

## PENINGKATAN KETAHANAN TANAMAN PISANG KEPOK KUNING TERHADAP PENYAKIT DARAH MELALUI VARIASI SOMAKLONAL DAN SIMBIOSIS ENDOFITIK

### INCREASE RESISTANCE OF KEPOK KUNING BANANA AGAINST BLOOD DISEASE THROUGH SOMACLONAL VARIATION AND ENDOPHYTIC SYMBIOSIS

Arif Wibowo\*, Tri Joko, Siti Subandiyah

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Ika Mariska, Yati Supriyati, Yadi Suryadi, dan Ika Roostika

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik, Bogor

\*Penulis untuk korespondensi. E-mail: arif@faperta.ugm.ac.id

#### ABSTRACT

One of the obstacles that was encountered in the banana cultivation is blood disease. Blood diseases is caused by *Ralstonia solanacearum* that is subsequently revised to become blood disease bacteria (BDB). Until now the control of banana blood disease is very difficult. Control of banana blood disease with chemical injections and soil treatment is not effective. This study was aimed to obtain Kepok Kuning cultivar banana seedlings which was resistant towards blood disease obtained from *in vitro* selection by using BDB growing filtrate and induced resistance by inoculation of antagonistic endophytic bacteria. The observation of Kepok Kuning banana explants treated with various concentrations of BDB growing filtrate showed that the percentage of living explants decreased to 83.33% when the BDB growing filtrate concentration increased to 15%. Treatment of banana explants with BDB growing filtrate also affected the number of roots, shoots, and leaves. Treatment with a single antagonistic endophytic bacteria suppressed the intensity of banana blood disease to 0% in comparison with the mixture of antagonistic endophytic bacteria if Kepok Kuning banana explants were not treated with BDB growing filtrate. When Kepok Kuning banana explants were treated with BDB growing filtrate, the intensity of banana blood disease suppressed to 0% after the high concentration of BDB growing filtrate and the antagonistic endophytic bacteria mixture were applied.

**Key words:** antagonistic endophytic bacteria, BDB, Kepok Kuning cultivar banana

#### INTISARI

Salah satu kendala yang dihadapi dalam usaha budidaya pisang adalah adanya penyakit darah. Penyakit darah disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* yang selanjutnya direvisi menjadi bakteri darah pisang (*Blood Disease Bacteria* or BDB). Sampai saat ini pengendalian penyakit darah pisang sangat sukar dilakukan. Pengendalian penyakit darah dengan suntikan bahan kimia dan perlakuan tanah tidak efektif untuk diaplikasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bibit pisang kultivar Kepok Kuning yang tahan penyakit darah yang diperoleh dari seleksi *in vitro* dengan menggunakan filtrat pertumbuhan BDB dan induksi ketahanan melalui inokulasi jasad renik endofitik yang bersifat antagonis. Hasil pengamatan terhadap eksplan pisang Kepok Kuning yang diperlakukan dengan berbagai konsentrasi filtrat BDB menunjukkan bahwa pada eksplan yang diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB, persentase tumbuhnya akan berkurang hingga 83,33% jika konsentrasi filtrat pertumbuhan BDB mencapai 15%. Selain itu perlakuan planlet pisang dengan filtrat pertumbuhan BDB akan mempengaruhi jumlah akar, tunas, dan daun. Perlakuan dengan jasad renik endofitik antagonis secara tunggal mampu menekan intensitas penyakit darah hingga 0% jika dibandingkan dengan perlakuan campuran apabila sebelumnya eksplan pisang Kepok Kuning tidak diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB. Apabila sebelumnya planlet pisang Kepok Kuning diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB maka mampu menekan intensitas penyakit darah hingga 0% jika konsentrasi filtrat pertumbuhan BDB semakin tinggi dan diperlakukan campuran jasad renik endofitik.

**Kata kunci:** BDB, jasad renik endofitik antagonis, pisang kultivar Kepok Kuning

#### PENGANTAR

Pisang adalah salah satu komoditas buah unggulan Indonesia. Luas panen dan produksi pisang selalu menempati posisi pertama. Salah satu kendala yang dihadapi dalam usaha budidaya pisang adalah adanya penyakit darah. Penyakit darah atau *bacterial blood disease* disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* yang selanjutnya direvisi

menjadi bakteri darah pisang (*Blood Disease Bacteria* atau BDB) (Fegan, 2005). Penyakit darah pisang ditularkan melalui serangga dan dapat menyebabkan kematian tanaman pisang dengan cepat seiring dengan proses pemasakan buah (Semangun, 1991).

Sampai saat ini pengendalian penyakit darah pisang sangat sukar dilakukan. Pengendalian penyakit darah dengan suntikan bahan kimia dan

perlakuan tanah tidak efektif dan tidak ekonomis untuk diaplikasikan. Menurut Pegg *et al.* (1996) aplikasi bahan kimia jarang sekali digunakan secara berkelanjutan di suatu area produksi sehingga kultivar tahan terhadap penyakit darah dibutuhkan untuk menangani masalah ini. Metode pemuliaan pisang secara konvensional membutuhkan waktu yang lama karena proses persilangan dan seleksi yang sangat kompleks karena tingginya tingkat ploidi pisang yang tinggi. Dengan demikian perlu adanya terobosan teknologi yang dapat menciptakan keragaman genetik baru kultivar pisang yang tahan terhadap penyakit darah serta memperpendek siklus pemuliaan serta mengurangi jumlah populasi yang diperoleh melalui teknik variasi somaklonal, yaitu teknik seleksi secara *in vitro*.

Seleksi *in vitro* telah terbukti dapat menghasilkan varietas atau klon baru yang lebih tahan terhadap faktor biotik dan abiotik dengan sifatnya yang diwariskan (Van den Bulk, 1991; Remotti *et al.*, 1997). Teknik seleksi *in vitro* telah dilaporkan mampu menghasilkan tanaman vanili (Kosmiatin *et al.*, 2000), abaka (Damayanti, 2002), pisang Ambon Hijau (Lestari *et al.*, 2006) dan pisang Ambon Kuning (Kosmiatin *et al.*, 2006) yang tahan terhadap penyakit layu fusarium. Namun demikian, hingga saat ini belum pernah dilaporkan adanya sifat ketahanan terhadap penyakit darah pada tanaman pisang kultivar Kepok Kuning.

Filtrat pertumbuhan rhizobakteria terutama dari golongan *fluorescent pseudomonads* telah diteliti dan mampu digunakan sebagai pengendali patogen terbawa tanah. Sumardiyono *et al.* (1999) menunjukkan bahwa filtrat pertumbuhan *fluorescent pseudomonads* yang diisolasi dari perakaran *Mimosa* sp. mampu menghambat pertumbuhan BDB. Penggunaan filtrat pertumbuhan BDB diharapkan lebih efektif dalam mengimbas ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit darah. Usaha pengendalian penyakit tumbuhan dengan menggunakan jasad renik yang bersifat antagonis merupakan usaha pengendalian yang ramah lingkungan dan memberikan harapan yang baik di masa yang akan datang. Induksi ketahanan tanaman pisang dalam kultur *in vitro* terhadap penyakit darah diharapkan dapat memecahkan permasalahan aplikasi jasad renik yang tepat untuk mengendalikan penyakit tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bibit pisang kultivar Kepok Kuning yang tahan terhadap penyakit darah yang diperoleh dari seleksi *in vitro* dengan menggunakan filtrat pertumbuhan BDB dan induksi ketahanan melalui inokulasi jasad renik endofitik yang bersifat antagonis.

## BAHAN DAN METODE

### *Seleksi In vitro Kultur Pisang*

Materi tanaman adalah pisang Kepok Kuning yang berasal dari Yogyakarta. Materi yang diseleksi berupa tunas adventif. Tunas diproliferasi dalam medium regenerasi, yaitu medium MS + BA 3 ppm + PVP 100 ppm dan disubkultur secara rutin setiap 1 bulan hingga diperoleh sumber eksplan dalam jumlah yang memadai.

Rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 6 ulangan. Eksplan diseleksi dengan cara ditanam pada medium regenerasi yang ditambah dengan filtrat BDB 0, 5, 10, dan 15%. Filtrat BDB diperoleh dengan cara sebagai berikut, biakan murni bakteri ditumbuhkan pada 100 mL medium TSB (*Tryptone Soya Broth*) dan digojog dengan *shaker* selama 24 jam. Sentrifugasi untuk memisahkan pelet dan filtrat dilakukan pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Filtrat hasil sentrifugasi disterilkan dengan dilewatkan pada filter *milipore* dengan diameter 0,22  $\mu$ m. Eksplan diinkubasikan selama 8 minggu dan selanjutnya dipindahkan kembali ke medium regenerasi. Parameter yang diamati adalah persentase eksplan yang hidup, jumlah tunas, akar dan daun yang tumbuh serta penampilan eksplan.

Subkultur dilakukan dengan memindahkan eksplan ke medium yang sama setelah tunas-tunasnya dipisahkan untuk mengurangi kompetisi nutrisi dan untuk elongasi. Setelah terelongasi, diinduksi perakarannya dengan memindahkannya ke dalam medium MS + IBA 1 ppm + PVP 100 ppm.

### *Inokulasi Jasad Renik Endofitik*

Jasad renik endofitik yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri nomor 8 dan 95 yang merupakan koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian UGM. Rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 ulangan. Inokulasi jasad renik endofitik dilakukan pada planlet pisang setelah akar terbentuk dengan sempurna. Sel jasad renik endofitik dikulturkan pada 100 ml medium TSB, digoyang dengan menggunakan *shaker* dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dan disentrifugasi selama 10 menit pada 3000 rpm. Pelet dipisahkan dari filtratnya, kemudian dicuci satu kali dengan air steril dan disentrifugasi kembali dengan waktu dan kecepatan yang sama. Pelet yang didapatkan kemudian diresuspensi dengan air steril dan diatur hingga didapatkan kerapatan  $10^8$  sel/ml. Inokulasi jasad renik endofitik dilakukan dengan

merendam perakaran planlet pisang selama 30 menit dengan perlakuan sebagai berikut:

1. K-1 = Perendaman dalam aquades
2. K-2 = Perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8
3. K-3 = Perendaman dalam suspensi bakteri isolat 95
4. K-4 = Perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8 + 95
5. B5-1 = Filtrat BDB 5% + perendaman dalam aquades
6. B5-2 = Filtrat BDB 5% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8
7. B5-3 = Filtrat BDB 5% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 95
8. B5-4 = Filtrat BDB 5% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8 + 95
9. B10-1 = Filtrat BDB 10% + perendaman dalam aquades
10. B10-2 = Filtrat BDB 10% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8
11. B10-3 = Filtrat BDB 10% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 95
12. B10-4 = Filtrat BDB 10% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8 + 95
13. B15-1 = Filtrat BDB 15% + perendaman dalam aquades
14. B15-2 = Filtrat BDB 15% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat nomor 8
15. B15-3 = Filtrat BDB 15% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat nomor 95
16. B15-4 = Filtrat BDB 15% + perendaman dalam suspensi bakteri isolat 8 + 95

Planlet pisang kemudian diaklimatisasi dengan menggunakan medium tanah steril + kompos (1:1 w/w) dan diinkubasikan di rumah kaca. Untuk menjaga kelembapan, planlet ditutup dengan sungkup plastik selama 2 minggu. Penyiraman dilakukan secara rutin.

#### ***Uji Ketahanan Bibit Pisang Kultur Jaringan Hasil Seleksi In vitro terhadap Penyakit Darah di Rumah Kaca***

Bahan tanaman yang digunakan adalah bibit pisang hasil aklimatisasi umur 2 bulan yang ditanam pada medium tanah steril + kompos (1:1 w/w).

Medium tanam disiram suspensi BDB dengan kerapatan  $10^8$  sel/ml sebanyak 20 ml. Perlakuan kontrol merupakan bibit yang hanya disiram dengan air steril. Parameter yang diamati adalah kelayuan yang terjadi setiap minggu selama 7 minggu. Intensitas penyakit dihitung dengan menggunakan skor 0 = tidak ada daun layu/kuning (tanaman sehat); 1 = 1 daun layu/kuning; 2 = 2 daun layu/kuning; 3 = 3 daun layu kuning; 4 = 4 atau lebih daun layu/ kuning, dengan rumus sebagai berikut (Sumardiyono *et. al.*, 2001):

$$IP = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100 \%$$

dengan IP = Intensitas Penyakit; n = Jumlah tanaman pada skor v; v = nilai skor tertentu; N = Jumlah tanaman yang diuji; Z = Nilai skor tertinggi.

#### ***Analisis Statistik***

Data dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan DMRT pada aras 5%.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Seleksi In vitro Kultur Pisang***

Hasil pengamatan terhadap eksplan pisang Kepok Kuning yang diperlakukan dengan berbagai konsentrasi filtrat pertumbuhan BDB hingga minggu ke-8 menunjukkan bahwa persentase eksplan hidup akan berkurang jika konsentrasi filtrat pertumbuhan BDB semakin tinggi. Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase hidup eksplan pisang Kepok Kuning akan berkurang hingga 16,7% jika diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB dengan konsentrasi sebesar 15%.

Perlakuan eksplan pisang dengan filtrat pertumbuhan BDB mempengaruhi rerata jumlah tunas, akar dan daun yang terbentuk. Pada perlakuan kontrol rerata jumlah tunas yang muncul adalah 1,58. Akan tetapi, pada eksplan yang diperlakukan dengan menggunakan filtrat pertumbuhan BDB dengan konsentrasi 5%, 10%,

Tabel 1. Persentase hidup, rerata jumlah tunas, akar dan daun eksplan pisang Kepok Kuning setelah diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB, 8 minggu setelah perlakuan

Perlakuan	Persentase eksplan hidup (%)*	Rerata Jumlah Tunas*	Rerata Jumlah Akar*	Rerata Jumlah Daun*
BDB 0%	100,00 a	1,58 a	4,42 ab	7,58 ab
BDB 5%	100,00 a	1,00 a	5,08 ab	5,50 a
BDB 10%	89,00 a	1,00 a	6,67 b	5,25 a
BDB 15%	83,33 a	1,00 a	7,50 b	4,67 a

\*Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada aras 5%.

dan 15% rerata jumlah tunas yang terbentuk berkurang menjadi hanya 1. Demikian pula dengan pengamatan rerata jumlah daun yang menunjukkan bahwa semakin tinggi aplikasi filtrat pertumbuhan BDB, semakin berkurang rerata jumlah daun yang terbentuk. Pada perlakuan kontrol, rerata jumlah daun yang terbentuk adalah 7,58 akan tetapi pada perlakuan filtrat pertumbuhan BDB dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% rerata jumlah daun yang terbentuk berkurang berturut-turut menjadi 5,5; 5,25; dan 4,67.

Adapun pengamatan terhadap jumlah akar yang terbentuk menunjukkan bahwa perlakuan filtrat pertumbuhan BDB akan memacu pertumbuhan akar. Pada perlakuan kontrol rerata jumlah akar yang terbentuk adalah 4,42 helai akan tetapi pada perlakuan filtrat pertumbuhan BDB 5%, 10%, dan 15% jumlahnya meningkat berturut-turut menjadi 5,08 helai, 6,67 helai, dan 7,5 helai (Tabel 1). Pada pengamatan morfologi akar, tampak bahwa pada perlakuan eksplan pisang Kepok Kuning dengan filtrat pertumbuhan BDB menyebabkan terjadinya diskolorisasi pada jaringan akar eksplan tersebut (Gambar 1).

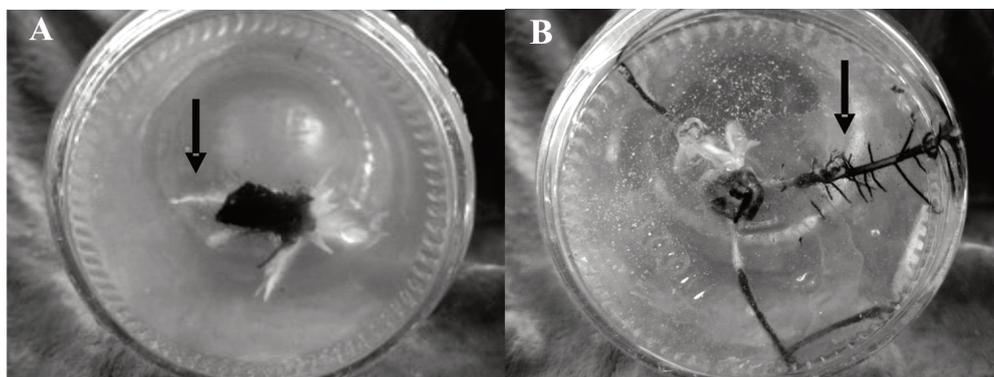
Metabolit sekunder dihasilkan oleh berbagai jasad renik yang ditumbuhkan pada medium pertumbuhan. Metabolit sekunder ini dapat bersifat sebagai pengatur pertumbuhan tanaman, fitotoksik atau antibiotik (Lynch, 1990). Hasil pengamatan persentase eksplan hidup, jumlah tunas, serta jumlah daun eksplan pisang Kepok Kuning yang diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB menunjukkan bahwa kemungkinan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh BDB dalam medium pertumbuhan bersifat fitotoksik. Hal ini ditunjukkan dengan persentase eksplan hidup, rerata jumlah tunas serta daun yang semakin kecil dengan bertambahnya konsentrasi filtrat pertumbuhan

BDB. Akan tetapi ada kemungkinan juga bahwa jasad renik ini menghasilkan senyawa pengatur pertumbuhan yang menyebabkan pertumbuhan akar eksplan pisang Kepok Kuning meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar rerata jumlah akar yang terbentuk dengan semakin tinggi penambahan konsentrasi filtrat pertumbuhan BDB. Scott (1972) menyebutkan bahwa pertumbuhan akar tanaman dipengaruhi oleh auxin. Senyawa ini menyebabkan pemanjangan akar tanaman.

#### ***Uji Ketahanan Bibit Pisang Kepok Kuning Hasil Seleksi In vitro terhadap Penyakit Darah di Rumah Kaca***

Bakteri dengan nomor isolat 5, 8, 85, dan 95 merupakan jasad renik endofitik yang ditemukan pada jaringan tanaman pisang Kepok Kuning sehat di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada pengujian secara *in vitro* isolat nomor 8 dan 95 mampu menghambat pertumbuhan BDB yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona penghambatan pada medium agar, sedangkan isolat no 5 dan 85 tidak mampu menghambat pertumbuhan BDB (Hadiba, 2009).

Pengamatan perkembangan penyakit darah pada bibit pisang Kepok Kuning yang telah diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB dan jasad renik endofitik menunjukkan bahwa gejala penyakit mulai muncul pada minggu pertama setelah inokulasi. Pada perlakuan K1 dan K4 perkembangan penyakit akan meningkat dengan cepat pada minggu kedua setelah inokulasi, sedangkan pada perlakuan yang lain perkembangan penyakit mulai meningkat dengan cepat pada minggu ketiga setelah inokulasi. Pada akhir pengamatan tampak bahwa intensitas penyakit yang tertinggi selain pada perlakuan K1 dan K4, juga terjadi pada perlakuan B15-2 dan B15-3 (Gambar 2).



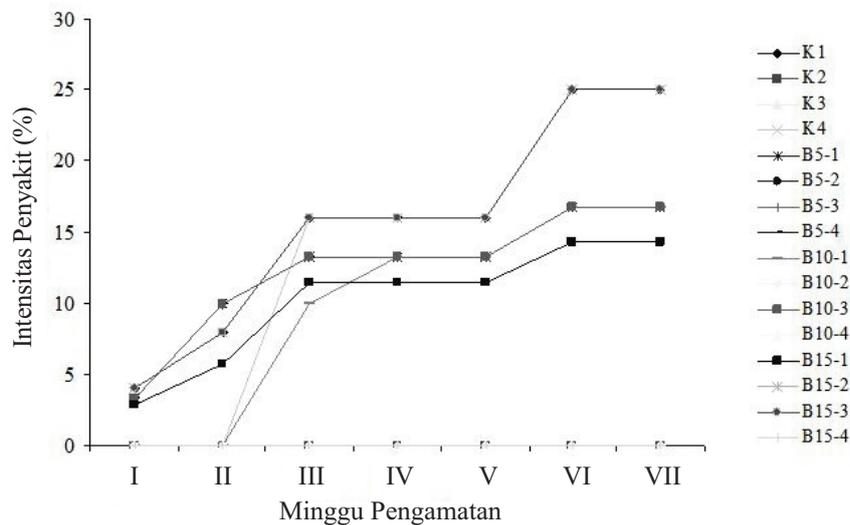
Gambar 1. Perubahan morfologi (diskolorisasi) perakaran eksplan pisang Kepok Kuning yang diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB pada 2 minggu setelah tanam; kontrol (A) dan perlakuan dengan filtrat pertumbuhan BDB 5% (B)

Hasil pengamatan terhadap perkembangan penyakit darah ini menunjukkan bahwa meskipun bibit pisang Kepok Kuning telah diperlakukan dengan jasad renik endofitik, perkembangan penyakit darah akan cepat apabila sebelumnya eksplan pisang Kepok Kuning tersebut tidak diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB. Apabila eksplan pisang kepok kuning tersebut diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB dan kemudian bibit yang diperoleh diperlakukan kembali dengan jasad renik endofitik maka perkembangan penyakit darah dapat dihambat. Jasad renik endofitik yang diinokulasikan pada tanaman inang dapat hidup dalam jaringan tanaman dan memberikan beberapa keuntungan (Kado, 1992) di antaranya adalah dapat berperan sebagai

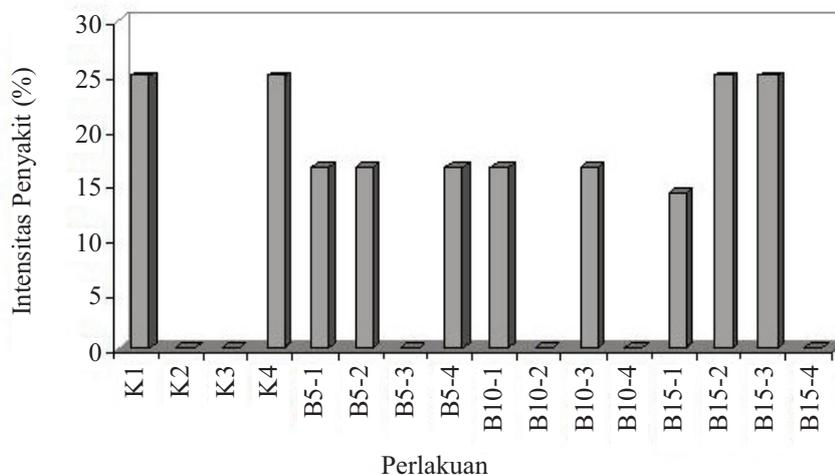
agens dalam terbentuknya ketahanan terimbas terhadap penyakit tumbuhan (Chen *et al.*, 1992).

Hasil pengamatan terhadap intensitas penyakit darah pada bibit pisang Kepok Kuning pada minggu ke-7 menunjukkan bahwa perlakuan K2 dan K3 mampu menekan intensitas penyakit darah sedangkan K4 tidak. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan jasad renik endofitik antagonis secara tunggal mampu menekan munculnya gejala penyakit darah jika dibandingkan dengan perlakuan campuran apabila sebelumnya eksplan pisang Kepok Kuning tidak diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB (Gambar 3).

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan B10-4 dan B15-4 mampu menekan intensitas penyakit darah pada bibit pisang Kepok Kuning,



Gambar 2. Perkembangan penyakit darah pada bibit pisang Kepok Kuning pada berbagai perlakuan filtrat pertumbuhan BDB dan jasad renik endofitik hingga minggu ke-7 setelah inokulasi



Gambar 3. Intensitas penyakit darah pada pisang Kepok Kuning yang telah diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB dan jasad endofitik tujuh minggu setelah inokulasi dengan BDB

sedangkan perlakuan B5-4 tidak. Hal ini menunjukkan bahwa apabila sebelumnya eksplan pisang Kepok Kuning tersebut diperlakukan dengan filtrat pertumbuhan BDB maka efektivitas penekanan penyakit akan tampak apabila konsentrasi filtrat tersebut semakin tinggi dan diperlakukan campuran jasad renik endofitik.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh suatu jasad renik dapat mempengaruhi perkembangan fisiologi tanaman dan memberikan ketahanan terhadap penyakit (Shimizu *et al.*, 2006). Diduga bahwa aplikasi filtrat pertumbuhan BDB akan menginduksi ketahanan eksplan pisang Kepok Kuning terhadap penyakit darah. Ketahanan terhadap penyakit ini akan semakin tinggi ketika bibit pisang Kepok Kuning diinokulasi dengan jasad renik endofitik yang bersifat antagonis terhadap BDB. Jasad renik endofitik dapat berkembang sendiri di dalam tanaman dan tetap hidup bersama tanaman sehingga dapat melindungi tanaman secara terus-menerus terhadap serangan patogen (Trigalet *et al.*, 1994).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pertanian Republik Indonesia yang telah memberikan dana penelitian melalui hibah penelitian KKP3T 2008–2009. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Nur Hayati Hadiba, S.P., M.P. serta Budi Astuti yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chen, C., E.M. Bauske, G. Musson, R. Rodriguez-Kabana, & J.W. Kloepper. 1995. Biological Control of Fusarium Wilt on Cotton by Use of Endophytic Bacteria. *Biological Control* 5: 83–91.
- Damayanti, F. 2002. *Seleksi In vitro untuk Ketahanan terhadap Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Abaka (Musa textilis Nee.)*. Tesis Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor (Unpublished).
- Fegan, M. 2005. Bacterial Wilt Diseases of Banana: Evolution and Ecology, p. 379–386. In M. Gillings & A. Holmes (eds.), *Plant Microbiology*. Bio Scientific Publishers, London.
- Hadiba, N. H. 2009. *Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofitik untuk Pengendalian Penyakit Darah dan Layu Fusarium pada Pisang*. Tesis. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (Unpublished).
- Kado, C.I. 1992. Plant Pathogenic Bacteria, p. 660–662. In A. Balows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, & K.H. Schleifer (eds.), *The Prokaryotes*. Springer, New York.
- Kosmiatin, M., I. Mariska, Hobir, A. Husni, Y. Rusyadi, & M. Tombe. 2000. Seleksi Silang Ketahanan Tunas *In vitro* Panili terhadap Asam Fusarat dan Ekstrak *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Bioteknologi Pertanian* 5: 77–83.
- Kosmiatin, M., I. Mariska, I. Roostika, E.G. Lestari, & S. Setyati. 2006. *Pembentukan Pisang Ambon Kuning Toleran terhadap Penyakit Layu Fusarium melalui Variasi Somaklonal*. Makalah dalam Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lestari, E.G., I. Mariska, I. Roostika, & M. Kosmiatin. 2006. Induksi Mutasi dan Seleksi *In vitro* Menggunakan Asam Fusarat untuk Ketahanan Penyakit Layu pada Pisang Ambon Hijau. *Berita Biologi* 8: 27–36.
- Lynch, J.M. 1990. Fungi as Antagonist, p. 243–253. In R.R Baker & P.E. Dunn (eds.), *New Directions in Biological Control, Alternative for Supprressing Agricultural Pests and Diseases*. Alan R. Liss, New York.
- Pegg, K.G., N.Y. Moore, & S. Bentley. 1996. Fusarium Wilt of Banana in Australia: A Review. *Australian Journal of Agricultural Research* 47: 637–650.
- Remotti, P.C., H.J.M. Loffer, & L. Van Vloten-Doting. 1997. Selection of Cell Lines and Regeneration of Plants Resistant to Fusaric Acid from *Gladiolus grandiflorus* cv. peter pears. *Euphytica* 96: 237–245.
- Scott, T.K. 1972. Auxins and Roots. *Annual Review of Plant Physiology* 23: 235–258.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 850 p.
- Shimizu, M., A. Meguro, S. Hasegawa, T. Nishimura, & H. Kunoh. 2006. Disease Resistance Induced by Nonantagonistic Endophytic *Streptomyces* spp. on Tissue Cultured Seedlings of Rhododendron. *Journal Genetic Plant Pathology* 72: 351–354.
- Sumardiyono, C., B. Hadisutrisno, S. Subandiyah, & S.M. Widyastuti. 1999. *Mekanisme Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Pseudomonas solanaceraum dan Layu Fusarium Fusarium oxysporum f.sp. cubense pada Pisang dengan Rhizobakteria*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing VI/2 Perguruan

- Tinggi Tahun Anggaran 1998/1999. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sumardiyono, C., S.M. Widyastuti, & Y. Assi. 2001. Pengimbasan Pisang terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan *Pseudomonas fluorescens*, p. 257–259. In A. Purwantara, D. Sitepu, I. Mustika, K. Mulya, M.S. Sudjono, M. Machmud, S.H. Hidayat, Supriadi, & Widodo (eds.), *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Bogor 22–24 Agustus 2001.
- Trigalet, A., P. Frey, & D. Trigalet-Demery. 1994. Biological Control of Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*: State of the Art and Understanding, p. 225–231. In A.C. Hayward & G.L. Hartman (eds.), *Bacterial Wilt: The Disease and its Causative Agent*, *Pseudomonas solanacearum*. CABI, Wallingford.
- Van den Bulk, R.U. 1991. Application of Cell and Tissue Culture and *In vitro* Selection for Disease Resistance Breeding, A Review. *Euphytica* 56: 269–285.