam kategori rentan (R). Klon yang termasuk kategori tahan juga diketahui memiliki jumlah tunas, jumlah buku, jumlah akar, panjang akar, dan tinggi tanaman yang lebih tinggi daripada lainnya.

Produksi Umbi Mikro Kentang pada Media Tercekam Asam Fusarat

Pembentukan umbi kentang selain dipengaruhi oleh faktor genetik, juga dipengaruhi oleh lingkungan sehingga



Gambar 2. Perbedaan tinggi tanaman dan panjang akar planlet kentang IPB 1 *in vitro* pada 4 MST akibat perlakuan asam fusarat. A. Asam Fusarat 0 mg L⁻¹; B. Asam Fusarat 5 mg L⁻¹; C. Asam Fusarat 10 mg L⁻¹; D. Asam Fusarat 15 mg L⁻¹

sensitivitas tanaman kentang terhadap keadaan lingkungan tumbuh yang terlihat pada respon pembentukan umbi dapat digunakan untuk menduga tingkat ketahanan klon kentang terhadap cekaman, baik biotik maupun abiotik (Dobranszki *et al.*, 2008). Asam fusarat 20 mg L⁻¹ ditambahkan ke dalam media pengumbian dengan tujuan agar dapat diamati kemampuan planlet kentang menginduksi umbi mikro secara *in vitro* pada kondisi tercekam asam fusarat.

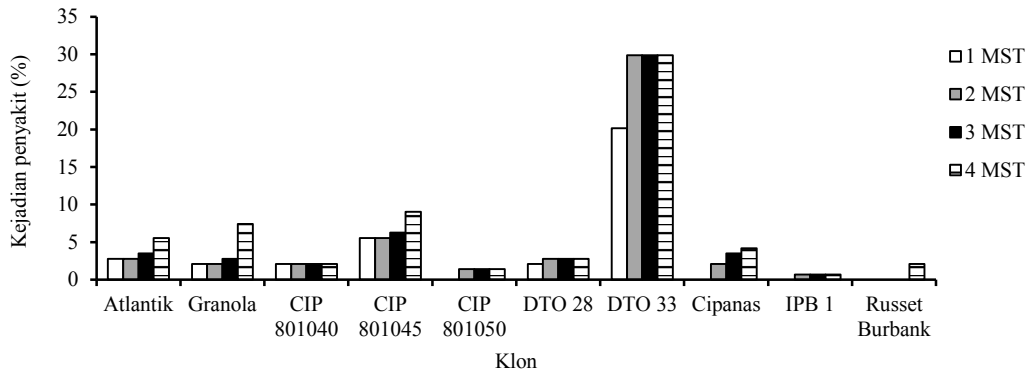
Umbi mikro kentang pada suhu 18-22 °C mulai terbentuk satu minggu setelah penambahan media pengumbian cair. Rata-rata jumlah umbi pada setiap klon yang relatif sedikit ditunjukkan pada Tabel 4. Pada kentang Granola, induksi umbi mikro secara *in vitro* pada kondisi optimal dapat menghasilkan 1.3 umbi per eksplan (Purwito dan Wattimena, 2008), sedangkan pada penelitian ini kentang Granola hanya mampu menginduksi 0.3 umbi per eksplan. Penambahan asam fusarat dalam media pengumbian cair diduga menekan pembentukan umbi mikro sehingga rata-rata jumlah umbi sangat kecil. Berdasarkan karakter jumlah umbi, klon CIP 801040 diketahui memiliki jumlah umbi lebih tinggi daripada Granola, Atlantik, serta klon lainnya.

Perlakuan asam fusarat juga tidak menyebabkan kerusakan pada umbi mikro kentang. Umbi mikro tidak mengalami gejala busuk kering. Hal ini menunjukkan bahwa asam fusarat tidak merusak jaringan secara fisik. Sesuai dengan pernyataan Bouizgarne *et al.* (2006b), asam fusarat lebih berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dengan mengganggu sistem fisiologi tanaman sehingga pada penelitian ini hanya berpengaruh pada tertekannya produksi umbi mikro.

Ketahanan Klon Kentang terhadap Penyakit Busuk Kering Umbi

Perlakuan suspensi *F. solani* mampu menyebabkan gejala busuk kering umbi. Zona nekrosis terlihat jelas seperti lapisan pembatas berwarna coklat muda dan terlihat pertumbuhan miselium berwarna putih. Pengamatan respon terhadap infeksi *F. solani* dilakukan pada tiga waktu inkubasi. Pengamatan dilakukan dengan metode *scoring* menurut Chehri *et al.* (2011). Umbi yang terserang busuk kering beserta skor untuk membedakan tingkat keparahan serangan ditunjukkan pada Gambar 4.

Kriteria ketahanan ditentukan berdasarkan rata-rata skor busuk kering umbi pada masa inkubasi 2 minggu. Perbandingan respon pada masa inkubasi 2 minggu dilakukan karena penyakit busuk kering pada 10 klon yang diuji telah memiliki tingkat keparahan yang sama pada masa inkubasi 3 minggu. Klasifikasi 10 klon yang diuji adalah sebagai berikut: Russet Burbank termasuk kategori tahan (T); Granola, CIP 801040, CIP 801050, DTO 28, Cipanas dan IPB 1 termasuk agak tahan (AT); sedangkan Atlantik, CIP 801045, dan DTO 33 termasuk agak rentan (AR) (Tabel 5). Russet Burbank diharapkan menjadi klon harapan yang tahan terhadap penyakit busuk kering umbi. Sifat tahan Russet Burbank juga ditunjukkan pada pengujian dengan asam fusarat.



Gambar 3. Perbedaan tingkat kejadian penyakit pada 10 klon kentang yang diuji secara *in vitro*

Tabel 3. Respon beberapa klon kentang terhadap perlakuan asam fusarat 0-15 mg L⁻¹ pada 4 MST

Genotipe	Ketahanan	Jumlah tunas	Jumlah buku	Jumlah akar	Panjang akar (cm)	Tinggi tanaman (cm)
Atlantik	AR	1.06a	4.30ab	1.23cde	2.12d	2.10cd
Granola	T	1.04a	4.11b	1.24cde	2.39bcd	3.31b
CIP 801040	AT	0.98ab	4.96ab	1.43cd	3.84bcd	2.56bc
CIP 801045	AR	1.12a	3.57b	0.66f	3.84bcd	1.74de
CIP 801050	AT	1.12a	3.78b	1.43cd	3.62bcd	2.01cd
DTO 28	AT	1.09a	4.54b	0.94def	3.88bcd	1.69de
DTO 33	SR	0.86b	3.18c	0.76ef	3.02bcd	1.52e
Cipanas	AT	1.09a	4.86ab	2.07ab	4.49b	2.15d
IPB 1	T	1.02a	4.76ab	1.80bc	1.99cd	2.03cd
Russet Burbank	T	1.00ab	6.04a	2.54a	5.62a	4.42a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama artinya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$. Kriteria ketahanan: T = tahan; AT = agak tahan; AR = agak rentan; R = rentan; dan SR = sangat rentan. Tingkat ketahanan ditentukan berdasarkan kejadian penyakit (KP) pada perlakuan asam fusarat 15 mg L⁻¹

Tabel 4. Rata-rata jumlah umbi mikro kentang per eksplan pada media tercekam asam fusarat 20 mg L⁻¹ pada 13 MST

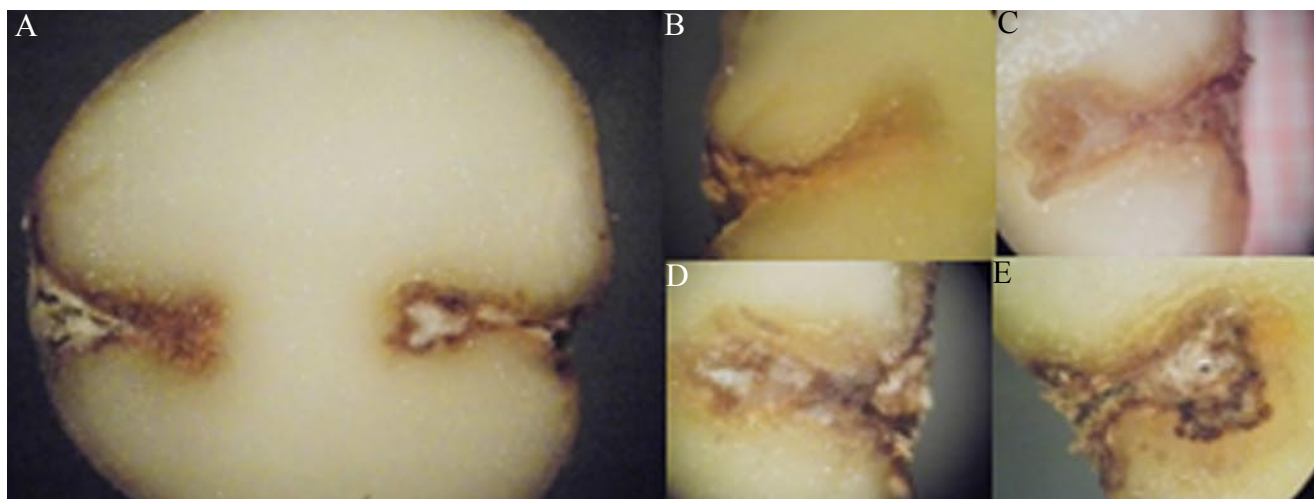
No.	Klon	Jumlah umbi	No.	Klon	Jumlah umbi
1	Atlantik	0.2b	6	DTO 28	0.6b
2	Granola	0.3b	7	DTO 33	0.0b
3	CIP 801040	1.4a	8	Cipanas	0.2b
4	CIP 801045	0.0b	9	IPB 1	0.3b
5	CIP 801050	0.1b	10	Russet Burbank	0.3b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Korelasi Tingkat Ketahanan Beberapa Klon Kentang terhadap Asam Fusarat secara In Vitro dan Penyakit Busuk Kering Umbi di Lapangan

Tingkat ketahanan terhadap asam fusarat secara *in vitro* dan infeksi *F. solani* pada umbi pada minggu kedua pengamatan mempunyai hubungan linier yang kuat dan searah dengan nilai sebesar 0.87 dan nyata pada taraf 1%.

Korelasi membuktikan bahwa asam fusarat memiliki peran penting terhadap perkembangan busuk kering umbi kentang sesuai dengan hasil penelitian El-Hassan *et al.* (2007). Hasil pengujian R² sebesar 0.76 menunjukkan bahwa 76% pengkategorian kriteria ketahanan umbi kentang terhadap infeksi *F. solani* dapat dijelaskan oleh kriteria ketahanan planlet akibat cekaman asam fusarat, sedangkan 24% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor lain tersebut dapat



Gambar 4. Gejala busuk kering akibat infeksi *Fusarium solani*. (A) Irisan melintang umbi terinfeksi; (B) Umbi tanpa infeksi (skor 1); (C) Umbi terinfeksi ringan (skor 2); (D) Umbi terinfeksi sedang (skor 3); (E) Umbi terinfeksi parah (skor 4); Skala 1 : 4

Tabel 5. Rataan skor kejadian busuk kering umbi setelah inokulasi *F. solani* pada 3 masa inkubasi yang berbeda

Klon	Masa inkubasi			Ketahanan
	1 minggu	2 minggu	3 minggu	
Atlantik	2.25abcd	2.45ab	3.70	AT
Granola	2.15bcd	2.00ab	3.15	AR
CIP 801040	2.35abcd	2.20ab	3.70	AR
CIP 801045	2.55abcd	2.45ab	3.55	AT
CIP 801050	2.70abcd	2.10ab	3.70	AR
DTO 28	2.10cd	2.15ab	3.00	AR
DTO 33	2.60abcd	2.25ab	3.65	AT
Cipanas	2.05d	1.90bc	3.40	AR
IPB 1	2.45abcd	2.10ab	2.90	AR
Russet Burbank	2.25abcd	1.60c	2.85	T

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; Skor : 1 = tanpa gejala; 2 = gejala busuk ringan; 3 = gejala busuk sedang; dan 4 = gejala busuk parah. Kriteria ketahanan: T = tahan; AT = agak tahan; AR = agak rentan; R = rentan; dan SR = sangat rentan. Tingkat ketahanan ditentukan berdasarkan rata-rata skor busuk kering umbi pada masa inkubasi 2 minggu

berupa fitotoksin lain yang dihasilkan *F. solani* (Rehman *et al.*, 2012; Ramanathan *et al.*, 2015) atau jenis patogen lain yang juga menyerang umbi saat pengujian (Wharton *et al.*, 2007).

KESIMPULAN

Perlakuan asam fusarat secara *in vitro* dan inokulasi suspensi konidia *F. solani* mampu menunjukkan perbedaan tingkat ketahanan terhadap penyakit busuk kering umbi pada kentang Granola, Atlantik, CIP 801040, CIP 801045, CIP 801050, DTO 28, DTO 33, Cipanas, IPB 1, dan Russet Burbank. Cekaman asam fusarat secara *in vitro* menghambat

pertumbuhan, produksi umbi mikro, dan menyebabkan kematian sebagian planlet kentang. Infeksi *F. solani* pada umbi G0 juga menunjukkan gejala busuk kering umbi yang berbeda pada setiap klonnya. Russet Burbank menunjukkan ketahanan yang baik terhadap cekaman asam fusarat pada kultur *in vitro* dan infeksi *Fusarium* spp. pada umbi. Tingkat ketahanan terhadap asam fusarat secara *in vitro* dan infeksi *F. solani* pada umbi mempunyai korelasi linear searah yang kuat. Pengujian menggunakan asam fusarat secara *in vitro* dapat menggambarkan respon klon kentang terhadap *Fusarium* spp. di lahan. Oleh karena itu, asam fusarat dapat digunakan sebagai agen seleksi pada kegiatan pemuliaan tanaman kentang tahan terhadap *Fusarium* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouizgarne, B., H. El-Maarouf-Bouteau, C. Frankart, D. Reboutier, K. Madiona, A.M. Pennarun, M. Monestiez, J. Trouverie, Z. Amiar, J. Briand, M. Brault, J.P. Rona, Y. Ouhdouch, I. El-Hadrami, F. Bouteau. 2006a. Early physiological responses of *Arabidopsis thaliana* cells to fusaric acid: toxic and signaling effects. *New Phytol.* 169:209-218.
- Bouizgarne, B., H. El-Maarouf-Bouteau, K. Madiona, B. Biligui, M. Monestiez, A.M. Pennarun, Z. Amiar, J.P. Rona, Y. Ouhdouch, I. El-Hadrami, F. Bouteau. 2006b. A putative role for fusaric acid in biocontrol of the parasitic angiosperm *Orobanche ramosa*. *MPMI.* 19:550-556.
- Chehri, K., N.F. Mohamed, B. Salleh, Z. Latiffah. 2011. Occurrence and pathogenicity of *Fusarium* spp. on potato tubers in Malaysia. *Afr. J. Agric. Res.* 6:3706-3712.
- Daami-Remadi, M., H. Jabnoun-Khiareddine, F. Ayed, M. El Mahjoub. 2006. Effect of temperature on aggressivity of Tunisian *Fusarium* species causing potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber dry rot. *J. Agron.* 5:350-355.
- Damayanti, F. 2010. Peningkatan ketahanan pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) hasil kultur jaringan terhadap penyakit layu fusarium melalui seleksi asam fusarat. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta.* 3:310-319.
- Dobranszki, J., K. Magyar-Tabori, I. Hudak. 2008. In vitro tuberization in hormone-free systems on solidified and dormancy of potato microtubers. *Fruit Veg. Cereal Sci. Biotech.* 2:82-94.
- Duriat, S.A., O.S. Gunawan, N. Gunaeni. 2006. Penerapan Teknologi PHT pada Kentang. Balai penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- El-Hassan, K.I., M.G. El-Saman, A.A. Mosa, M.H. Mostafa. 2007. Variation among *Fusarium* spp. the causal of potato tuber dry rot in their pathogenicity and mycotoxins production. *Egypt J. Phytopathol.* 35:53-68.
- Flores, P.S., W.C. Otoni, O.D. Dhingra, S.P.S de Souza-Diniz, T.M. dos Santos, C.H. Bruckner. 2012. In vitro selection of yellow passion fruit genotypes for resistance to *Fusarium* vascular wilt. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 108:37-45.
- Leach, S.S., R.E. Webb. 1981. Resistance of selected potato cultivars and clones to *Fusarium* dry rot. *Phytopathol.* 71:623-629.
- Maharijaya, A., M. Mahmud, A. Purwito. 2008. Uji ketahanan *in vitro* klon-klon kentang hasil persilangan kentang kultivar Atlantik dan Granola terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dan busuk lunak (*Erwinia carotovora*). *Bul. Agron.* 36:133-138.
- Nurchayani, E., I. Sumardi, B. Hadisutrisno, E. Suharyanto. 2012. Penekanan perkembangan penyakit busuk batang vanili (*Fusarium oxysporum* f. spp *vanillae*) melalui seleksi asam fusarat secara *in vitro*. *J. HPT Tropika.* 12:12-22.
- Purwati, R.D., S. Harran, Sudarsono. 2007. *In vitro* of abaca for resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *HAYATI J. Biosci.* 65-70.
- Purwito, A., G.A. Wattimena. 2008. Kombinasi persilangan dan seleksi *in vitro* untuk mendapatkan kultivar unggul kentang. *JUPI.* 13:140-149.
- Ramanathan, G., N. Mahalakshmi, E.R. Shiny, J.I. Suresh. 2015. Evaluation of phytotoxic and bioactive potential of paclitaxel from *Fusarium solani*. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 4:64-74.
- Rehman, A., A. Rehman, N. Javed, A.U. Malik, S. Mehboob. 2012. Toxin production by *Fusarium solani* from declining citrus plants and its management. *Afr. J. Biotechnol.* 11:2199-2203.
- Venter, S.L., P.J. Steyn. 1998. Correlation between fusaric acid production and virulence of isolates of *Fusarium oxysporum* that causes potato dry rot in South Africa. *Potato Res.* 4:289-294.
- Wharton, P., R. Hammerschmidt, W. Kirk. 2007. *Fusarium* dry rot. Michigan State University Extension Bulletin. E-2995.
- Wu, H.S., W. Bao, D.Y. Liu, N. Ling, R.R. Ying, W. Raza, Q.R. Shen. 2008. Effect of fusaric acid on biomass and photosynthesis of watermelon seedlings leaves. *Caryologia.* 61:258-268.