

Respon Beberapa Genotipe Kacang Tanah terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) di Rumah Kaca

Yadi Suryadi dan Sri A. Rais

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate resistance response of groundnut genotypes against bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) in the green house of Biochemistry Department, ICABIOGRAD, Bogor. *Ralstonia solanacearum* isolate was obtained from groundnut plant showing wilt symptom, collected from Karadenan village (Cibinong). Preparation of bacterial RS inoculum was done using SP (sucrose peptone) medium. Groundnut plants were inoculated by RS isolate using inoculum capacity of 10^7 cfu/ml. The experiment was arranged in randomized complete block design (RCBD) consisted of seven treatments with four replications, whilst Tupai and Kelinci genotypes were used as resistant and susceptible control check, respectively. The result indicated that groundnut genotypes i.e. ICGV 88262, Local Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, and ICG 3400, showed resistant response against bacterial wilt causing wilt damage of <20%. Bacterial wilt disease could affect reductions of some groundnut phenotypic character. The plant height of resistant groundnut showed relatively tall than that of Kelinci. In addition, it showed the lowest healthy pod yield among the genotypes tested.

Key words: *Ralstonia solanacearum*, resistance, groundnut genotypes.

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mempelajari tingkat ketahanan genotipe kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) di rumah kaca Kelompok Peneliti Biokimia BB-Biogen. Isolat *R. solanacearum* diperoleh dari tanaman kacang tanah yang menunjukkan gejala layu dari Desa Karadenan (Cibinong). Penyiapan dan penyediaan inokulum bakteri *R. solanacearum* menggunakan media SP (*sukrose pepton*). Tanaman kacang tanah diinokulasi dengan isolat *R. solanacearum* dengan kerapatan koloni 10^7 cfu/ml. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok dengan tujuh perlakuan dan empat ulangan. Untuk pembandingan tahan dan rentan masing-masing digunakan genotipe Tupai dan Kelinci. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe ICGV 88262, lokal Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, dan ICG 3400 tahan terhadap penyakit layu bakteri dengan nilai kerusakan <20%. Penyakit layu bakteri berpengaruh terhadap penurunan beberapa karakter fenotipik kacang tanah, di mana tanaman genotipe kacang tanah tahan PLB relatif lebih tinggi dibandingkan

dengan genotipe Kelinci. Polong bernas Kelinci paling sedikit di antara semua genotipe uji.

Kata kunci: *Ralstonia solanacearum*, ketahanan, genotipe kacang tanah.

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogea* L) merupakan tanaman pangan yang cukup penting di Indonesia, karena diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan industri. Hasil kacang tanah di Indonesia pada tahun 2002 adalah 1,11 t/ha polong kering (BPS 2002), angka ini masih rendah dibandingkan dengan hasil kacang tanah di Amerika Serikat dan Australia yang mencapai 3 t/ha polong kering. Secara teoritis, hasil kacang tanah di Indonesia masih dapat ditingkatkan.

Rendahnya hasil kacang tanah di Indonesia antara lain disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman (OPT), di antaranya penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Pseudomonas solanacearum*, kemudian oleh Yabuuchi *et al.* (1995) diusulkan menjadi *Ralstonia solanacearum*. Penyakit layu bakteri mempunyai kisaran inang yang luas dan keragaman genetik yang tinggi (Suryadi dan Machmud 2002). Menurut Saleh *et al.* (1993). *R. solanacearum* dapat menginfeksi tanaman budi daya maupun gulma, di antaranya tomat, tembakau, kentang, cabai manis, terong, strawberry, perilla (*Perilla crispa*), jarak, wijen, lobak, komfrey (*Symphytum peregrinum*), dan tanaman squamosa. Kerugian hasil yang diakibatkan oleh penyakit layu bakteri pada kacang tanah diperkirakan 30-60% (Anonim 2002).

Penyakit layu bakteri sulit dikendalikan hanya dengan satu cara pengendalian, sehingga perlu dilakukan secara terpadu melalui pengendalian dini, maupun penanaman varietas tahan (Suryadi *et al.*

2007). Varietas unggul ternyata belum cukup untuk memenuhi kebutuhan sifat yang selalu berubah, seperti sifat ketahanan terhadap penyakit, timbulnya biotipe baru yang berbeda antarlokasi yang berbeda. Perubahan lingkungan yang dinamis menghendaki varietas tertentu yang cocok dengan agroekosistem yang spesifik.

Pengaruh lingkungan terhadap ketahanan tanaman kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri telah dilaporkan oleh Mehan *et al.* (1985) setelah melakukan uji inokulasi *R. solanacearum* menggunakan tiga isolat bakteri terhadap 17 kultivar kacang tanah. Hasil pengujian menunjukkan semua tanaman yang diuji mempunyai ketahanan yang tinggi. Setelah dilakukan pengujian di daerah yang berbeda, tanaman tersebut rentan terhadap penyakit layu bakteri.

Di Indonesia pengendalian penyakit layu bakteri pada kacang tanah antara lain melalui penanaman varietas tahan. Hal ini dimulai sejak ditemukannya varietas Raja oleh Van der Stock pada tahun 1906, namun sampai saat ini penyakit tersebut masih menjadi kendala produksi kacang tanah, karena sifat ketahanan kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri sering mengalami penurunan (Machmud 1989).

Upaya untuk mendapatkan varietas tahan yang stabil adalah dengan melakukan pengujian ketahanan tanaman secara kontinu. Sifat ketahanan yang dimiliki oleh tanaman bukan hanya merupakan sifat asli atau turunan dari tetuanya, tetapi juga karena keadaan lingkungan yang menyebabkan tanaman menjadi tahan (Untung 2001). Machmud (1989) telah menguji ketahanan beberapa genotipe kacang tanah introduksi terhadap penyakit layu bakteri. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan tingkat ketahanan, dari agak tahan dan tahan sampai agak rentan dan rentan. Oleh sebab itu, perlu dicari alternatif sumber ketahanan lainnya.

Keragaman genetik plasma nutfah kacang tanah merupakan modal utama dalam pembentukan atau perbaikan varietas unggul yang dikehendaki. Sampai saat ini masih banyak plasma nutfah kacang tanah yang belum dievaluasi ketahanannya terhadap cekaman biotik seperti hama dan penyakit utama (Rais *et al.* 2001). Plasma nutfah yang terkumpul

perlu dievaluasi untuk menyaring gen-gen yang tanggap terhadap penyakit layu bakteri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sumber ketahanan baru beberapa genotipe kacang tanah introduksi, yang belum diketahui ketahanannya terhadap penyakit layu bakteri. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ketahanan tanaman kacang tanah terhadap *R. solanacearum*. Informasi ini penting artinya dalam perbaikan dan perakitan varietas unggul baru kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Kelompok Peneliti Biokimia BB-Biogen, berlangsung dari bulan Juni sampai Desember 2005.

Koleksi Tanaman Kacang Tanah Sakit, Isolasi, dan Pemurnian Isolat *R. solanacearum*

Isolat *R. solanacearum* diperoleh dari tanaman kacang tanah yang menunjukkan gejala layu dari Desa Karadenan (Cibinong). Tanaman sakit dicuci dengan air mengalir dan pada bagian pangkal batang yang berwarna kuning kecoklatan dipotong miring, kemudian didesinfektasi dengan alkohol 70% selama tiga menit untuk sterilisasi permukaan. Potongan batang dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 15 ml aquades steril, dan diamati suspensi bakteri yang keluar (*bacterial ooze*). Suspensi bakteri yang muncul dipindahkan dengan menggunakan jarum ose ke permukaan medium SPA (*sucrose peptone agar*) pada cawan petri dan diinkubasikan selama 24 jam pada suhu kamar. Bakteri yang tumbuh digores pada medium TZC (*triphenil tetrazolium chloride*) yang diinkubasikan selama tiga hari pada suhu ruang.

Koloni yang virulen dipilih dan ditumbuhkan pada agar miring berisi media TZC, kemudian diinkubasikan pada suhu kamar selama tiga hari. Perbanyak bakteri *R. solanacearum* dilakukan dalam media *sukrose pepton* cair. Koloni *R. Solanacearum* yang telah diperbanyak pada media agar miring, kemudian ditumbuhkan dalam media *sukrose* cair dan diinkubasikan selama ± 48 jam, sehingga diperoleh kerapatan koloni bakteri 10^7 sel (*cfu/ml*) untuk digunakan pada pengujian di rumah kaca.

Persiapan Tanaman Kacang Tanah untuk Pengujian Ketahanan terhadap Penyakit Layu Bakteri di Rumah Kaca

Media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kompos (2 : 1 v/v) yang telah disterilkan dengan uap air panas selama 48 jam. Masing-masing genotipe kacang tanah ditanam dalam polybag berdiameter 30 cm. Setiap kelompok ulangan terdiri dari 15 benih tanaman. Tanaman dipelihara dengan menyiram pada pagi hari, untuk mengatur kelembaban tanah. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok, dengan dari tujuh perlakuan dan empat ulangan. Sebagian genotipe kacang tanah yang diuji merupakan koleksi plasma nutfah BB-Biogen berasal dari ICRISAT, India. Sebagai perlakuan adalah genotipe kacang tanah yang terdiri atas ICGV 88262, lokal Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, ICG 3400, Tupai (pembanding tahan), dan Kelinci (pembanding rentan).

Setiap tanaman diinokulasi dengan 30 ml inokulum *R. solanacearum* (10^7 cfu/ml), dua hari sebelum tanam. Pengamatan dilakukan sebanyak lima kali dengan selang waktu dua minggu, yaitu pada saat tanaman berumur dua minggu setelah tanam (MST) sampai 10 MST (umur 70 hari). Persentase tanaman layu dihitung dengan rumus:

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

Di mana:

IP = intensitas tanaman layu

n = jumlah tanaman yang sakit

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati.

Kriteria ketahanan tanaman terhadap penyakit layu bakteri didasarkan atas pedoman yang dikemukakan Machmud (1989) dengan sedikit modifikasi terhadap persentase tanaman layu pada kacang tanah umur 10 MST, yaitu persentase tanaman layu 0-20% = tahan, 21-30% = agak tahan, 31-40% = rentan, dan >40% = sangat rentan. Analisis statistik dilakukan dengan ANOVA menggunakan program komputer IRRISTAT Version 92-1 (*Biometrics Unit, International Research Rice Institute, Manila Filipina*). Uji beda rata-rata menggunakan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mehan (1994) mengemukakan bahwa bakteri *R. solanacearum* dapat dibedakan ke dalam koloni bakteri yang virulen dan avirulen pada media buatan TZC. Isolat bakteri virulen berbentuk bulat tidak beraturan, fluidal, dan berwarna krem (keruh) dengan warna merah muda di bagian tengahnya, sedangkan isolat avirulen berbentuk bulat dengan koloni berwarna merah. Pada penelitian ini hanya koloni virulen yang digunakan untuk inokulasi kacang tanah di rumah kaca. Bakteri *R. solanacearum* termasuk kelompok bakteri gram negatif, berbentuk batang bersel satu dengan ukuran $1,5 \times 0,5 \mu\text{m}$, tidak berspora dan tidak berkapsul. Dalam bergerak, bakteri ini menggunakan satu bulu getar (*flagella*). Sel tunggal bakteri ukurannya bervariasi, dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan yang mampu memproduksi asam nitrat, membentuk ammonia, bersifat aerob, dan mempunyai kandungan lipid yang tinggi, sehingga terbentuk lendir pada koloni bakteri yang virulen.

Respon Ketahanan Beberapa Genotipe Kacang Tanah terhadap Penyakit Layu Bakteri

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa infeksi bakteri pada kacang tanah terjadi pada luka-luka akar melalui retakan, atau celah karena tumbuhnya akar sekunder. Gejala penyakit layu bakteri pada setiap stadia tumbuh tanaman kacang tanah berbeda. Infeksi pada tanaman muda dapat mengakibatkan tanaman layu secara tiba-tiba dengan daun tetap berwarna hijau, tetapi tampak layu, seperti bekas tersiram air panas, kemudian tanaman mati. Pada tanaman dewasa gejala layu terjadi secara bertahap, kadang-kadang hanya sebagian cabang tanaman yang layu. Jika bagian batang tanaman yang menunjukkan gejala layu dipotong melintang, maka tampak bagian empulur dan kayu berwarna kecoklatan. Jika potongan tersebut direndam dalam air jernih selama beberapa saat, dari berkas pembuluh akan keluar rembesan cairan berwarna putih krem yang merupakan massa bakteri. Pada genotipe Tupai, infeksi *R. solanacearum* lebih ringan, di mana jumlah tanaman layu relatif rendah.

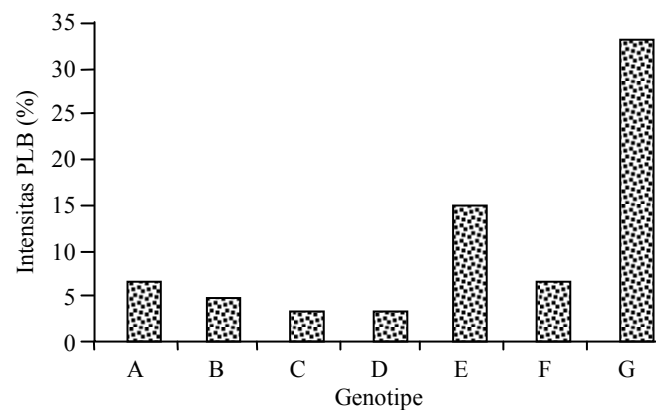
Perkembangan penyakit layu bakteri dibantu oleh suhu dan kelembaban yang tinggi. Suhu opti-

mum bagi perkembangan bakteri ini adalah 27-37°C, sedangkan pada suhu 15°C bakteri tidak berkembang. Suhu dan kelembaban pada penelitian ini masing-masing adalah 32°C dan 92%. Akiew (1985) melaporkan bahwa populasi *R. solanacearum* menurun tajam dengan meningkatnya suhu tanah dan menurunnya kelembaban tanah. Sebaliknya, jika kelembaban tanah tinggi dan suhu rendah, bakteri mampu bertahan hidup untuk waktu yang relatif lama dalam tanah.

Tingkat ketahanan beberapa genotipe kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri disajikan pada Gambar 1. Seluruh genotipe kacang tanah yang diuji menunjukkan reaksi tahan terhadap penyakit layu bakteri (kerusakan tanaman layu <20%) dengan persentase kelayuan tiap genotipe bervariasi. Persentase kelayuan genotipe PI 203395 dan ICG 10067 paling kecil (3,34%), kemudian diikuti oleh

genotipe lokal Sindangbarang, ICGV 88262, Tupai, dan ICG 3400. Genotipe Kelinci yang digunakan sebagai pembanding rentan memiliki tingkat kelayuan 33,3%, dan masih rentan terhadap penyakit layu. Hal yang sama dilaporkan Machmud (1989) dengan menggunakan varietas Kelinci sebagai pembanding rentan, yang menunjukkan persentase kelayuan paling tinggi (72%), dibandingkan dengan varietas/galur kacang tanah lainnya. Bila dilihat dari persentase penurunan penyakit dibandingkan dengan kontrol rentan (Kelinci), maka genotipe yang diuji menunjukkan penurunan penyakit 55-91,2% (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa genotipe kacang tanah yang diuji cenderung tahan terhadap penyakit layu bakteri.

Terjadinya penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu adanya patogen yang virulen, lingkungan yang mendukung, dan inang yang rentan



A = ICGV 88262, B = lokal Sindangbarang, C = PI 203395, D = ICG 10067, E = ICG 3400, F = Tupai, G = Kelinci

Gambar 1. Intensitas PLB pada genotipe kacang tanah. Rumah kaca BB-Biogen, 2005. (Persentase kerusakan 0-20% dinilai tahan).

Tabel 1. Reaksi genotipe dan penampilan fenotipik beberapa karakter agronomis kacang tanah yang diuji ketahanannya terhadap penyakit layu bakteri di rumah kaca BB-Biogen, 2005.

Genotipe	Reaksi ketahanan	Penurunan penyakit dibandingkan dengan kontrol (%)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong total	Jumlah polong bernas	Bobot polong total (g)
ICGV 88262	T	80	24,54 b*	7,55 a	4,96 b	7,34 ab
Lokal Sindangbarang	T	85,1	32,39 c	11,62 d	7,45 c	8,53 bc
PI 203395	T	91,2	31,77 c	10,92 cd	7,70 c	9,36 bc
ICG 10067	T	91,2	34,76 cd	8,88 ab	5,28 b	9,84 bc
ICG 3400	T	55	35,37 cd	11,93 d	8,80 c	11,84 c
Tupai	T	80	37,91 d	11,35 cd	8,62 c	10,73 c
Kelinci	R	-	20,05 a	9,43 bc	2,93 a	5,25 a

T = tahan, R = rentan, * = angka pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf pengujian 5%.

(Semangun 1996). Genotipe kacang tanah yang diuji memiliki ketahanan cukup tinggi terhadap penyakit layu bakteri. Dengan kata lain, genotipe kacang tanah yang diuji kemungkinan memiliki gen ketahanan terhadap bakteri tersebut. Keadaan ini berbeda dengan tanaman yang rentan, di mana kejadian penyakit (*incidence*) lebih tinggi terutama pada Kelinci. Menurut Goto (1992), dalam proses infeksi bakteri terhadap tanaman ada beberapa faktor virulen yang diproduksi oleh bakteri, di antaranya toksin, enzim, hormon, dan ekstraselular polisakarida (EPS) (Genin dan Boucher 2002). EPS dapat mengurangi fungsi sistem pembuluh angkut (xylem), dengan menghambat aliran air sehingga mengakibatkan kelayuan (*wilting*) tanaman. Menurut Mehan *et al.* (1985), di dalam pembuluh xylem yang telah terinfeksi terdapat massa bakteri. Bila tanaman yang menjadi inangnya mati, maka bakteri tersebut akan kembali ke tanah sehingga populasi bakteri akan meningkat.

Tingkat ketahanan suatu kultivar tidak tetap, tapi dipengaruhi oleh virulensi dan patogenisitas patogen yang dapat berubah cepat yang dapat mematikan jaringan tumbuhan. Berdasarkan konsep *gene for gene*, Zadoks dan Schein (1979) menyatakan bahwa jika inang mempunyai gen virulensi pada satu lokus (*RIR1* atau *Rrl1*) dan patogen mempunyai gen avirulen pada lokus (*AIA1* atau *Ala1*) maka akan timbul reaksi inkompatibilitas antara inang dan patogen sehingga pada inang terlihat reaksi yang tahan terhadap patogen. Tingkat ketahanan tanaman dapat dibagi menjadi dua, yaitu ketahanan terhadap penyakit yang dikendalikan secara genetik dan ketahanan tanaman setelah adanya rangsangan dari patogen di mana tanaman dapat terhindar dari kematian dan toleran terhadap penyakit yang diakibatkan oleh patogen (Semangun 1996). Hasil penelitian Lagiman *et al.* (2000) menyimpulkan bahwa aksi gen ketahanan kacang tanah hasil persilangan zuriat Kelinci dan Gajah terhadap penyakit layu bakteri bersifat dominan parsial positif.

Penampilan Fenotipik Beberapa Karakter Agronomis Genotipe Kacang Tanah

Penyakit layu bakteri mempengaruhi sistem perakaran tanaman dan polong, yang menyebabkan perubahan warna menjadi coklat dan membusuk.

Gejala yang lain dari penularan penyakit layu bakteri kadang tidak terlihat, tetapi pertumbuhan tanaman agak terhambat dan mengalami khlorosis seperti kekurangan nitrogen. Infeksi penyakit layu bakteri pada tanaman dewasa dapat menyebabkan pembentukan bunga atau polong terhambat, biasanya buah tetap kecil, tanaman tidak mati tetapi tumbuh merana (Machmud 1986).

Pada Tabel 1 terlihat bahwa tinggi tanaman genotipe kacang tanah yang tahan penyakit layu bakteri lebih tinggi dibandingkan dengan Kelinci yang rentan. Tanaman genotipe Kelinci relatif pendek. Tinggi tanaman genotipe Tupai berbeda nyata dengan ICGV 88262, lokal Sindangbarang, dan PI 203395, tetapi tidak berbeda nyata dengan ICG 10067 dan ICG 3400. Menurut Saleh *et al.* (1993), bakteri berakumulasi dalam jaringan pembuluh xylem pada batang, sehingga bila jumlah bakteri meningkat, daya serap air dan unsur hara akan terhambat dan mengakibatkan tanaman lebih kecil, berlanjut dengan kematian tanaman.

Penyakit layu bakteri juga berpengaruh terhadap jumlah polong, jumlah polong bernas, dan bobot polong. Jumlah polong genotipe Kelinci tidak berbeda nyata dengan genotipe Tupai dan PI 203395 yang relatif tahan. Jika dilihat dari rata-rata bobot polong, genotipe Kelinci berbeda nyata dibandingkan dengan lokal Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, ICG 3400, dan Tupai, tetapi tidak berbeda nyata dengan ICGV 88262. Jumlah polong bernas Kelinci paling rendah (rata-rata 2,93) di antara semua genotipe uji.

Hasil penelitian memperlihatkan tanaman kacang tanah yang mulai menunjukkan gejala layu pada saat pembentukan polong atau menjelang panen masih dapat menghasilkan polong yang berbiji. Polong tanaman yang tertular penyakit layu bakteri sebagian tampak sehat dan normal, sebagian lagi menunjukkan bercak berwarna coklat tua atau kehitaman pada tangkai dan kulit polong. Bercak ini dapat meluas menjadi bercak yang lebih besar. Pada gejala yang parah, sepanjang tangkai polong menjadi kehitaman, seringkali seluruh permukaan polong berwarna abu-abu kehitaman dan tampak basah seperti busuk.

Polong yang bergejala layu, bentuk dan ukurannya tetap normal atau relatif kecil. Kadang-

kadang sepanjang tangkai polong berwarna hitam, tetapi polong masih sehat. Bila kulit polong dikupas, bercak coklat kehitaman pada polong yang bergejala ringan tidak terlihat menembus kulit polong. Pada polong yang bergejala layu parah, biji kehitaman atau membusuk. Dari segi rasa, biji yang sakit lebih pahit dibandingkan dengan biji sehat. Menurut Machmud (1986), patogen yang menginfeksi polong bisa masuk melalui dua jalan, yaitu melalui tangkai polong atau secara langsung masuk ke kulit polong. Bila melalui tangkai polong, diduga mula-mula bakteri menginfeksi akar, berkembang biak dan menular ke pangkal batang dan bagian tanaman lainnya. Pada saat pembungaan dan pembentukan polong, sebagian bakteri menular ke tangkai polong dan selanjutnya ke polong. Karena umur tanaman pada saat terjadinya infeksi di lapang berbeda, demikian pula saat pembentukan polong tidak bersamaan, maka besar kemungkinan pada tanaman yang bergejala layu tidak semua polongnya terinfeksi bakteri. Sebagian polong masih sehat, sementara polong lainnya menunjukkan gejala yang ringan maupun berat.

KESIMPULAN

Genotipe kacang tanah yang diuji, yaitu ICGV 88262, lokal Sindangbarang, PI 203395, ICG 10067, ICG 3400 menunjukkan kerusakan penyakit layu bakteri berkisar antara 3-33%, dan dikategorikan bereaksi tahan. Penyakit layu bakteri juga berpengaruh terhadap penurunan beberapa karakter fenotipik kacang tanah, di mana genotipe Kelinci (pembanding rentan) memiliki tanaman yang pendek dan hasil polong lebih rendah dibandingkan dengan genotipe kacang tanah yang tahan penyakit layu bakteri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Endang dan Yusuf atas penyediaan isolat RS, serta Saudara Dinan Mansyur atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiew, E.B. 1985. Influence of soil moisture and temperature on the persistence of *P. solanacearum*. In Persley, G.J. (Ed.). Bacterial Wilt Disease in Asia and the South Pasific. Proc. International Workshop, PCARRD-ACIAR, Philippines. ACIAR Proceedings 13:77-79.
- Anonim. 2002. Crop protection compendium. Commonwealth Agricultural Bureau (CAB). International Wallingford, England.
- Biro Pusat Statistik. 2002. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta. 3 hlm.
- Genin, S. and C. Boucher. 2002. *Ralstonia solanacearum*: Secrets of a major pathogen unveiled by analysis of its genome. Mol. Plant Pathol. 3(3):111-118.
- Goto, M. 1992. Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. Academic Press, Inc. USA. 342 p.
- Lagiman, S. Sastrosumarjo, W.E.K. Yudiwanti, dan M. Machmud. 2000. Kajian genetik ketahanan layu bakteri pada kacang tanah zuriat dari persilangan varietas Kelinci dan Gajah. Agrivet 4(2):94-102.
- Machmud, M. 1986. Bacterial wilt in Indonesia. In Persley, G.J. (Ed.). Bacterial Wilt Disease in Asia and the South Pasific. Proc International Workshop, PCARRD-ACIAR, Philippines. ACIAR Proceedings 13:32-34.
- Machmud, M. 1989. Resistensi varietas dan plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit layu (*Pseudomonas solanacearum*). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm. 471-482.
- Mehan, V.K., D. McDonald, and P. Subrahmanyam. 1985. Bacterial wilt of groundnut: Control with emphasis to host plant resistance. In Perley, G.J. (Ed.). Bacterial Wilt Disease in Asia and the South Pacific. ACIAR Proc. of An International workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines. p. 112-119.
- Mehan, V.K. 1994. Isolation and identification of *Pseudomonas solanacearum*. In Technique for Diagnosis of *Pseudomonas solanacearum* and for Resistance Screening Against Groundnut Bacterial Wilt. Training Manual. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Crop Protection Division, ICRISAT Asian cNter, Patancheru, India. p. 18-22.
- Rais, S.A., T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, N. Zuraida, dan M. Sudjadi. 2001. Evaluasi ketahanan plasma nutfah tanaman pangan terhadap cekaman beberapa faktor biotik (hama dan penyakit). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. hlm. 163-174.
- Saleh, N., M. Rahayu, dan M. Machmud. 1993. Penyakit layu pada kacang tanah dan cara pengendaliannya.

- Prosiding Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Balittan Malang. hlm. 192-204.
- Semangun, H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 754 hlm.
- Suryadi, Y. dan M. Machmud. 2002. Keragaman genetik strain *R. solanacearum* berdasarkan karakterisasi menggunakan teknik berbasis asam nukleat. Buletin Agrobio 5(2):59-66.
- Suryadi, Y., I. Manzila, M. Machmud, dan H. Jumanto. 2007. Kajian efektifitas antibodi untuk uji deteksi patogen bakteri layu dan virus kerdil hampa. Agrivita 29(1):71-79.
- Untung, K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 273 hlm.
- Yabuuchi, E., Y. Kosako, I. Yano, H. Hotta, and Y. Nishiuchi. 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an *alcaligenes* species to *Ralstonia*. gen. nov-proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni, and Doudoroff 1973) comb.nov, *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb.nov and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. J. Microbiol. Immunol. 39(11):897-904.
- Zadoks, J.C. dan R.D. Schein. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford Univ. Press, New York. 427 p.