

STUDI KETAHANAN LAYU BAKTERI PADA MUTAN PUTATIF TOMAT M5

Study Resistance of Bacterial Wilt Putative Mutant Lines of Tomato M5

Muhammad Roiyan Romadhon¹, Surjono Hadi Sutjahjo^{1*}, dan Desta Wirnas¹

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

*Penulis untuk korespondensi: surjonohadisutjahjo@yahoo.com

ABSTRACT

Tomato is a commodity that is easily obtained in all parts of Indonesia. The main problem experienced in the cultivation of tomato plants is bacterial wilt disease, especially in the lowlands. Alternative that can be done is by induction of mutation with gamma rays so that way can get varieties that resistant bacterial wilt. The purpose of this research is to obtain mutant resistant to bacterial wilt disease through gamma ray irradiation. The experiment was conducted at Leuwikopo Experimental Farm of Bogor, West Java on October 2016 with a Completely Randomized Design (RAL) design with 26 tomato lines consist of 17 mutant mutant tomato mutants M5 and six comparators (Opal, Tora, Zamrud, Berlian, Ratna, and Aceh 5) with 3 replications so that there are 78 experimental units. The result of the research is that there are 6 putative mutant tomato M5 lines which have very resistant with flat fruit shape are M5/495 GL 2-8-10-5 (U2), M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), and M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) and there are 4 putative mutant M5 lines with round fruit shape which have moderate resistant are M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2), M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1) and M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3), and M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2). Plant height as the character of selection to assemble superior varieties of bacterial wilt resistant because it has high broad sense of heritability.

Keywords: AUDPC, gamma ray, irradiation, resistance response

ABSTRAK

Tomat merupakan komoditas yang mudah diperoleh di seluruh wilayah Indonesia. Masalah utama yang dialami dalam budidaya tanaman tomat yaitu penyakit layu bakteri khususnya di dataran rendah. Alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan induksi mutasi dengan sinar gamma sehingga dengan cara tersebut dapat memperoleh varietas yang tahan layu bakteri. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh galur yang tahan terhadap penyakit layu bakteri melalui iradiasi sinar gamma. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB, Bogor, Jawa Barat dengan ketinggian 196 m dpl, pada bulan Oktober 2016 dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 26 galur tomat terdiri dari 17 galur putatif mutan tomat M5 dan 6 pembanding (Opal, Tora, Zamrud, Berlian, Ratna, dan Aceh 5) dengan 3 ulangan sehingga terdapat 78 satuan percobaan. Hasil penelitian ini menunjukkan ada 6 putatif mutan M5 yang sangat resisten dengan bentuk buah pipih adalah M5/495

GL 2-8-10-5 (U2), M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) serta ada 4 putatif mutan M5 dengan bentuk buah bulat agak tahan yaitu M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2), M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3), dan M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2). Tinggi tanaman sebagai karakter seleksi untuk merakit varietas unggul tahan layu bakteri karena memiliki nilai heritabilitas arti luas yang tinggi.

Kata kunci: AUDPC, irradiasi, respon ketahanan, sinar gamma

PENDAHULUAN

Tomat merupakan komoditas yang mudah diperoleh di seluruh wilayah Indonesia. Sentra tomat di Indonesia tersebar di seluruh wilayah karena tomat dapat tumbuh di dataran tinggi dan dataran rendah. Budidaya tanaman tomat di dataran rendah terdapat kendala penyakit layu bakteri. Penyakit layu bakteri pada mulanya disebabkan oleh *Pseudomonas solanacearum* hingga tahun 1995, akan tetapi Yabuuchi *et al.* (1995) mengklasifikasikannya ke dalam genus *Ralstonia*.

Layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* penyakit ini menyerang lebih dari 200 spesies tanaman lebih dari 50 famili. Layu bakteri secara luas di daerah tropis, subtropis, dan beriklim hangat. Tahap awal penyakit layu bakteri berupa gejala layu pada daun termuda pada musim panas (EPPO 2004). Indikasi gejala penyakit ini berkembang ditandai dengan adanya semua daun layu cepat dan mengering meskipun dedaunan masih hijau kemudian tanaman mati (Champoiseau *et al.*, 2009). Kondisi tanaman tomat layu kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan hasil dari pergerakan air karena adanya massa bakteri yang menyumbat pembuluh angkut (Martin & French, 1985). Tanaman yang terserang layu bakteri terjadi perubahan bagian batang yang terinfeksi apabila dipotong terlihat garis-garis cokelat gelap dan batang yang terkena serangan menjadi patah pada tanaman tomat muda (Champoiseau, 2008).

Infeksi dan pengembangan penyakit terjadi pada suhu tinggi dan kelembaban tanah yang tinggi. Keparahan penyakit meningkat ditandai adanya luka pada akar karena alat pertanian dan nematoda. *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* dapat bertahan pada banyak gulma atau bahkan di tanah bera yang menyebar melalui transplantasi, alat atau drainase air dari tanah penuh yang berdekatan. Elphinstone (2005) menyatakan bahwa serangan layu bakteri pada tanaman tomat menyebabkan kerugian finansial secara global mencapai US\$1 miliar per tahun. Kerugian tersebut menyebabkan semua pihak berupaya untuk mengendalikan penyakit layu bakteri. Upaya melalui pemuliaan tanaman dengan metode induksi mutasi. Induksi mutasi dengan menggunakan sinar gamma menyebabkan keragaman genetik yang berguna dalam pemuliaan tanaman. Metode pemuliaan mutasi dengan sinar gamma menyebabkan perubahan pada basa nukleotida sehingga dimungkinkan terdapat perubahan gen khususnya gen ketahanan layu bakteri. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh galur yang tahan terhadap penyakit layu bakteri.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB, Bogor, Jawa Barat dengan ketinggian 196 m dpl, pada bulan Oktober 2016 sampai Februari 2017.

Bahan Genetik

Bahan genetik yang digunakan adalah 17 galur M5 hasil iradiasi sinar gamma antara lain M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2), M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/495 GL 2-8-10-5 (U2), M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3), M5/495 Kemir 1-4-7-8 (U2), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1), M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3), M5/495 Berlian 4-1-2-5 (U2), M5/495 Aceh 5- 4-10-6 (U2), M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3), M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2), dan M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) serta sebagai pembanding Berlian, Opal, Ratna, Tora, Zamrud, dan Aceh 5. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebanyak tiga ulangan setiap galur terdiri atas 15 tanaman. Uji ketahanan layu bakteri dan menggunakan rncangan kelompok lengkap teracak untuk daya hasil.

Prosedur Percobaan

Persiapan Tanah dan Tanaman. Tanah yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 2:1 (v/v) kemudian dimasukkan ke dalam polybag berdiameter 20 cm (6 kg tanah per polybag). Benih tomat disemai dalam *tray* semai berisi campuran tanah, kompos, dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1:1 (v/v/v), setelah tomat berumur 4 minggu dipindahkan ke *polybag*.

Persiapan Inokulum. Bagian pangkal batang tomat yang sakit dengan tingkat infeksi awal. Selanjutnya batang dibelah secara membujur atau melintang dengan pisau. Bagian batang yang terinfeksi, jaringannya terlihat berwarna coklat lebih gelap dibandingkan dengan jaringan yang sehat. Bagian pangkal batang kemudian dipotong dengan kemiringan 45⁰ dan dimasukkan ke dalam air pada gelas tembus pandang serta didiamkan selama 24 jam. Batang tomat yang terinfeksi *R. solanacearum* akan mengeluarkan eksudat bakteri yang berwarna *cream* seperti susu.

Inokulasi *R. solanacearum* pada tanaman uji. Inokulasi dilakukan pada saat pindah tanaman ± 4 minggu. Tanaman yang akan diinokulasi dilukai terlebih dahulu dengan cara menggunting $\frac{1}{3}$ bagian akar kemudian direndam pada suspensi bakteri sebanyak 20 ml pertanaman selama 30 menit. Selanjutnya tanaman yang sudah diinokulasi dipindahkan ke *polybag* dan suspensi bakteri disiramkan ke tanaman.

Pengamatan

1. Periode Laten: adalah periode ketika munculnya gejala awal yang ditandai layu permanen pada daun muda dan diamati 2 hari setelah dilakukan inokulasi.
2. Tinggi Tanaman: diukur dari sebelum diinokulasi (OHSI) dan 30 hari setelah inokulasi (HSI).

3. Kejadian Penyakit: Perhitungan tingkat kejadian penyakit pada tanaman dilakukan dengan cara mengamati gejala eksternal pada tanaman. Menurut Agrios (1996) perhitungan dilakukan setiap minggu setelah timbulnya gejala awal. Tingkat kejadian penyakit dihitung rumus sebagai berikut:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = tingkat kejadian penyakit (%)

N = jumlah tanaman layu yang diamati

N = jumlah tanaman yang diamati

Respon ketahanan tanaman tomat terhadap serangan layu bakteri ditentukan berdasarkan Peter *et al.* (1993) yang dimodifikasi yaitu sangat tahan jika $0 \leq KP < 5$; tahan jika $5 \leq KP \leq 20$; agak tahan jika $20 < KP \leq 40$; agak rentan jika $40 < KP \leq 60$; rentan jika $60 < KP \leq 80$; dan sangat rentan jika $KP > 80$.

4. *Area under disease progress curve* (AUDPC): *Area under disease progress curve* atau area di bawah kurva perkembangan penyakit (ABKPP) adalah ukuran dari jumlah penyakit selama jangka waktu yang dapat digunakan untuk membandingkan epidemi kuantitatif. Nilai AUDPC dihitung berdasarkan rumus yang disarankan oleh Landeo (1999) sebagai berikut:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^N (X_{t+1} + X_t) (D_{t+1} - D_t)$$

Keterangan:

AUDPC = Area under disease progress curve

X_t = persentase serangan busuk daun pengamatan pada waktu ke-t.

X_{t+1} = persentase serangan busuk daun pada pengamatan t+1 pengamatan berikutnya.

$D_{t+1} - D_t$ = interval pengamatan dari pengamatan pertama ke pengamatan ke dua

Analisis Data

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 23 galur tomat yang diuji terdiri dari 17 galur putatif mutan tomat M5 dan 6 pembanding (Opal, Berlian, Tora, Zamrud, Ratna, dan Aceh 5) dengan 3 ulangan sehingga terdapat 78 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 15 tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis dengan Uji F dan jika nilai F-hitung berbeda nyata pada taraf alpha 5%, maka akan dilanjutkan dengan Uji Dunnett pada taraf alpha 5%. Pengujian dilakukan menggunakan *software* SAS 9.0 dan STAR.

Nilai duga heritabilitas arti luas dihitung berdasarkan Poehlman dan Sleeper (1995) dengan rumus:

$$\sigma^2_e = KTe/r; \sigma^2_g = (KTg - KTe)/r; \sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e$$

$$h^2_{bs} = (\sigma^2_g / \sigma^2_p) \times 100\%; KKG = (\sqrt{\sigma^2_g} / X) \times 100\%$$

Keterangan:

σ^2_p = ragam fenotipe, σ^2_g = ragam genetik, h^2_{bs} = heritabilitas arti luas. Nilai heritabilitas dikelompokkan sebagai berikut: $0 < h^2 < 20\%$ (rendah); $20\% < h^2 < 50\%$ (sedang); $50\% < h^2 < 100\%$ (tinggi) (Bahar & Zen, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Gejala Penyakit Layu Bakteri Galur Putatif Mutan Tomat M5

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang setiap tahun mengalami penurunan hasil produksi. Menurut Chaudhry dan Rashid (2011) menyatakan bahwa salah satu faktor rendahnya produksi tomat disebabkan oleh budidaya yang tidak sesuai, pertanaman monokultur, penggunaan benih yang tidak bersertifikat, dan oleh cekaman biotik dan abiotik. Apriastika *et al.* (2015) menyatakan bahwa kelembaban tanah memiliki hubungan yang positif dengan persentase layu penyakit sehingga dengan kelembaban suhu yang tinggi akan meningkatkan jumlah layu bakteri pada tanaman, selain faktor abiotik faktor terpenting lainnya yang menyebabkan turunnya produksi tomat tinggi yaitu serangan layu bakteri. Penyakit layu bakteri disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*. Perkembangan layu bakteri dipengaruhi oleh faktor lingkungan sehingga McDougall *et al.* (2013) menyatakan bahwa perkembangan penyakit layu bakteri dipengaruhi suhu yang berkisar antara 21 °C sampai 32 °C. Sesuai data BMKG Dramaga (2016) menyatakan bahwa suhu di lingkungan uji Bogor sekitar 26.0 °C sampai 26.2 °C sehingga sangat cocok untuk perkembangan penyakit layu bakteri.

Penelitian yang dilakukan oleh Nasrun *et al.* (2007) menyatakan bahwa pada tanaman nilam yang terkena penyakit layu bakteri pada nilam ditandai dengan gejala daun layu dimulai dari daun pucuk diikuti daun bagian bawah dalam waktu cepat. Penyebaran penyakit layu bakteri dapat melalui tanah, air, luka pada akar akibat nematoda, dan alat pertanian (Supriadi, 2011). Penggunaan isolat patogen diambil dari tanaman yang terindikasi terkena layu bakteri. Karakteristik layu bakteri pada tomat ditandai dengan daun muda layu permanen. Menurut Loreti *et al.* (2008) menyatakan bahwa tanaman tomat yang terkena layu bakteri akan tumbuh akar adventif dari batang, dan biasanya terjadi pada musim kemarau (Vanitha *et al.*, 2009). Pengamatan akar dan batang pada tanaman tomat yang sakit maka akan tampak jaringan akar dan batang berwarna cokelat, dan apabila batang tanaman yang terkena layu bakteri dipotong secara melintang dan dimasukkan ke air maka akan keluar massa bakteri atau ooze.

Periode Inkubasi dan *Area Under Disease Progress Curve*

Periode inkubasi galur-galur putatif mutan tomat M5 yang diinokulasi dengan bakteri *Ralstonia solanacearum* menunjukkan kisaran 2-8 hari setelah inokulasi (Tabel 1). Periode inkubasi yang paling cepat 2 hari setelah inokulasi sehingga sesuai dengan penelitian Yatin (2016) menyatakan bahwa penggunaan isolat patogen dari lapang memberikan virulensi cukup tinggi terhadap galur-galur yang diuji sehingga dapat mempercepat terjadinya serangan layu bakteri pada tomat. Ozaki dan Watabe (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tanaman tomat, tembakau, kentang, wijen dan paprika menunjukkan layu sekitar 7 hari setelah inokulasi dengan muncul garis-garis memanjang kecokelatan pada batang dan akhirnya mati. Periode inkubasi yang cepat akan berdampak pada persentase kejadian penyakit tinggi kecuali pada galur M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3), dan M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) (Tabel 1). Perbedaan respon terhadap periode inkubasi kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan variasi gen ketahanan dari galur-galur putatif mutan tomat M5 terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) digunakan untuk mengetahui kemajuan penyakit layu bakteri dari awal sampai akhir pengamatan (Simko dan Piepho 2011). Nilai AUDPC yang rendah menunjukkan tingkat perkembangan penyakit layu bakteri yang lambat (Hanudin *et al.* 2012). Galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), dan M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) memiliki nilai AUDPC paling rendah (0.00) sedangkan nilai AUDPC yang tertinggi yaitu galur M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3) sebesar 563.33 dan M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1) memiliki nilai AUDPC sebesar 483.33 menunjukkan bahwa perkembangan penyakit layu bakteri pada dua galur tersebut sangat cepat (Tabel 1).

Tabel 1. Periode inkubasi (PI), *Area under disease progress curve* (AUDPC), kejadian penyakit (KP), tanaman hidup (TH), dan respon ketahanan galur-galur putatif tomat M5

No	Genotipe	PI (hari)	AUDPC	KP (%)	TH (%)	Respon ketahanan
1	M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2)	5	366.67	33.33	66.67	AT
2	M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1)	8	393.33	40.00	60.00	AT
3	M5/495 GL 2-8-10-5 (U2)	4	176.67	6.67	93.33	ST
4	M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1)	-	0.00	0.00	100.00	ST
5	M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1)	3	366.67	26.67	73.33	AT
6	M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3)	8	213.33	33.33	66.67	AT
7	M5/495 Kemir 1-4-7-8 (U2)	4	196.67	53.33	46.67	AR
8	M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1)	-	0.00	0.00	100.00	ST
9	M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1)	4	483.33	86.67	13.33	SR
10	M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3)	2	563.33	60.00	40.00	AR
11	M5/495 Berlian 4-1-2-5 (U2)	5	363.33	53.33	46.67	AR
12	M5/495 Aceh 5- 4-10-6 (U2)	7	283.33	53.33	46.67	AR
13	M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3)	-	0.00	0.00	100.00	ST
14	M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2)	-	0.00	0.00	100.00	ST
15	M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3)	-	0.00	0.00	100.00	ST
16	M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3)	8	300.00	26.67	73.33	AT
17	M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2)	2	216.67	33.33	66.67	AT
18	Opal	6	553.33	80.00	20.00	R
19	Berlian	2	683.33	53.33	46.67	AR
20	Tora	-	0.00	0.00	100.00	ST
21	Zamrud	3	720.00	86.67	13.33	SR
22	Ratna	2	376.67	73.33	26.67	R
23	Aceh 5	6	426.67	60.00	40.00	AR

Keterangan: PI = Periode Inkubasi, AUDPC = Area under disease progress curve, KP = Kejadian Penyakit, TH = Tanaman Hidup, ST = Sangat Tahan, AT = Agak Tahan, AR = Agak rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

Kejadian Penyakit dan Respon Ketahanan

Kejadian penyakit menunjukkan bahwa banyaknya tanaman yang hidup setelah diinokulasi. Semakin tinggi kejadian penyakit suatu galur menunjukkan galur tersebut memiliki respon ketahanan terhadap penyakit layu bakteri sangat rendah. Nilai kejadian penyakit terendah yaitu galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) memiliki nilai kejadian penyakit terendah yaitu 0.00% serta memiliki respon ketahanan terhadap penyakit layu

bakteri termasuk dalam kategori sangat tahan. Kategori agak tahan galur putatif mutan M5 antara lain M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2) sebesar 33.33%, M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1) sebesar 40.00%, M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1) sebesar 26.67%, M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3) sebesar 33.33%, M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) sebesar 26.67%, dan M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2) sebesar 33.33% (Gambar 27). Kategori kejadian penyakit agak rentan galur putatif mutan tomat M5 yaitu M5/495 Kemir 1-4-7-8 (U2) sebesar 53.33%, M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3) sebesar 60.00%, dan M5/495 Berlian 4-1-2-5 (U2) sebesar 53.33% (Gambar 26). Nilai kejadian penyakit tertinggi yaitu M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1) sebesar 86.67% dan M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3) sebesar 60.00% menunjukkan bahwa galur tersebut memiliki respon ketahanan terhadap layu bakteri sangat rentan.

Respon ketahanan layu bakteri pada tomat diamati umur 2-30 hari setelah diinokulasi. Galur-galur putatif mutan tomat M5 yang termasuk kategori agak rentan, rentan, dan sangat rentan terlihat mulai menunjukkan gejala layu pada 2 HSI dan mengalami kecepatan layu bakteri lebih tinggi dibanding kategori tahan, dan agak tahan. Ketahanan terhadap layu bakteri pada tomat dikendalikan oleh gen mayor dan minor serta melibatkan gen aditif dan non aditif (Tung *et al.*, 1993; Tung & Schmiediche, 1995). Hal yang sama dilaporkan bahwa resistensi ini dikendalikan oleh setidaknya empat gen utama (French *et al.*, 1998; Grimsley & Hanson, 1998).

Pertambahan Tinggi Tanaman dan Pertambahan Diameter Batang

Pengamatan tinggi tanaman dan diameter batang pada galur-galur putatif mutan tomat M5 yang diinokulasi selama 30 hari bertujuan untuk melihat perkembangan penyakit layu bakteri dalam tanaman. Galur-galur putatif mutan tomat M5 dengan penyakit layu bakteri memiliki rata-rata pertambahan tinggi berkisar 3.50-15.59 cm. Galur putatif mutan tomat M5 yang memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari pembandingan Opal, Berlian, Zamrud, dan Aceh 5 yaitu M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2), M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/495 GL 2-8-10-5 (U2), M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3), M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3), dan M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2). Galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1) dan M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari pembandingan Opal, Zamrud, Ratna, dan Aceh 5. Galur M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2), M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/495 GL 2-8-10-5 (U2), M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari pembandingan Ratna. Galur M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1) dan M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari Opal (Tabel 2).

Galur M5/495 Kemir 1-4-7-8 (U2) dan M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari Berlian. Galur M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1) dan M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari pembandingan Zamrud dan Ratna. Galur M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1) dan M5/495 Aceh 5- 4-10-6 (U2) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dari pembandingan Aceh 5. Galur M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1), M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3), M5/495 Berlian 4-1-2-5 (U2), dan M5/495 Aceh 5- 4-10-6 (U2) memiliki rata-rata pertambahan tinggi tanaman nyata lebih rendah dari pembandingan Tora (Tabel 2).

Tabel 2. Pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot buah layak pasar galur-galur putatif mutan tomat M5

Galur	Pertambahan tinggi tanaman (cm)	Pertambahan diameter batang (cm)	Bobot buah layak pasar (g)
M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2)	11.49 ^{a+b+d+e+f+}	0.25	440.88
M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1)	10.08 ^{a+b+d+e+f+}	0.24	626.27
M5/495 GL 2-8-10-5 (U2)	13.80 ^{a+b+d+e+f+}	0.22	399.75
M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1)	15.01 ^{a+d+e+f+}	0.24	465.00
M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1)	14.05 ^{a+b+d+e+f+}	0.24	491.60
M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3)	14.01 ^{a+b+c-d+e+f+}	0.21	666.18
M5/495 Kemir 1-4-7-8 (U2)	7.56 ^{b+}	0.25	490.53
M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1)	15.40 ^{a+d+e+f+}	0.25	330.98
M5/495 CLN 1-2-2-10 (U1)	3.50 ^{c-}	0.09	547.87
M5/495 STBBK 1-2-3-2 (U3)	7.48 ^{c-}	0.20	559.45
M5/495 Berlian 4-1-2-5 (U2)	6.38 ^{c-}	0.27	234.25
M5/495 Aceh 5- 4-10-6 (U2)	6.35 ^{c-f+}	0.37	569.53
M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3)	15.40 ^{a+b+d+e+}	0.27	516.45
M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2)	15.59 ^{a+b+d+e+f+}	0.28	233.04
M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3)	15.15 ^{a+b+d+e+f+}	0.33	479.81
M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3)	13.73 ^{a+b+d+f+}	0.28	742.50
M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2)	11.51 ^{a+b+d+f+}	0.23	145.64
Opal	4.15	0.07	164.22
Berlian	3.20	0.24	606.09
Tora	14.65	0.24	548.47
Zamrud	3.69	0.17	503.68
Ratna	1.90	0.17	474.42
Aceh 5	3.87	0.24	368.38

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama merupakan hasil uji Dunnet taraf 5% dibaca secara vertikal pada karakter yang sama. a+/-, b+/, c+/-, d+/-, e+/-, f+/-, g+/-, h+/-, i+/- = berbeda nyata lebih atau kurang dibanding Opal (a), Berlian (b), Tora (c), Zamrud (d), Ratna (e), Aceh 5 (f), Lombok 4 (g), Kudamati 1 (h), dan Situbondo gelombang (i). Huruf kapital pada baris rata-rata untuk karakter yang sama hasil uji t taraf alpha 5%

Bobot Buah Layak Pasar

Karakter bobot buah layak pasar pada galur putatif mutan tomat M5 tidak terdapat perbedaan dengan pembandingan. Galur M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) dan M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1) sebagai galur M5 yang berdaya hasil tinggi dengan bentuk buah bulat sedangkan galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1) dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) sebagai galur M5 yang berdaya hasil tinggi dengan bentuk buah pipih. Bobot buah layak pasar sebagai identifikasi awal untuk perakitan varietas tomat yang berdaya hasil tinggi (Tabel 2).

Heritabilitas

Perbedaan nilai tengah pada karakter yang diamati menunjukkan terdapat keragaman tingkat pecah buah pada galur yang diuji. Kontribusi faktor genetik terhadap keragaman suatu karakter oleh nilai heritabilitas. Heritabilitas sebagai parameter penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman terutama untuk seleksi

karena dapat menampilkan karakter fenotipik sebagai pengaruh genetik (Salieman *et al.*, 2012).

Tabel 3 Parameter genetik karakter komponen hasil mutan putatif tomat M5

Karakter	σ^2g	σ^2p	h^2bs	Kategori
Tinggi tanaman (%)	23.97	27.57	86.94	Tinggi
Diameter batang (%)	0.00	0.01	1.40	Rendah
Kejadian penyakit (mm)	657.71	1467.97	44.80	Sedang
Tanaman hidup (%)	0.72	0.2	13.07	Rendah

Keterangan: σ^2p = ragam fenotipe, σ^2g = ragam genetik, h^2bs = heritabilitas arti luas

Nilai duga heritabilitas arti luas karakter yang diuji di Bogor yaitu karakter tinggi tanaman tergolong tinggi sehingga galur-galur putatif mutan M5 yang diuji di Bogor menunjukkan adanya pengaruh genetik yang besar dibanding pengaruh lingkungan (Tabel 3). Nilai duga tersebut sangat membantu pemulia untuk menentukan galur-galur yang akan digunakan pada generasi selanjutnya.

KESIMPULAN

Galur M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1), M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3), dan M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) memiliki periode inkubasi paling lama. Galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), dan M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) memiliki nilai AUDPC paling rendah (0.00). Nilai AUDPC yang rendah menjelaskan lambatnya perkembangan penyakit layu bakteri pada tanaman tersebut. Kategori agak tahan galur putatif mutan M5 antara lain M5/495 Lombok 1-9-2-9 (U2) sebesar 33.33%, M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1) sebesar 40.00%, M5/495 Lombok 4-1-3-2 (U1) sebesar 26.67%, M5/495 Lombok 4-1-3-7 (U3) sebesar 33.33%, M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) sebesar 26.67%, dan M5/990 Lombok 1-5-1-5 (U2) sebesar 33.33%. Nilai kejadian penyakit terendah dan termasuk kategori sangat tahan yaitu galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1), M5/495 Kefa 6-4-3-7 (U1), M5/495 STBGL 1-2-3-7 (U3), M5/990 STBGL 1-2-9-1 (U2), dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) memiliki nilai kejadian penyakit terendah yaitu 0.00%. Galur M5/990 Lombok 1-5-1-7 (U3) dan M5/495 Lombok 1-9-2-4 (U1) sebagai galur M5 yang berdaya hasil tinggi dengan bentuk buah bulat sedangkan galur M5/495 Lombok 1-2-2-7 (U1) dan M5/990 Kudamati 1-1-1-5 (U3) sebagai galur M5 yang berdaya hasil tinggi dengan bentuk buah pipih. Karakter tinggi tanaman digunakan sebagai karakter seleksi karena memiliki nilai heritabilitas arti luas tergolong tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan Ed ke-tiga. Gajah Mada University Pr. Yogyakarta (ID).
- Apriastika, P.A., I.M. Sudana, I.M. Sudarma. 2015. Hubungan sifat fisika dan kimia tanah dengan persentase penyakit layu pada tanaman cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) yang disebabkan oleh jamur akar putih (*Rigidoporus* Sp.) di desa unggahan, kabupaten buleleng. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(1):238-243.

- Bahar, H., S. Zen. 1993. Parameter genetik pertumbuhan tanaman, hasil, dan komponen hasil jagung. *Zuriat*. 4:4-7.
- Champoiseau, P., J.B. Jones, C. Allen. 2009. *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2 causes tropical losses and temperate anxieties. American Phytopathological Society, Madison, WI. <http://www.apsnet.org/online/feature/ralstonia/> [Accessed 25 June 2010].
- Champoiseau, P. G. (2008). Brown Rot Of Potato. United States Department Of Agriculture-National Research Initiative Program. Madison, Wi. Http://Plantpath.Ias.Ufl.Edu/Rsol/Trainingmodules/Brpotato_Module.Html [Accessed 26 June 2010].
- Chaudhry, Z., H. Rashid. 2011. Isolation and characterization of *Ralstonia Solanacearum* from infected tomato plants of soan skesar valley of punjab. *Pak. J. Bot.* 43(6):2979-2985.
- Elphinstone, J.G. 2005. The current bacterial wilt situation: a global overview. *In* Allen C, Prior P, Hayward A.C. (Eds.). *Bacterial wilt disease and the Ralstonia solanacearum* species complex. 2nd Ed. The American Phytopathological Society. Minnesota (US).
- EPPO. 2004. *Ralstonia solanacearum*. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin. 34:173-178.
- French, E.R., L. Gutarra, P. Aley, J. Elphinston. 1998. Culture media for *Pseudomonas solanacearum*: isolation, identification and maintenance. *Fitopatologia*. 30:126-130.
- Grimsley, N., P. Hanson. 1998. Genetics of plant resistance to bacterial wilt: Round table report. p. 263-266. *In* P. Prior, C. Allen, J.G. Elphinstone (Eds.). *Bacterial wilt disease: Molecular and ecological aspects*. Report of the Second International Wilt Symposium, 22-27 June 1997, Gosier, Guadeloupe, France (pp.381-385). Springer-Verlag, Berlin.
- Hanudin, B. Marwoto, Hersanti, A. Muharam. 2012. Kompabilitas *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Trichoderma harzianum* untuk mengendalikan *Ralstonia solanacearum* pada tanaman kentang. *J. Hort.* 22(2):172-179.
- Landeo, J.A., M. Gastelo, G. Forbes, J.L. Zapata, F.J. Flores, 1997. Developing horizontal resistance to late blight in potato. Program report 1995-1996. International Potato Center Lima-Peru.
- Loreti, S., M. Fiori, D. De Simone, G. Falchi, A. Gallelli, A. Schiaffino, S. Ena. 2008. Bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* on tomato in Italy. *Plant Pathology*. 57:368.
- Mcdougall, S., W. Andrew, S. Ben, K. Gerard, T. David, T. Len. 2013. Tomato, capsicum, chilli, and eggplant : a field guide for the identification of insect pest, beneficials, diseases, and disorders in Australia and Cambodia. Australian Centre For International Agricultural Research. Canberra (Aus).
- Nasrun, Christanti, T. Arwiyanto, I. Mariska. 2007. Karakteristik fisiologis *Ralstonia Solanacearum*. *Jurnal Littri*. 13(2):43-48.
- Ozaki, K., H. Watabe. 2009. Bacterial wilt of geranium and portulaca caused by *Ralstonia solanacearum* in Japan. *Bull. Minamikyushu Univ.* 39A:67-71.
- Poelman, J.M., D.A. Sleeper. 1995. *Breeding Field Crop*. Iowa State University Pr. Iowa (USA).
- Salieman, T.H., H.A.S.R. El-Gazzar, M.M. Doss. 2012. Efficiency of mass selection and selfing with selection breeding methods on improving some important characters of three eggplant cultivars. *American-Eurasian J Agric & Environ*

- Sci. 12(3):342-351.
- Simko, I., H.P. Piepho. 2012. The area under the disease progress stairs: calculation, advantage, and application. *Analytical and theoretical plant pathology*. 102:381-389.
- Supriadi. 2011. Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*): dampak, bioekologi, dan peran teknologi pengendaliannya. *Pengembangan inovasi pertanian*. 4(4):279-293.
- Vanitha, S.C., S.R. Niranjana, S. Umesha. 2009. Role of phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in host resistance to bacterial wilt of tomato. *J. Phytopathol*. 157:552-557.
- Yabuuchi, E., Y. Kosako, I. Yano, H. Hotta, Y. Nishiuchi. 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. *Microbiol. Immunol*. 39(11):897-904.