

Penghasilan anak benih daripada teknologi kerintangan sistemik teraruh (ISR) yang rintang terhadap penyakit darah pisang

(*Production of systemic resistance induced seedlings against blood disease of banana*)

Ganisan Krishnen, Nur Sulastri Jaafar, Sivanaswari Chalaparmal dan Salehuddin Md Radzuan

Kata kunci: anak benih ISR, Gladiator 1.0, kerintangan sistemik teraruh (ISR), penyakit darah pisang, *Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis*

Pengenalan

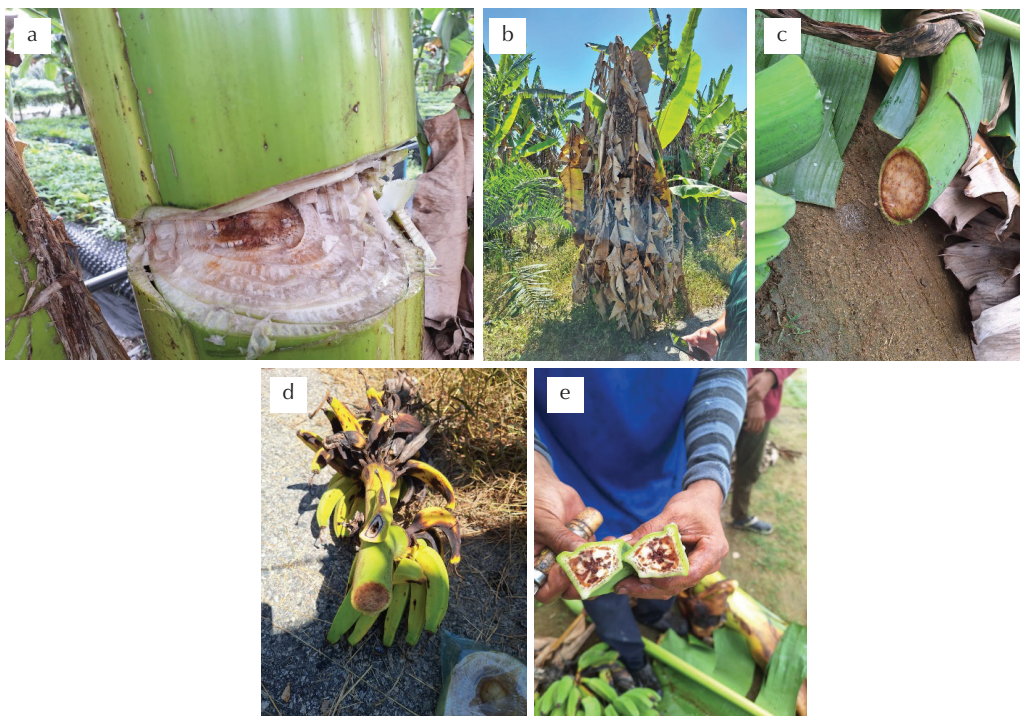
Pisang merupakan tanaman berbuah yang popular dan mendapat permintaan yang tinggi di peringkat domestik dan juga luar. Di Malaysia, pisang dimakan secara segar atau diproses menjadi makanan seperti pisang goreng, kerepek, kek, pengat dan lain-lain lagi. Pisang dari Malaysia kebanyakannya dieksport ke Singapura, Brunei dan negara-negara Timur Tengah. Varieti pisang yang popular untuk dimakan segar ialah Berangan, Cavendish, Mas dan beberapa varieti lain. Sementara itu, untuk tujuan masakan varieti yang sesuai digunakan ialah pisang Abu, Awak dan Nangka yang sering digunakan untuk pisang goreng dan kuih-muih lain, manakala varieti Tanduk digunakan khusus untuk penghasilan kerepek.

Walau bagaimanapun, industri pisang negara telah terjejas dengan kehadiran penyakit alien invasif baru (IAS) yang menyerang anak benih, pokok matang dan buah pisang. Penyakit IAS ini (layu bakteria) disebabkan oleh bakteria perosak *Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis* yang pertama kali dikesan pada tahun 2007 di Batu Pahat, Johor. Pada tahun 2014, sebanyak 61% kawasan penanaman pisang di negeri Johor telah dijangkiti oleh penyakit ini (*Gambar 1*).



Gambar 1. Ladang pisang yang dijangkiti penyakit darah di Kangkar Tebrau, Johor

Simptom penyakit ini adalah daun menjadi kuning dan layu, tompokan merah pada tisu vaskular, buah masak sebelum matang atau menjadi hitam, isi buah akan menjadi pudar, hitam atau merah berlendir. Kadang-kadang jejari pisang akan mengecut dan mengecil menyebabkan buah pisang yang dijangkiti penyakit ini tidak boleh dimakan atau dipasarkan (*Gambar 2*).



Gambar 2. (a) Simptom penyakit darah pisang pada pseudostem, (b) Pokok yang layu dan mati, (c) Simptom pada tangkai buah, (d) Buah yang masak pramatang dan (e) Isi buah yang bertukar hitam

Penyakit IAS ini telah merebak ke seluruh negara sehingga menyebabkan semua varieti pisang komersial dijangkiti. Impaknya, pengeluaran pisang telah menurun dengan signifikan dan akibatnya pisang terpaksa diimport dari negara luar untuk menampung permintaan tempatan. Pada tahun 2007 (apabila penyakit ini direkodkan kali pertama di Malaysia), jumlah import pisang ialah RM0.3 juta, namun telah melonjak ke angka RM119 juta pada 2019 disebabkan pengeluaran tempatan yang tidak mencukupi.

Pelbagai kaedah rawatan telah dijalankan, antaranya penggunaan kawalan kimia seperti racun berasaskan kuprum untuk kawalan bakteria, penggunaan kawalan biologi berasaskan bakteria dan kulat serta amalan perladangan baik bagi mengawal penyakit ini. Namun, tiada kaedah kawalan yang benar-benar berkesan dapat mengawal penyakit ini sehinggalah pada tahun 2019 apabila MARDI membangunkan kaedah kawalan menggunakan teknologi Kerintangan Sistemik Teraruh (ISR) untuk penyakit IAS ini. Teknologi ISR yang dibangunkan ini bertindak meningkatkan kapasiti ketahanan

keseluruhan tanaman terhadap spektrum patogen yang luas melalui aruhan setempat oleh mikroba bermanfaat. Mikroba bermanfaat yang digunakan adalah kumpulan bakteri heterogenus yang hidup bebas, tidak patogenik dan berinteraksi dengan akar tanaman serta mampu memperbaiki pertumbuhan dan kesehatan tumbuhan. Teknologi ISR ini ternyata mampu mengawal layu bakteri secara berkesan masing-masing pada kadar 100% untuk anak benih dan 92% untuk pokok matang di ladang.

Teknik penghasilan anak benih ISR pisang yang rintang terhadap penyakit mati rosot

Teknologi ISR yang dibangunkan di MARDI melibatkan penghasilan anak benih yang diaruh kerintangan sistemik yang kemudiannya ditanam dan disusuli dengan aplikasi inokulan ISR di lapangan pada selang masa yang ditetapkan.

Teknik penghasilan anak benih ISR pisang yang rintang terhadap penyakit darah pisang melibatkan tiga langkah iaitu (i) perolehan plantlet pisang Berangan berkualiti dari makmal yang sah, (ii) rawatan plantlet pisang dengan produk Gladiator 1.0 (inokulan ISR) dan (iii) pemindahan serta penyelenggaraan anak pisang ISR ke dalam polibeg. Berikut merupakan perincian penghasilan anak benih ISR pisang Berangan yang rintang terhadap penyakit darah pisang yang dihasilkan untuk penanaman di ladang:

Langkah pertama: Perolehan plantlet pisang Berangan berkualiti dari makmal yang sah bagi penghasilan anak benih pisang yang bermutu dan berproduktiviti tinggi.

Plantlet pisang boleh diperolehi dari makmal tisu kultur yang sah daripada agensi kerajaan atau swasta yang berkenaan (*Gambar 3*). Selain itu, pengusaha nurseri sendiri boleh menghasilkan plantlet kultur tisu pisang jika mereka memiliki makmal kultur tisu yang lengkap. Antara ciri-ciri kualiti plantlet pisang yang diperlukan untuk penghasilan anak benih ISR pisang Berangan adalah seperti berikut:

- i. Plantlet yang tegap/teguh (*sturdy*)
- ii. Bebas daripada sebarang bentuk kecacatan pada daun, batang atau rizom
- iii. Daun plantlet tidak layu, berwarna kuning atau kering
- iv. Kurang atau rendah variasi *somaclonal*
- v. Pertumbuhan yang seragam di peringkat anak benih mahupun apabila ditanam di ladang
- vi. Memberi hasil yang tinggi
- vii. Buah yang dihasilkan adalah berkualiti
- viii. Tidak tercemar dengan plantlet daripada kultivar lain atau plantlet yang ketulenan varietinya tidak pasti
- ix. Bebas daripada mikroorganisma penyakit dan perosak (*mite*)



Gambar 3. Plantlet pisang yang berkualiti diperoleh dari makmal kultur tisu yang sah

Langkah kedua: Rawatan plantlet pisang dengan produk Gladiator 1.0 (inokulan ISR).

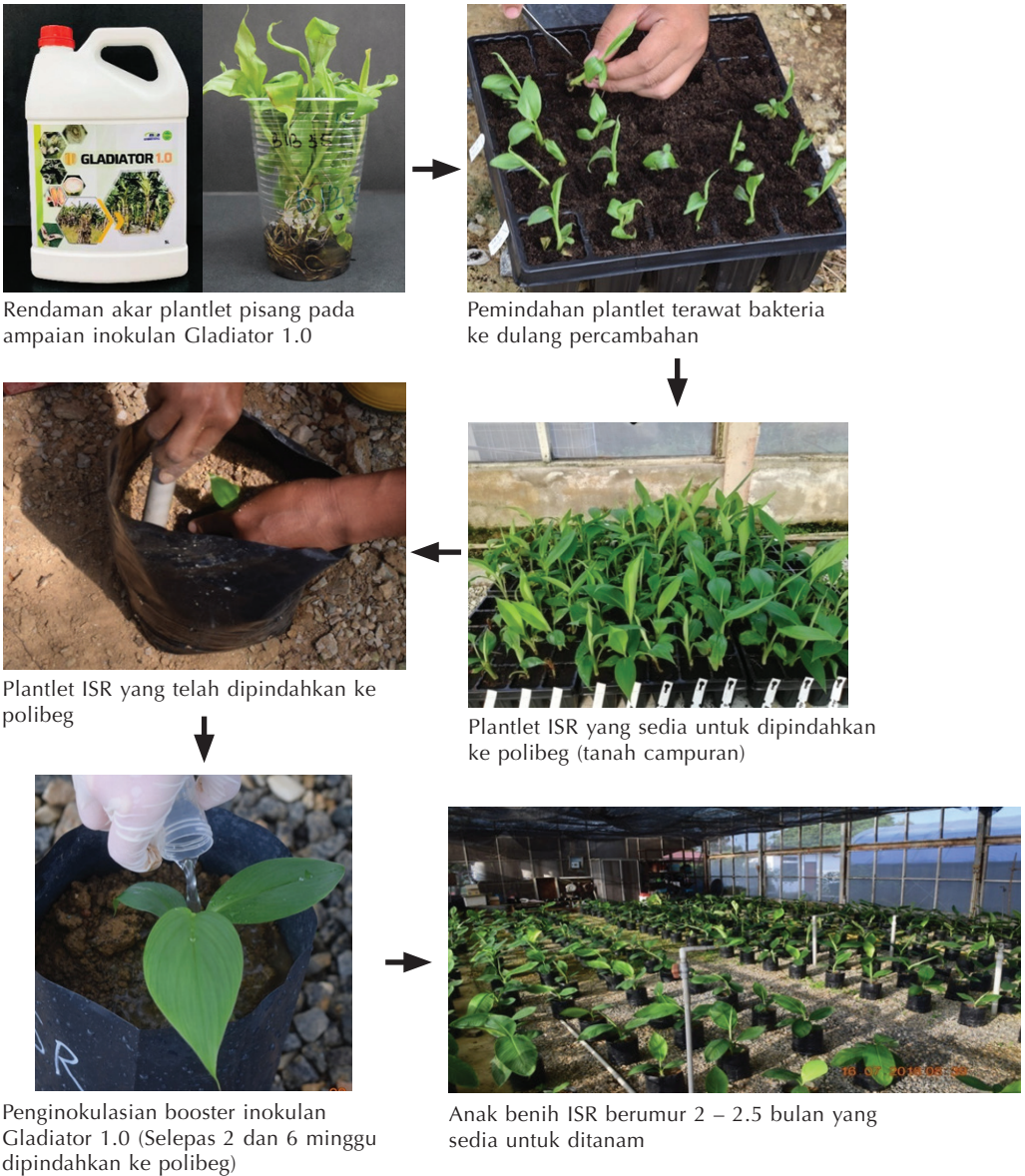
Inokulan ISR iaitu Gladiator 1.0 digunakan untuk pengaruhan kerintangan sistemik teraruh pada plantlet pisang. Inokulan ISR ini adalah ampaian hidup bakteria bermanfaat yang mampu mengaruh kerintangan sistemik terhadap penyakit darah pisang. Bahagian akar plantlet pisang Berangan direndam ke dalam ampaian inokulan Gladiator 1.0 selama 2 jam. Seterusnya, plantlet yang terawat bakteria disemai ke dalam dulang percambahan yang mengandungi *peat moss*. Lebih inokulan ISR selepas proses rendaman boleh dititiskan pada kawasan di mana plantlet disemai. Kemudian, dulang percambahan yang mengandungi *peat moss* dibasahkan menggunakan semburan air dengan titisan air kecil yang menyerupai kabus. Selepas dua hingga tiga minggu penyemaian, anak-anak benih pisang boleh dipindahkan ke tanah campuran di dalam polibeg.

Langkah ketiga: Pemindahan dan penyelenggaraan anak benih pisang ISR daripada dulang penyemaian ke dalam polibeg.

Medium tanaman dengan nisbah 3:2:1 dihasilkan daripada campuran tanah yang terdiri daripada 50% tanah (*topsoil*), 33.3% pasir sungai dan 16.7% bahan organik (najis ayam terawat). Tanah campuran ini diisi ke dalam polibeg berukuran 10 cm × 10 cm. Anak benih pisang yang dirawat dengan bakteria ISR (peringkat umur dua hingga tiga minggu) dipindahkan daripada dulang percambahan ke polibeg yang mengandungi tanah campuran 3:2:1 dan diselenggara selama 2.0 – 2.5 bulan. Sepanjang tempoh ini, inokulan ISR tambahan (*booster*) akan diaplikasikan kepada anak benih pada minggu kedua dan keenam selepas anak benih dipindahkan ke polibeg. Aplikasi inokulan boleh dilaksanakan secara manual atau menggunakan alat semburan (*Gambar 4*) yang dapat mengurangkan masa inokulasi. Selain itu, penggunaan alat ini adalah lebih ergonomik dan mengurangkan kemudaratan kesihatan yang diakibatkan oleh aktiviti untuk aplikasi inokulan. Aliran proses yang lengkap bagi penghasilan anak benih ISR adalah seperti dalam *Carta alir 1*.



Gambar 4. (a) Alat semburan inokulan ISR dan (b) Teknik aplikasi inokulan ISR



Carta alir 1. Proses penghasilan anak benih ISR pisang Berangan

Ciri-ciri anak benih ISR pisang

Anak benih ISR pisang yang dihasilkan melalui inokulasi bakteria bermanfaat mempunyai ciri-ciri seperti yang berikut:

- i. Subur, teguh dan sihat – anak benih ISR pisang menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik, sihat dan tegap berbanding dengan anak benih bukan ISR.
- ii. Rintang terhadap penyakit darah pisang – kerintangan anak benih ISR terhadap penyakit darah pisang meningkat berlipat ganda jika dibandingkan dengan anak benih biasa. Anak benih ISR yang dihasilkan dengan rawatan inokulan Gladiator 1.0 memberi rintangan menyeluruh (100%) terhadap kawalan penyakit darah pisang pada anak benih di nurseri.
- iii. Seragam – anak benih ISR yang dihasilkan adalah lebih seragam dari segi saiz dan kualiti (*Gambar 5*). Anak benih ini juga menunjukkan prestasi pertumbuhan yang lebih seragam apabila di tanam di ladang.
- iv. Memberi hasil yang tinggi dan berkualiti – anak benih ISR memberi hasil yang lebih tinggi di ladang serta kualiti buah adalah lebih baik dari segi saiz, kemanisan dan lebih padat.



Gambar 5. Anak benih ISR pisang yang seragam saiznya di nurseri

Pematuhan kualiti anak benih ISR pisang mengikut piawaian SIRIM MS 2663:2016

Malaysia Standard (MS 2663:2016) merupakan asas piawaian bagi spesifikasi penentuan kualiti anak benih pisang yang dihasilkan daripada bahan tanaman kultur tisu. Piawaian ini diwujudkan sebagai garis panduan khusus dalam menjamin kualiti anak benih kultur tisu yang dihasilkan.

Anak-anak benih ISR pisang yang dihasilkan di MARDI mematuhi semua spesifikasi tersebut dan berkualiti (*Gambar 6*) di samping menunjukkan prestasi yang baik di ladang.



Gambar 7. Anak benih ISR pisang yang dihasilkan daripada platlet kultur tisu

Jadual 1 menunjukkan pematuhan kualiti anak benih ISR pisang yang dihasilkan terhadap piawaian MS 2663: 2016. Didapati kesemua ciri anak benih ISR pisang yang dihasilkan di MARDI mematuhi piawai MS 2663:2016. Kelebihan anak benih ISR yang berkualiti adalah mencegah daripada penyakit darah pisang, meningkatkan kesuburan pokok, mempercepatkan pembungaan dan penuaian hasil serta meningkatkan hasil ladang.

Jadual 1. Pematuhan kualiti anak benih ISR MARDI dengan piawaian MS 2663: 2016

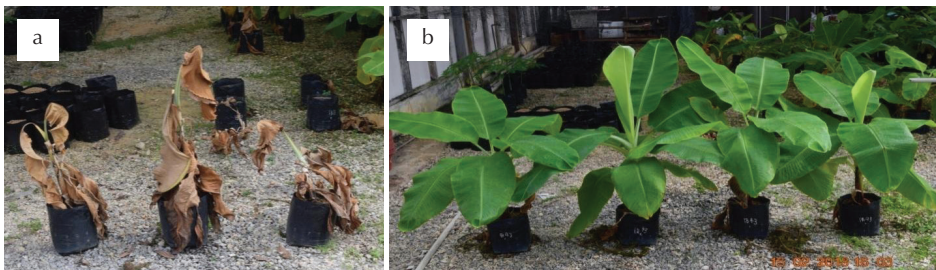
Kualiti (ciri)	Spesifikasi anak benih pisang	
	MS 2663:2026	Anak benih ISR MARDI
Bilangan daun	5	5
Ketinggian anak benih dalam (cm) (minimum)	15	21
Umur anak benih (minggu)	6 – 12 minggu	10 minggu
Saiz polibeg (cm)	12.7 × 17.78	10 × 10

Kajian keberkesanan ISR

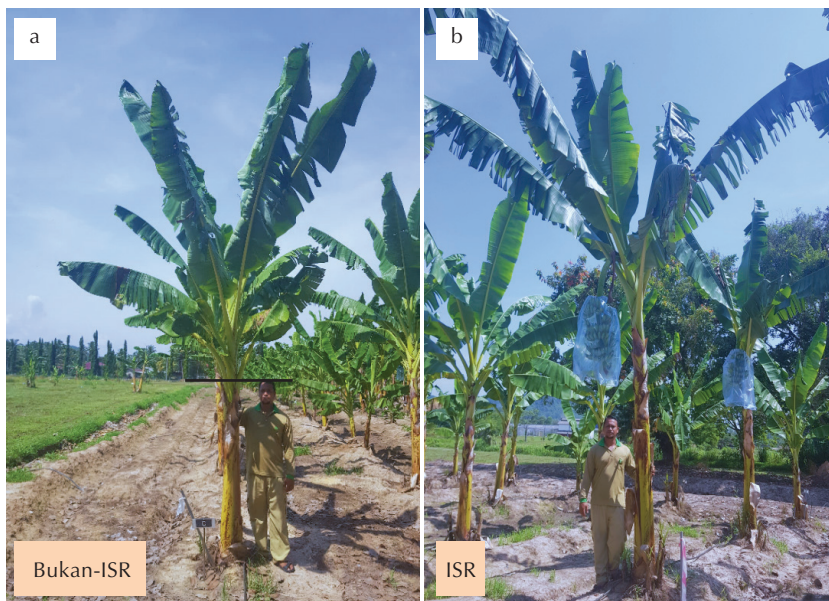
Kajian bagi melihat kesan rawatan anak benih terhadap jangkitan darah pisang telah dijalankan untuk menilai keberkesanan teknologi ISR. Dalam kajian ini, anak-anak benih ISR dan bukan ISR (kawalan) yang dihasilkan telah dikenakan jangkitan (*challenged*) patogen (*R. syzygii* subsp. *celebesensis*). Keputusan kajian mendapati kesemua anak benih bukan ISR (kawalan) telah musnah akibat penyakit darah pisang, manakala anak benih ISR kekal sihat dan selamat daripada jangkitan penyakit berkenaan (*Gambar 8*).

Manakala keberkesanan teknologi ISR bagi kawalan penyakit darah pisang di peringkat ladang telah dijalankan di dua plot penyelidikan di MARDI Sintok dan MARDI Jelebu. Masing-masing merekodkan kawalan penyakit darah pisang antara 92 – 100%.

Pokok pisang daripada anak benih ISR menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik daripada pokok daripada anak benih biasa serta cepat mencapai kematangan biologi. *Gambar 9* menunjukkan pokok pisang ISR menghasilkan bunga pada 6.5 bulan manakala anak pokok biasa (bukan ISR) memerlukan sembilan bulan untuk pengeluaran bunga. Kebiasaannya, pokok pisang Berangan akan mengeluarkan bunga selepas 8.5 – 9.0 bulan dipindahkan ke ladang.



Gambar 8. (a) Kesan jangkitan darah pisang pada anak benih bukan ISR dan (b) Anak benih ISR



Gambar 9. (a) Pokok pisang daripada anak benih biasa (bukan ISR) dan (b) Pokok yang dihasilkan daripada anak benih ISR. Kedua-dua jenis anak benih dipindahkan serentak ke ladang di MARDI Sintok selepas 7.5 bulan

Kesimpulan

Kebanyakan bahan tanaman pisang komersial yang terdapat di Malaysia adalah rentan terhadap penyakit darah pisang dan mudah terdedah kepada serangan penyakit yang mengakibatkan petani mengalami kerugian. Teknologi ISR yang dibangunkan oleh MARDI bertujuan untuk meningkatkan kerintangan anak benih pisang yang rentan terhadap penyakit darah. Anak benih ISR pisang yang rintang terhadap penyakit darah dihasilkan melalui rawatan plantlet pisang dengan inokulan ISR (Gladiator 1.0) dan disusuli dengan inokulasi tambahan (*booster*) untuk meningkatkan tahap kerintangan sebelum anak benih pisang dipindahkan ke ladang. Pengaruh ISR pada anak benih pisang menggunakan inokulan Gladiator 1.0 mampu memberi kawalan 92 – 100% terhadap penyakit darah pisang. Anak benih ISR ini juga memberi pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dan seragam berbanding dengan anak benih bukan ISR. Kajian di dua lokasi menunjukkan bahawa anak benih ISR adalah lebih produktif dengan meningkatkan berat tandan jika dibandingkan dengan anak benih bukan ISR.

Bibliografi

- DOA (2009). *Pakej Teknologi Pisang*, Edisi Kedua, DOA Press, Putrajaya.
- Kloepper, J. W., Tuzun, S., Liu, L., & Wei, G. (1993). Plant growth-promoting rhizobacteria as inducers of systemic disease resistance. Dalam: *Pest Management: Biologically Based Technologies*, (Lumsden, R. D., & Waughn, J. L., ed.). Washington, D.C.: American Chemical Society Books. m.s. 156–165.
- Liu, L., Kloepper, J. W., & Tuzun, S. (1995). Induction of systemic resistance in cucumber against bacterial angular leaf spot by plant growth promoting Rhizobacteria. *Biological Control*, 85, 843–847.
- Pieterse, C. M. J., van Wees, S. C. M., Van Pelt, J. A., Knoester, M., Laan, R., Gerrits, H., Weisbeek, P. J., & Van Loon, L. C. (1998). A novel signaling pathway controlling induced systemic resistance in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 10, 1571–1580.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V., & Samiyappan, R. (2001). Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection*, 20, 1–11.
- Van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M., & Pieterse, C. M. J. (1998). Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review in Phytopathology*, 36, 453–483.

Ringkasan

Serangan penyakit darah pisang telah mengakibatkan industri pisang negara terjejas dengan teruk. Hampir semua varieti pisang tempatan komersial khususnya varieti seperti pisang Abu, Awak, Nangka dan Berangan adalah rentan terhadap penyakit darah ini. Perkara ini membimbangkan para petani terhadap jangkitan penyakit dan ketiadaan varieti yang rintang terhadap penyakit ini. Kertas kerja ini memperincikan bagaimana anak benih pisang yang teraruh kerintangan terhadap penyakit darah dihasilkan daripada varieti yang rentan iaitu varieti Berangan. Pengaruh kerintangan ini dikenali sebagai kerintangan sistemik teraruh (ISR) yang boleh dihasilkan dengan

inokulasi bakteria bermanfaat iaitu Gladiator 1.0. Pengaruhannya dimulakan dengan rendaman bahagian akar plantlet (direndam dua jam) ke dalam ampaian bakteria Gladiator 1.0 dan disemai di dalam dulang percambahan yang diisi dengan *peat moss*. Anak benih pisang dipindahkan ke polibeg yang mengandungi medium tanaman (tanah campuran dengan nisbah 3:2:1 yang terdiri daripada tanah, pasir sungai dan bahan organik) selepas dua minggu dari tempoh semaian plantlet dan diselenggara selama dua bulan. Aplikasi inokulan Gladiator 1.0 tambahan (*booster*) diaplikasikan pada minggu kedua dan keenam selepas anak benih pisang dipindahkan ke dalam polibeg. Anak benih ISR yang rintang terhadap penyakit darah pisang terhasil selepas tempoh dua bulan di dalam polibeg dan sedia dipindahkan ke ladang.

Summary

The attack of banana blood disease has severely affected the Malaysian banana industry. All the commercially important banana varieties are susceptible against this disease. Farmers are hesitant to cultivate bananas because of the risk of blood disease infection and the absence of resistant varieties. This paper discusses how resistance induced banana seedling can be produced using a susceptible variety. This resistance induction known as systemic resistance induction (ISR) can be produced by inoculation of beneficial bacterial inoculant (Gladiator 1.0). Disease resistance induction is initiated by soaking the region on tissue culture plantlets (ex-lab) in Gladiator 1.0 bacterial suspension, after which the plantlets were transferred into germination tray containing peat moss. Banana seedlings were transferred into polybags containing growth media (soil mixture with a ratio of 3:2:1 containing topsoil, sand and seedlings were further maintained for another two months. Gladiator 1.0 inoculant booster application were applied at the second and sixth week after banana seedlings were transferred into the soil mixture in the polybags. The ISR banana seedlings resistant to blood disease were produced after two months of cultivation in polybags and ready to be transferred to the farm.

Pengarang

Ganisan Krishnen (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ganisan@mardi.gov.my

Nur Sulastri Jaafar dan Sivanaswari Chalaparmal

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Salehudin Md Radzuan

Pusat Penyelidikan Hortikultur, MARDI Sintok,

06050 Bukit Kayu Hitam, Kedah