

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai besar (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia. Tanaman ini dapat dikembangkan pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Cabai besar juga merupakan sumber pro-vitamin A dan vitamin C yang dapat digunakan untuk komponen produk obat-obatan dan kosmetik, serta dapat dijadikan sebagai tanaman hias (Bosland dan Votara, 2000).

Pada tahun 2012 produktivitas cabai besar di Indonesia sebanyak 954,36ribu ton dalam luas lahan 120,27 ribu Ha. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan hasil sebesar 7,37 % jika dibandingkan tahun 2011 yakni 888,85 ribu ton dalam luas lahan 121,06 ribu Ha. Sehingga produktivitas hasil cabai besar berada pada kisaran 7,93 ton/ha (BPS, 2013). Angka tersebut masih sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi hasilnya. Purwati, Jaya, dan Duriat (2000) menyatakan bahwa produktivitas cabai di Indonesia dapat ditingkatkan mencapai 12 ton/ha.

Pengaruh faktor biotik dan abiotik memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan berdampak pada potensi hasil. Bosland dan Votara (2000) menegaskan bahwa salah satu penyebab tidak tercapainya potensi hasil cabai adalah hama dan penyakit. Layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) merupakan penyakit yang dominan menyerang pertanaman cabai (Suryaningsih *et al.*, 1996). Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *R. solanacearum* dimana patogen ini memiliki kisaran inang dan daerah sebaran yang luas dan kemampuan bertahan hidup di dalam tanah dan rizosfer tanaman yang bukan inang (Machmud, 1993). Luasnya kisaran inang tersebut menyebabkan pengendalian dengan sistem rotasi tanaman sulit dilakukan.

Upaya pengendalian secara preventif dapat dilakukan dengan menggunakan varietas tahan karena varietas tahan dapat menekan serangan bakteri. Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu strategi pengendalian yang disarankan. Pembentukan varietas cabai tahan layu bakteri memerlukan program pemuliaan tanaman yang antara lain dengan pengujian ketahanan beberapa genotip cabai hasil persilangan dan dilanjutkan dengan seleksi.

Yulianah dan Kendarini (2011) telah melakukan persilangan tanaman cabai tahan layu bakteri dengan cabai potensi hasil tinggi dan menghasilkan generasi F₁ dengan keberagaman respon ketahanan terhadap penyakit layu bakteri mulai dari tahan, agak tahan dan agak rentan. Pengujian sifat ketahanan tanaman pada populasi F₂ dilakukan secara alami dengan memanfaatkan waktu tanam pada musim penghujan dan lahan pertanaman yang sebelumnya juga digunakan untuk budidaya cabai besar sehingga tanpa penambahan inokulasi penyakit. Informasi ini sebagai dasar dalam pelaksanaan program ketahanan lebih lanjut untuk menghasilkan varietas cabai besar yang memiliki ketahanan terhadap penyakit layu bakteri dan potensi hasil tinggi.

1.2 Tujuan

1. Mempelajari perbedaan sifat ketahanan tanaman cabai besar populasi F₂ terhadap penyakit layu bakteri.
2. Menyeleksi individu tanaman cabai besar populasi F₂ dengan sifat tahan terhadap penyakit layu bakteri dan potensi hasil tinggi.

1.3 Hipotesis

1. Terdapat perbedaan respon ketahanan pada masing-masing individu tanaman cabai besar populasi F₂ terhadap penyakit layu bakteri.
2. Terdapat individu yang terseleksi berdasarkan sifat ketahanan terhadap penyakit layu bakteri dan potensi hasil tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani dan Syarat Tumbuh Tanaman Cabai Besar

Cabai besar merupakan tanaman semusim berbentuk perdu yang tergolong komoditas hortikultura dan termasuk ke dalam kelas *Dicotyledonae*, famili *Solanaceae* dan ordo *Solanes*. Genus tanaman cabai besar *Capsicum* dan spesies *Capsicum annuum* L.

Sistem perakaran cabai besar ialah akar tunggang yang terdiri dari akar utama (primer) dan akar lateral (sekunder) yang mengeluarkan serabut akar dimana akar tanaman hanya mampu menembus kedalaman tanah mencapai 50 cm (Prajnanta, 2005). Batang tanaman cabai besar tumbuh tegak, berkayu dan memiliki cabang. Dengan tinggi batang mencapai 120 cm dan lebar tajuk tanaman sekitar 90 cm. Daun cabai besar berwarna hijau muda sampai hijau gelap. Daun cabai besar ditopang oleh tangkai daun dan memiliki tulang daun menyirip. Daun cabai besar berbentuk bulat telur, lonjong dan oval dengan ujung meruncing (Cahyono, 2003).

Menurut Tarigan dan Wiryanta (2003), bunga cabai besar berbentuk seperti terompet (*hypocrateriformis*) dan merupakan bunga lengkap yang terdiri dari kelopak bunga (*calyx*), mahkota bunga (*corolla*), benang sari (*stamen*) dan putik (*pistillum*). Bunga cabai besar berkelamin dua (*hermaphroditus*) karena benang sari dan putik terdapat dalam satu tangkai. Bunga cabai besar keluar dari ketiak daun. Bentuk dan ukuran buah berbeda-beda, buah pada cabai besar berpenampilan mulus.

Tanaman cabai besar memiliki daya penyesuaian cukup luas terhadap lingkungan tumbuhnya. Di Indonesia tanaman cabai besar dapat hidup pada daerah yang memiliki ketinggian 0-1200 m dpl sehingga toleran terhadap dataran tinggi maupun dataran rendah (Nazaruddin, 2005). Tanaman cabai besar dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, dengan drainase dan aerasi tanah cukup baik, dan air cukup tersedia selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman cabai besar dapat tumbuh pada tanah dengan pH netral 5,5-6,8 (Rukmana, 2005).

2.2 Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum*

Yabuuchi *et al.* (1995, dalam Yulianah, 2007) menyatakan bahwa penyakit layu bakteri termasuk penyakit penting tanaman cabai yang disebabkan oleh infeksi *Ralstonia solanacearum* atau sebelumnya bernama *Pseudomonas solanacearum*. *R. solanacearum* termasuk dalam kelas *Beta Proteobacteria*, ordo *Burkholderiales*, famili *Ralstoniaceae*, genus *Ralstonia*, dan spesies *Ralstonia solanacearum* (Daughtrey, 2003).

R. solanacearum merupakan patogen yang memiliki kisaran inang luas lebih dari 200 spesies dari 53 famili yang berbeda. Berdasarkan Paath (2005), *R. solanacearum* mendominasi patogen tanah pada tanaman solanaceae antara lain tanaman tomat, tembakau, cabai, terung, dan kentang, selain itu juga terdapat pada tanaman kacang tanah, pisang, serta wijen. *Ralstonia solanacearum* dapat menyebabkan penyakit pada tanaman di daerah tropis maupun sub tropis.

Infeksi penyakit layu bakteri umumnya masuk ke dalam jaringan tanaman inang melalui luka yang terjadi pada waktu bercocok tanam, melalui perakaran sekunder, ataupun melalui luka pada bagian akar akibat serangan nematoda (Yulianah, 2007). Gejala yang muncul pada tanaman ialah gejala layu mendadak tanpa didahului menguningnya daun, namun pada varietas yang tahan menyebabkan tanaman mengalami gejala layu, daun menguning dan terjadi kekerdilan (Winarni, 1984 dalam Maharina, 2013). Jika kondisi lingkungan kurang baik bagi perkembangan patogen, tanaman akan layu secara perlahan bahkan tidak muncul gejala layu namun pertumbuhan tanaman menjadi terhambat, kerdil, daun menguning, dan lama kelamaan menjadi kering (Anonymous, 1999). Gejala terberat menyebabkan jaringan pengangkut pada batang menjadi berwarna coklat tua, mengeluarkan eksudat kotor, berlendir, dan berbau tidak sedap. Eksudat tersebut ialah masa bakteri atau disebut oose yang terdapat di dalam jaringan batang. Hal ini yang dapat membedakan dengan gejala layu fusarium.

2.3 Pemuliaan Tanaman Tahan Penyakit

Ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit merupakan suatu kemampuan tanaman untuk mengurangi kerusakan secara umum yang diakibatkan oleh serangan hama dan penyakit (Soetopo dan Saleh, 1992). Ketahanan tanaman terhadap penyakit merupakan salah satu sifat unggul dari suatu varietas tanaman yang diwariskan yang dapat dilihat dari berkurangnya kejadian dan atau keparahan penyakit.

Varietas tahan adalah varietas memiliki sifat-sifat yang memungkinkan tanaman itu menghindar, atau pulih kembali dari serangan hama atau penyakit (Soewito, 1993). Sifat tahan biasanya merupakan hasil pemuliaan dan seleksi tanaman selama bertahun-tahun dalam upaya mengintegrasikan gen-gen ketahanan ke dalam varietas hortikultur yang diinginkan. Ketahanan utuh (*complete resistance*) merupakan ketahanan yang paling baik dimana tidak ada gejala penyakit yang muncul, bahkan jika tanaman tersebut ditanam berkali-kali pada lahan berpenyakit. Namun, ketahanan utuh mungkin tidak bisa efektif secara universal. Latin (2007) memaparkan bahwa varietas yang tahan menunjukkan ketahanan utuh terhadap strain patogen lokal di wilayah yang lain.

Sebelum dilakukan pengembangan varietas tanaman tahan penyakit, perlu diketahui terlebih dahulu mekanisme infeksi penyakit, penyebarannya pada tanaman, dan mekanisme ketahanan tanaman itu sendiri. Russel (1981, dalam Yulianah dan Kendarini, 2011) menyebutkan bahwa mendapatkan sumber ketahanan dan menentukan pola pewarisan ketahanan tanaman serta sifat genetik dari interaksi antar tanaman dengan patogen merupakan tahapan penting dalam pemuliaan tanaman guna menghasilkan varietas tahan terhadap penyakit. Menurut Sastrahidayat (2011), dalam hal gen untuk resistensi khusus, setiap lokus gen yang menyebabkan resisten atau peka pada inang dihubungkan dengan lokus gen yang menyebabkan patogen menjadi virulen atau avirulen.

Pengujian ketahanan tanaman terhadap penyakit perlu dilakukan sehingga dapat diketahui tanaman manakah yang tahan atau rentan terhadap penyakit. Manuhara (2013) menjelaskan bahwa hasil uji resistensi tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mencari sumber gen ketahanan terhadap infeksi penyakit.

2.4 Seleksi

Seleksi merupakan salah satu tahapan dalam pemuliaan tanaman yaitu dengan memilih beberapa tanaman yang terbaik dari suatu populasi tanaman yang telah ada. Seleksi terhadap tanaman tunggal dilakukan dengan melihat penampakan fenotip dari tanaman tersebut untuk dipilih yang terbaik. Seleksi terhadap suatu sifat dapat mempengaruhi sifat yang lain. Poespodarsono (1988) memaparkan bahwa seleksi dapat menguntungkan apabila sifat lain yang dituju menunjang peningkatan sifat lain yang terseleksi namun bisa merugikan jika ikut sertanya sifat lain yang terseleksi menurunkan sifat yang lain.

Pemilihan individu yang terseleksi berdasarkan penampilan fenotip, dengan harapan bahwa genotip-genotip yang terkandung merupakan genotip yang diharapkan. Terdapat dua bentuk seleksi guna meningkatkan sifat tanaman yakni seleksi antara populasi yang sudah ada untuk peningkatan sifat yang diinginkan dan seleksi dalam populasi untuk memperoleh tanaman yang digunakan guna merakit varietas atau galur baru. Seleksi yang kedua dimana populasi yang dimaksud merupakan keturunan dari hasil persilangan dan merupakan populasi bersegregasi.

Seleksi untuk suatu sifat dari populasi hasil persilangan merupakan langkah awal guna mendapatkan varietas atau generasi dengan tingkat ketahanan hama penyakit utama dan hasil yang tinggi. Seleksi pada suatu sifat akan menghasilkan sifat-sifat yang berkorelasi positif dengan sifat yang diseleksi. Seleksi bisa didasarkan pada fenotip individu tanaman atau rata-rata fenotip famili (Zuraida, Minantyorini dan Dimyati, 1994).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Patok, Pujon-Malang dengan ketinggian 1100 m dpl dan suhu rata-rata 24°C. Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Juni 2014.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkul, polibag transparan berdiameter 6 cm, timbangan analitik, papan nama, meteran, ajir bambu, tali rafia, alat tulis, dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi pupuk kandang ayam, pupuk NPK (15:15:15), pestisida.

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian adalah 3 populasi F₂ dan 4 genotip parental tanaman cabai besar. Adapun 3 populasi F₂ yakni PBC 473 x Randu, 02094 x Randu dan Jatilaba x Randu, sedangkan 4 genotip parental yakni Jatilaba, PBC 473, Randu dan 02094. Terdapat 180 individu pada tiap populasi F₂ dan 60 individu pada tiap populasi tetua.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun dengan menggunakan sistem tanam tunggal (*single plant*). Semua generasi F₂ hasil kombinasi persilangan dan tetua dalam satu populasi di pertanaman yang sama. Dalam penelitian ini terdapat tiga blok dimana pada setiap blok ditanam tiga populasi F₂ dan empat populasi tetua secara acak (Lampiran 1).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan yang dilaksanakan dalam penelitian meliputi:

1. Persemaian benih

Tempat persemaian benih terbuat dari polibag transparan dengan ukuran diameter 6 cm tinggi 6 cm. Media semai terdiri dari campuran tanah dengan pupuk kandang dan sekam bakar dengan komposisi 2:1:1. Benih langsung disemai dalam polibag transparan. Tempat persemaian disungkup dengan kain kasa. Setelah 4 minggu, bibit siap dipindah atau ditransplanting ke bedengan.

2. Pemilihan Lokasi Tanam

Untuk mengetahui pengaruh ketahanan tanaman cabai besar terhadap penyakit layu bakteri secara alami, maka dalam penelitian tidak dilakukan adanya perlakuan inokulasi penyakit, melainkan penanaman dengan menggunakan lahan endemik penyakit layu bakteri. Pemilihan lokasi tanam yang pada musim tanam sebelumnya digunakan untuk budidaya tanaman famili solanaceae.

3. Persiapan lahan

Pengolahan lahan dilakukan bersamaan dengan persiapan bibit cabai besar. Pengolahan lahan dimulai dengan pembersihan lahan dari gulma atau rumput-rumput liar serta sisa tanaman pada musim tanam sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pencangkulan dan dibentuk bedengan ukuran 1,2 m x 4 m, tinggi 40 cm dan jarak antar bedengan 50 cm dengan jumlah lubang tanam 20 per bedengan. Pemberian pupuk kandang ayam 10 ton/ha diberikan secara merata dengan keadaan tanah dibalik secara berulang, kemudian lahan dibiarkan selama 2 minggu. Dilakukan pemasangan mulsa plastik hitam perak berguna untuk mengurangi penguapan air dan pupuk dalam tanah.

4. Penanaman

Terlebih dahulu dibuat lubang tanam dengan jarak tanam 60 x 40 cm. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan alat pelubang tanah dengan diameter 10 cm. Bibit cabai besar yang akan ditanam ialah benih yang telah berumur 4 minggu setelah semai atau bibit dengan 3-4 daun sempurna. Bibit yang akan digunakan dipilih dengan kondisi fisik yang baik dan seragam, tidak cacat, sehat, tidak berjamur dimana bertujuan agar diperoleh tanaman dengan pertumbuhan yang sehat dan seragam.

5. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penyulaman, penyiangan, pengajiran, pemupukan, pengendalian hama yang dilakukan sesuai dengan budidaya tanaman cabai besar.

Pengairan dilakukan guna menjaga kelembapan tanah agar tanaman tidak kekeringan. Frekuensi penyiraman dilakukan selang waktu 2 hari sekali yaitu pada sore hari. Hingga tanaman berumur 40 hst, kebutuhan air dibutuhkan dalam

jumlah yang banyak karena akar tanaman belum mampu menjangkau sampai lapisan tanah terbawah.

Penyulaman dilakukan apabila terdapat tanaman yang mati atau tumbuh abnormal. Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hst.

Penyiangan disesuaikan kondisi lapang dan dilakukan hanya pada sekitar areal pertanaman dan dilakukan dengan interval 7-14 hari sekali.

Pengajiran dilakukan guna menopang pertumbuhan tanaman. Sistem ajir yang digunakan adalah pola tegak dengan ajir yang terbuat dari bambu dan dipasang 7 hst.

Pemupukan lanjutan pada tanaman menggunakan pupuk majemuk atau NPK (15:15:15) dengan dosis yang sesuai dengan rekomendasi 60 kg/ha pada 30 hst, 92 kg/ha pada 60 hst, dan 115 kg/ha pada 90 hst. Pemupukan dilakukan dengan cara melarutkan pupuk NPK dalam air sebanyak 4.600 liter dan menyiramkan pada lubang tanam sebanyak 250 ml per tanaman.

Pengendalian hama dilakukan pengaplikasian insektisida dan fungisida yang disesuaikan dengan dosis anjuran secara berkala untuk menekan terjadinya serangan hama dan penyakit lain.

6. Panen

Panen dilakukan pada buah cabai besar dengan kriteria telah masak fisiologis 90%, berwarna merah dan sudah tidak terjadi penambahan ukuran volume buah. Cabai besar yang dapat dipanen pertama kali pada umur 85-90 hst. Pemanenan dilakukan pada pagi hari dengan rentang waktu lima hari sekali dalam enam kali panen.

3.5 Karakter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi:

a. Tinggi tanaman (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang hingga tajuk tertinggi menggunakan penggaris atau meteran. Pengamatan ini dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hst sampai tanaman berumur 84 hst dengan interval 14 hari sekali.

- b. Jumlah daun
Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung daun yang terdapat pada tanaman dengan ciri daun berwarna hijau dan tumbuh menjadi helai daun sempurna. Pengamatan ini dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hst sampai tanaman berumur 84 hst dengan interval 14 hari sekali.
- c. Saat muncul serangan penyakit layu bakteri
Pengamatan saat muncul serangan penyakit layu bakteri dilakukan sejak tanaman berumur 7 hst ketika tanaman menampakkan gejala serangan penyakit layu bakteri.
- d. Indeks penyakit layu bakteri
Pengamatan indeks penyakit layu bakteri diamati sejak 7 hst dan penentuan indeks penyakit dilakukan ketika tanaman menunjukkan gejala serangan penyakit layu bakteri pertama kali.

Tabel 1. Penentuan indeks penyakit pada tanaman cabai besar yang terserang layu bakteri (Peter *et al.*, 1993 dalam Yulianah, 2007)

| Indeks penyakit (6 kelas skor) | Gejala |
|--------------------------------|--------------------------|
| 0 | Tidak ada gejala (sehat) |
| 1 | 1 - 20% daun layu |
| 2 | 21 - 40% daun layu |
| 3 | 41 - 60% daun layu |
| 4 | 61 - 80% daun layu |
| 5 | 81 - 100% daun layu |

Tabel 2. Respon ketahanan cabai besar terhadap layu bakteri berdasarkan indeks penyakit (Peter *et al.*, 1993 dalam Yulianah, 2007).

| Indeks penyakit | Respon |
|-------------------|-------------|
| $0 \leq X < 1$ | Tahan |
| $1 \leq X \leq 2$ | Agak tahan |
| $2 < X \leq 3$ | Agak rentan |
| > 3 | Rentan |

e. Jumlah buah

Jumlah buah ditentukan dengan cara menghitung seluruh buah yang telah dipanen dari masing-masing tanaman.

f. Bobot buah (gram)

Bobot buah ditentukan dengan cara menimbang seluruh buah yang telah dipanen dari masing-masing tanaman.

3.6 Analisis Data

Analisis data pengamatan dilakukan dengan pendugaan ragam lingkungan, fenotip, genetik, heritabilitas dan kemajuan genetik. Analisa ragam lingkungan dilakukan pendugaan dari perhitungan varian populasi parental, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma^2 e = \frac{\sum x_{(p)}^2 - (\sum x_{(p)})^2 / 2}{2 - 1}$$

Keterangan:

$\sigma^2 e$ = ragam populasi parental

$x_{(p)}$ = nilai pengamatan tiap karakter kuantitatif pada populasi parental

Untuk menghitung ragam fenotip antar genotip dilakukan pendugaan dari perhitungan varian genotip F_2 menggunakan rumus:

$$\sigma^2 f = \frac{\sum x_{(F_2)}^2 - (\sum x_{(F_2)})^2 / n_{(F_2)}}{n_{(F_2)} - 1}$$

Keterangan:

$\sigma^2 f$ = ragam populasi F_2

$x_{(F_2)}$ = nilai pengamatan tiap karakter kuantitatif pada populasi F_2

$n_{(F_2)}$ = jumlah populasi tanaman F_2

Pengaruh genetik diketahui dari pengurangan varian fenotip dengan varian lingkungan. Keragaman genetik pada setiap populasi F_2 ditentukan berdasarkan ragam fenotip dan ragam lingkungan:

Jika $\sigma^2 f_{(F_2)} = \sigma^2 g + \sigma^2 e$, maka

$$\sigma^2 g_{(F_2)} = \sigma^2 f_{(F_2)} - \sigma^2 e_p$$

Keterangan:

$\sigma^2 g_{(F_2)}$ = ragam genotip populasi F_2

$\sigma^2 f_{(F_2)}$ = ragam fenotip populasi F_2

$\sigma^2 e_p$ = ragam populasi parental

Besar nilai heritabilitas (dalam arti luas) suatu karakter dapat diduga berdasarkan persamaan berikut (Poespodarsono, 1988):

$$h^2 = \frac{\sigma^2 g}{[\sigma^2 g + \sigma^2 e]}$$

Kriteria nilai heritabilitas mengikuti Stanfield (1991), yakni:

$0,0 < h^2 < 0,2$ = nilai heritabilitas rendah

$0,2 \leq h^2 < 0,5$ = nilai heritabilitas sedang

$h^2 \geq 0,5$ = nilai heritabilitas tinggi

Kemajuan genetik harapan (KGH) dihitung dengan rumus:

$$KGH = h^2 \cdot i \cdot \sigma_f$$

Keterangan:

h = heritabilitas dalam arti luas

i = intensitas seleksi dalam satuan baku (pada intensitas seleksi 10%, nilai $i = 1,76$ (Fehr, 1987))

σ_f = simpangan baku fenotip

Maka presentase kemajuan genetik harapan diperoleh dengan persamaan:

$$\% KGH = \left(\frac{KGH}{\bar{x}} \right) \times 100\%$$

Dimana \bar{x} = rata-rata populasi tanaman, dengan kriteria PKGH (Fehr, 1987), sebagai berikut:

Rendah = 0.0 - 3,30%

Agak rendah = 3,31 - 5,50%

Agak tinggi = 6,61 - 10,00%

Tinggi = > 10%