

***Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC), agen penyebab penyakit reput buah cili benggala di Malaysia**

(*Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC), the causal agent of fruit rot of bell pepper in Malaysia)

Nur Farhanah Ishak, Suhanna Ahmad, Zulaikha Mazlan, Wan Muhammad Azrul Wan Azhar, Aishah Umairah Khairuddin, Rozeita Laboh dan Nor Hazlina Mat Sa'at

Pengenalan

Cili benggala (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt) atau juga dikenali sebagai lada benggala, paprika dan kapsikum merupakan salah satu komoditi import yang penting di Malaysia. Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia, sebanyak 74 ribu tan metrik cili benggala telah diimport ke dalam negara pada tahun 2021 bagi memenuhi penggunaan tempatan. Jika dibandingkan dengan cili biasa (contoh: cili kulai dan cili padi), cili benggala mempunyai rasa yang kurang pedas, manis dan sering digunakan dalam hidangan salad serta masakan barat seperti pasta, lasagna, piza dan lain-lain. Bergantung kepada jenis varieti, cili benggala boleh didapati dalam pelbagai warna seperti hijau, kuning, jingga (oren), merah, ungu serta putih dan mempunyai saiz yang berbeza mengikut tahap kematangan tanaman.

Lazimnya, cili benggala di Malaysia ditanam pada skala besar di tanah tinggi yang bercuaca sejuk dan kawasan pengeluaran utama adalah di Cameron Highlands (Pahang), Sandakan (Sabah) dan Lojing (Kelantan). Sungguhpun begitu, pengeluaran dan bekalan cili benggala tempatan pada ketika ini masih tidak mencukupi disebabkan kadar permintaan yang tinggi serta kawasan penanaman yang terhad. Bagi mengatasi kebergantungan cili benggala import dan pengeluaran terhad di tanah tinggi ini, pihak MARDI telah mengambil inisiatif untuk membangunkan teknologi pengeluaran cili benggala di tanah rendah di bawah struktur perlindungan hujan (SPH) yang mampu berdaya saing dan mampan.

Walau bagaimanapun, serangan perosak dan penyakit adalah ancaman utama dalam pengeluaran cili benggala yang boleh menjejaskan kualiti serta pengurangan hasil. Sepanjang kajian penanaman dijalankan di MARDI Serdang, Selangor, penyakit reput buah telah dikenal pasti sebagai salah satu penyakit penting pada cili benggala yang boleh menyebabkan kerugian hasil sebanyak 30% atau lebih. Penemuan penyakit ini oleh penyelidik MARDI merupakan rekod pertama di Malaysia. Oleh itu, mengetahui identiti penyakit reput buah cili benggala serta memahami kitaran hidup penyakit adalah amat penting supaya tindakan pencegahan dan kawalan dapat dilaksanakan secara tepat dan efektif.

Pensampelan penyakit reput buah cili benggala

Pada Jun 2022, satu kajian telah dilaksanakan untuk menilai kebolehsuaian beberapa varieti cili benggala kawasan tanah rendah dan pada masa yang sama, mendokumentasikan serta mengenal pasti jenis-jenis penyakit dan perosak yang menyerang tanaman cili benggala di Malaysia. Dalam kajian ini cili benggala telah ditanam di dalam SPH. Bagi memperoleh maklumat lengkap, lawatan pemantauan berkala pada setiap peringkat pertumbuhan seperti vegetatif, pembungaan, pembentukan buah dan kematangan telah dilakukan. Penyakit tanaman didiagnostik berdasarkan simptom atau gejala yang ditunjukkan pada bahagian daun, batang, buah dan akar.

Seterusnya, sampel buah cili benggala merah yang menunjukkan gejala berpenyakit diambil dan dibawa ke Makmal Patologi, Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI, Serdang untuk pengesanan lanjut. Pemencilan kulat daripada bahagian kulit buah yang bergejala dilakukan dengan cara memotong kecil (bersaiz 10 – 20 mm) bahagian tersebut, mencuci sampel tersebut menggunakan 10% natrium hipoklorit (NaOCl) dan air suling yang disteril dan mengkulturkan di atas piring agar kentang dekstrosa (PDA) selama tiga hari pada suhu bilik bagi mendapatkan kultur koloni tunggal. Kemudian, koloni kulat tunggal yang tumbuh disubkultur di atas piring PDA baharu selama tujuh hari sehingga pembentukan koloni memenuhi piring (*full plate*). Patogen kulat tersebut diidentifikasi berdasarkan gejala penyakit, sifat kultur dan morfologi. Pencirian secara molekular pada kawasan jujukan *internal spacer* (ITS) dan *elongation factor 1-alpha* (TEF1- α) turut dijalankan bagi mendapatkan pengesanan patogen kulat sehingga ke peringkat spesies.

Hasil kajian mendapati sampel buah cili benggala dijangkiti penyakit menunjukkan gejala lesi reput yang diselaputi bebenang (miselium) berwarna putih kekuningan, oren atau merah jambu (*Gambar 1*). Melalui pemerhatian pada struktur morfologi, kulat yang dipencil mempunyai konidia (spora) dan miselium gebu-berkas yang berwarna krim dan kemudiannya bertukar kepada warna jingga pucat [*Gambar 2 (a) dan (b)*] selepas tujuh hari inkubasi. Selain itu, terdapat kehadiran mikrokonidia dan makrokonidia seperti berbentuk sedikit sabit dengan 3 – 5 sekat (septa) [*Gambar 2 (c)*] serta klamidospora berantai [*Gambar 2 (d)*] apabila diperhatikan secara mikroskopik. Berdasarkan kombinasi pencirian morfologi dan molekular, patogen kulat ini dikenal pasti sebagai *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC).

Ujian kepatogenan

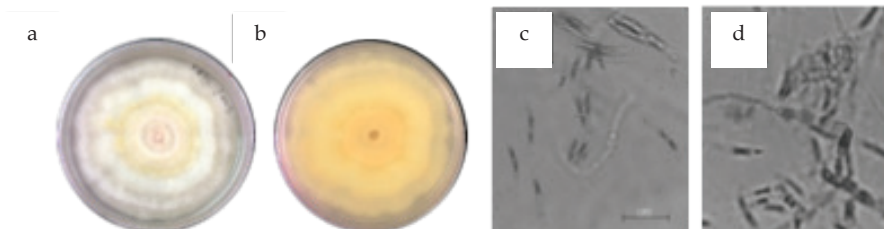
Bagi menentusahkan identiti patogen penyebab penyakit reput cili benggala, ujian kepatogenan dijalankan dengan menggunakan dua jenis kaedah, iaitu pencederaan (*wounded*) dan tanpa pencederaan (*non-wounded*) pada buah cili merah yang matang (*Gambar rajah 1*). Sebelum proses inokulasi, permukaan buah disanitasi dalam 70% rendaman etanol dan dibilas sebanyak dua kali dengan air

suling steril. Bagi kaedah pencederaan, sebanyak 6 μL larutan konidia (1×10^6 konidia/mL) disediakan daripada kultur berusia tujuh hari dan disuntik (kedalaman 1 mm) ke dalam dinding buah menggunakan jarum suntikan steril. Buah kawalan (*control*) disuntik dengan air suling steril sahaja.

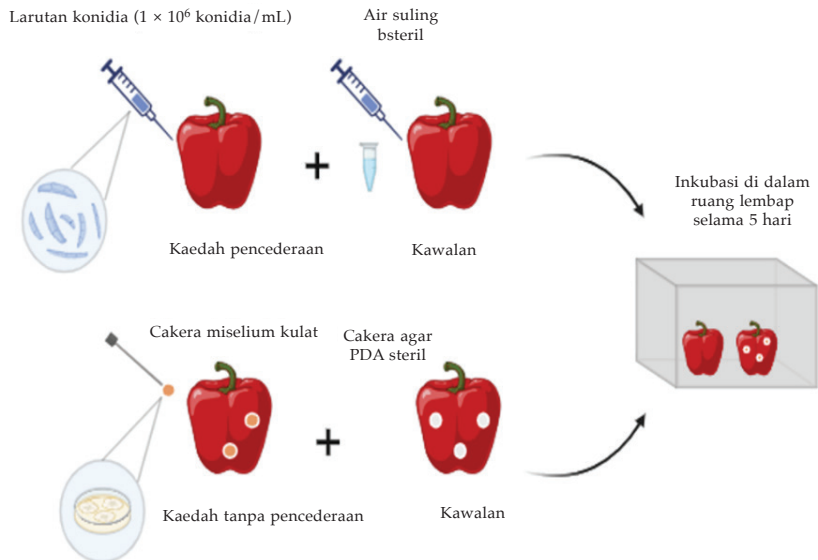
Manakala buah yang tidak dilukai diinokulasi dengan meletakkan cakera (*plug*) miselium kulat berusia tujuh hari (berdiameter 5 mm) pada bahagian permukaan. Cakera agar PDA yang steril (tiada konidia) digunakan untuk buah kawalan. Setiap buah diinokulasi dengan inokulum kulat di tiga lokasi berbeza dan disimpan dalam ruang lembap pada suhu $25 \pm 2^\circ\text{C}$ selama lima hari. Ujian patogenik dijalankan dua kali. Gejala penyakit pada buah yang diinokulasi diperhatikan dan direkodkan seperti dalam *Gambar 3*. Kulat tersebut dipencilkan semula daripada tisu bergejala, dikultur pada medium PDA baharu dan telah menunjukkan ciri-ciri morfologi yang sama dengan kulat FIESC. Berdasarkan kajian Postulat Koch (Koch's Postulate) ini, penyakit reput buah yang disebabkan oleh FIESC telah dikenal pasti menjadi salah satu penyakit utama yang menyerang cili benggala di dalam SPH. Tambahan pula, penemuan penyakit ini merupakan yang pertama dijumpai di Malaysia oleh penyelidik MARDI.



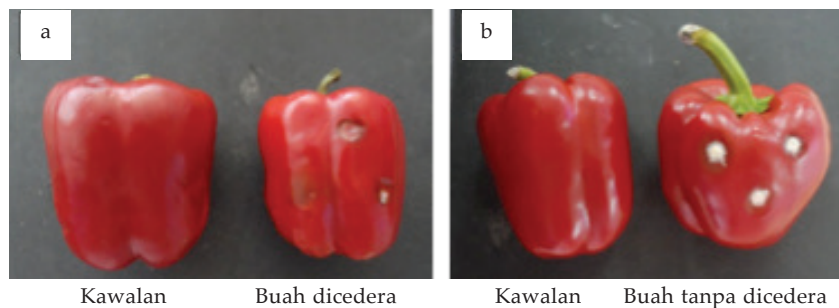
Gambar 1. Simptom penyakit reput buah pada varieti cili benggala kawasan tanah rendah yang diserang oleh kulat Fusarium incarnatum-equiseti species complex (FIESC)



Gambar 2. Warna koloni dan miselium kulat Fusarium incarnatum-equiseti species complex (FIESC) di atas medium PDA. (a) Permukaan atas koloni, (b) Permukaan bawah koloni, (c) Makrokonidia dengan 3 – 5 septa dan (d) Klamidospora berantai di bawah mikroskop (pembesaran 40X)



Gambar rajah 1. Skema ujian kepatogenan kulat *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) pada buah cili benggala



Gambar 3. Simptom reput buah pada buah cili benggala yang telah diinokulasi dengan kulat *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) selepas hari kelima menggunakan (a) kaedah pencederaan dan (b) tanpa pencederaan yang menghasilkan koloni dan miselium kulat berwarna putih pada bahagian inokulasi

Simptomatologi

Permulaan gejala jangkitan kulat FIESC pada buah cili benggala di lapangan agak sukar untuk dikenal pasti. Hal ini kerana ia mudah terkeliru dengan simptom yang dihasilkan kesan kekurangan nutrien tanaman seperti unsur kalsium atau dikenali sebagai reput hujung buah [*blossom end rot* (BER)]. Lazimnya, simptom BER kelihatan seperti lesi berwarna perang atau kuning muda, lembut dan berair [Gambar 4 (a)] yang boleh menyebabkan buah menjadi busuk. Manakala, lesi kecil yang kelihatan basah dan tenggelam tetapi kekal keras muncul pada permukaan buah matang (ketika pokok berusia lapan minggu) apabila dijangkiti FIESC.

Kemudian, lesi tersebut berkembang dan pertumbuhan spora dan miselium berwarna putih, merah jambu atau kekuningan sering kali dapat dilihat [*Gambar 4 (b)*]. Sempadan lesi pada buah adalah jelas dan bahagian yang dijangkiti lama-kelamaan bertukar menjadi coklat pucat. Ia juga menyebabkan pertumbuhan buah terbantut, reput, mudah gugur, tidak boleh dimakan dan akhirnya mengurangkan hasil tanaman.

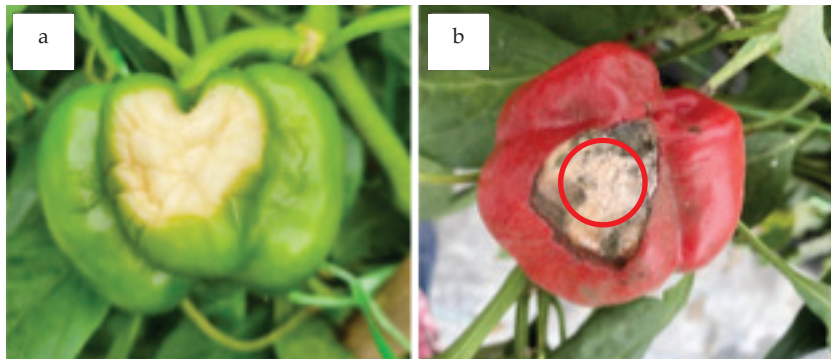
Epidemiologi

Selain kehadiran patogen FIESC, faktor abiotik atau keadaan persekitaran seperti suhu, kelembapan udara, air dan angin memainkan peranan penting dalam mempengaruhi perkembangan dan keterukan penyakit reput buah cili benggala. Oleh itu, pemahaman yang lengkap tentang epidemiologi penyakit ini harus diambil tahu bagi memastikan pengurusan penyakit yang efektif. Persekitaran rumah hijau yang mempunyai kelembapan tinggi melebihi 95% dalam satu tempoh masa yang lama menggalakkan jangkitan berlaku dengan mudah dan cepat. Satu kajian luar menjelaskan pembebasan spora kulat pada waktu malam lebih memudahkan perkembangan penyakit kerana tempoh kelembapan relatif yang tinggi dan kehadiran embun pada ketika itu. Tambahan pula, pengudaraan terhad dan saliran air yang lemah di dalam rumah hijau boleh mewujudkan persekitaran 'basah' yang sesuai untuk pertumbuhan spora.

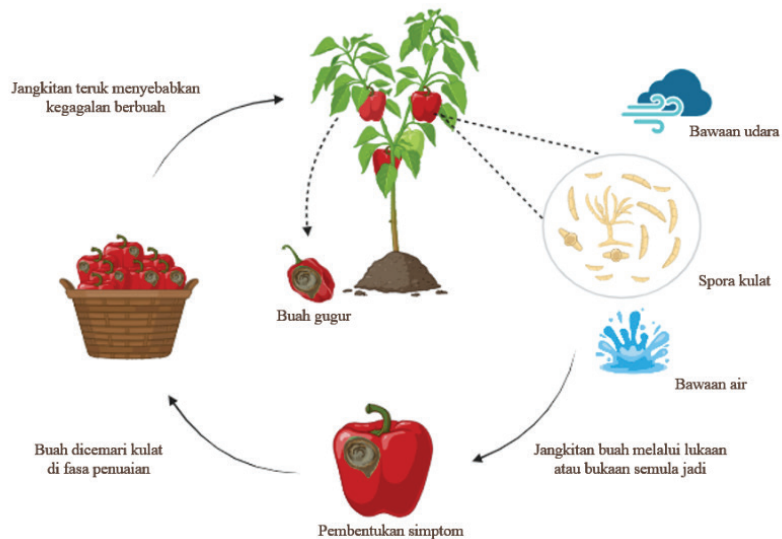
Kaedah penyebaran utama penyakit ini adalah melalui spora bawaan udara dan percikan air, di mana kebiasaannya jangkitan hanya berlaku pada buah matang yang lemah atau rosak. Kerosakan ini termasuklah kecederaan yang disebabkan oleh sentuhan secara mekanikal atau pengendalian yang tidak baik (tercedera secara tidak sengaja) atau bukaan semula jadi. Kemudian, simptom serangan penyakit terbentuk dan merebak sehingga mengakibatkan buah gugur apabila jangkitan teruk berlaku. Buah yang dicemari dengan spora pada peringkat penuaian juga boleh menyebabkan reput dan menjejaskan kualiti sekiranya disimpan pada suhu yang terlalu rendah atau kelembapan tinggi. *Gambar rajah 2* menunjukkan kitaran hidup kulat FIESC dan cara penyakit reput buah pada cili benggala disebarkan.

Penilaian racun kulat terhadap patogen FIESC secara in vitro

Pengawalan penyakit tanaman secara kimia adalah satu cara yang boleh dipraktis bagi meminimumkan jangkitan dan penyebaran penyakit serta dapat mengurangkan hasil cili benggala. Walau bagaimanapun, kebergantungan sepenuhnya terhadap satu jenis racun kimia atau fungisida membolehkan patogen menjadi rintang, di mana racun tersebut tidak lagi berkesan untuk mengawal penyakit dalam jangka masa panjang. Oleh itu, racun kimia perlu digunakan secara selang-seli dengan beberapa racun kimia lain yang mengandungi perawis aktif (*active ingredient*) berbeza bagi mengelakkan kerintangan patogen. Tambahan pula,



Gambar 4. (a) Gejala kekurangan kalsium (blossom end rot) pada buah cili benggala mempunyai lesi berwarna keperangan muda dan bertekstur lembut dan (b) Kehadiran spora dan miselium berwarna merah jambu lembut (dalam bulatan merah) menyaluti permukaan buah yang diserang jangkitan reput buah oleh kulat *Fusarium incarnatum-equiseti species complex* (FIESC)



Gambar rajah 2. Kitaran hidup dan cara penyebaran patogen *Fusarium incarnatum-equiseti species complex* (FIESC) yang menyebabkan penyakit reput buah pada cili benggala. Penyakit ini adalah bawaan udara dan air serta boleh dijangkiti apabila dicemari spora di peringkat penuaian buah

penggunaan racun kimia secara berlebihan boleh menyumbang kepada tinggalan residu atau sisa racun dalam tanaman. Maka, racun kimia perlu digunakan dengan betul mengikut arahan dan kadar pengesyoran yang telah dilabel pada produk.

Pelbagai racun kulat digunakan dalam mengawal penyakit reput buah pada tanaman cili benggala. Namun, tindak balas ketoksikan terhadap racun kulat adalah berbeza bagi setiap strain kulat *Fusarium* kerana kebolehubahan dan kepelbagaian genetik kulat itu tersendiri. Justeru, satu kajian dijalankan untuk mengkaji

keberkesanan racun kulat yang berbeza terhadap pertumbuhan patogen FIESC secara in vitro. Tiga jenis racun yang mengandungi perawis aktif berbeza telah dipilih iaitu benomyl, mancozeb dan propineb. Kaedah *poison food* telah digunakan, di mana racun-racun tersebut telah diuji pada tiga kepekatan yang berbeza iaitu 10 ppm, 50 ppm dan 100 ppm. Secara ringkasnya, cakera miselium kulat berusia tujuh hari (berdiameter 5 mm) diletakkan di tengah piring PDA yang dicampurkan dengan larutan racun kulat. Manakala, cakera miselium yang diletakkan pada piring PDA tanpa campuran racun kulat digunakan sebagai kawalan. Kemudian, piring PDA tersebut diinkubasi selama 10 hari pada suhu 25 ± 2 °C dan diameter pertumbuhan koloni kulat pada setiap piring diukur. Ketiga-tiga kepekatan racun kulat diulang sebanyak tiga replikasi. Peratus perencatan pertumbuhan miselium kulat FIESC dikira berdasarkan formula berikut:

$$\text{Peratus perencatan pertumbuhan miselium kulat (\%)} = \frac{(C - T)}{C} \times 100\%$$

Di mana:

C adalah purata diameter pertumbuhan miselium dalam piring Petri kawalan

T adalah purata diameter pertumbuhan miselium dalam piring Petri yang dicampur larutan racun kulat.

Hasil kajian dan analisis statistik mendapati bahan aktif benomyl menunjukkan keberkesanan paling tinggi dan signifikan ($p < 0.05$) dalam mengurangkan pertumbuhan miselium kulat FIESC secara in vitro selepas 10 hari inkubasi berbanding dengan bahan aktif mancozeb dan propineb. Kepekatan larutan benomyl pada 50 ppm dan 100 ppm berjaya merencatkan sepenuhnya pertumbuhan kulat. Manakala larutan benomyl pada 10 ppm dapat melumpuhkan pertumbuhan kulat pada kadar 55.65%. Tiada perbezaan signifikan direkod bagi perencatan pertumbuhan kulat apabila mancozeb dan propineb diuji pada ketiga-tiga kepekatan. Oleh itu, disimpulkan daripada kajian ini bahawa racun benomyl berkesan melindungi tanaman cili benggala daripada jangkitan reput buah dan seterusnya mengurangkan kerugian berkaitan ekonomi. Keberkesanan rawatan racun kulat terhadap kulat FIESC dapat dilihat seperti dalam *Jadual 1* dan *Gambar 5*.

Jadual 1. Peratus perencatan pertumbuhan miselium kulat *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) terhadap tiga jenis bahan aktif racun kulat pada tiga kepekatan berbeza (10, 50 dan 100 ppm) secara in vitro selepas 10 hari inkubasi

Bahan aktif racun kulat	Peratus perencatan pertumbuhan miselium kulat FIESC (%)		
	10 ppm	50 ppm	100 ppm
Kepekatan larutan racun kulat			
Benomyl	55.65 ^b	100.00 ^a	100.00 ^a
Mancozeb	5.88 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c
Propineb	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c
Nilai <i>p</i>	<0.0001		

*Setiap nilai adalah purata bagi tiga replikasi dan superskrip yang sama menunjukkan tiada signifikan ($p < 0.05$) menggunakan ANOVA sehala dan ujian rangkai Tukey

Racun benomyl pada kepekatan 50 ppm dan 100 ppm berjaya merencatkan pertumbuhan miselium kulat sepenuhnya, manakala racun mancozeb dan propineb tidak menunjukkan keberkesanan pada ketiga-tiga kepekatan.

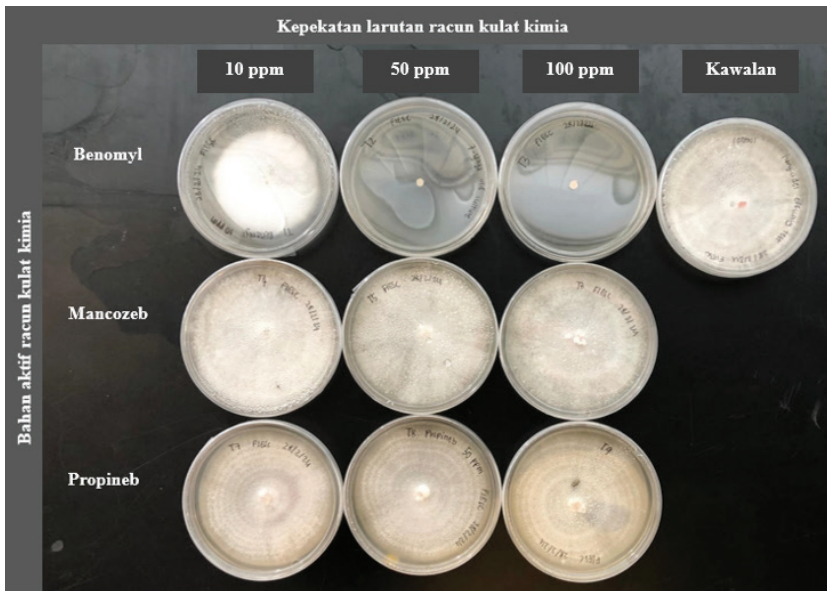
Hala tuju penyelidikan cili benggala di Malaysia

Pengurusan perosak bersepadu [*Integrated Pest Management* (IPM)] merupakan satu pendekatan mesra alam untuk pengurusan kawalan perosak yang menggabungkan pelbagai teknik pengawalan seperti biologi, kimia, fizikal dan kultur. Ia juga melibatkan usaha untuk meminimumkan penggunaan racun kimia bagi mengurangkan impak negatif terhadap kesihatan pengguna dan alam sekitar serta mengekalkan kelestarian pertanian. Pengenalpastian penyakit tanaman adalah elemen utama dalam IPM ini. Pengesyoran kawalan berkesan dan tepat diberi berdasarkan pengenalpastian penyakit yang betul.

Masalah penyakit reput buah pada tanaman cili benggala perlu ditangani supaya dapat mengelakkan tahap keterukan penyakit yang serius, penyebaran jangkitan ke kawasan-kawasan lain dan kemerosotan hasil. Pengurusan IPM menawarkan penyelesaian bagi isu ini. Namun, penyelidikan berkaitan komponen-komponen IPM khususnya untuk penyakit reput buah *Fusarium* perlu dinilai terlebih dahulu sebelum diimplementasi di ladang sebenar. Ini termasuklah memahami cara identifikasi patogen, proses jangkitan penyakit bawah iklim tempatan, tahap virulensi patogen serta kesesuaian dan keberkesanan kawalan. Kini, MARDI sedang giat membangunkan satu pakej IPM tanaman cili benggala yang berpotensi mengawal penyakit reput buah.

Selain itu, kawalan biologi seperti kulat *Trichoderma* sp. adalah salah satu biopestisid mikrob bermanfaat yang sering digunakan oleh petani bagi melindungi tanaman daripada serangan kulat. Penggunaan biopestisid ini dapat mengurangkan kebarangkalian kerintangan patogen berbanding dengan racun-racun

konvensional lain dan bersifat mesra alam. Oleh itu, ia sangat disaran untuk digunakan pada peringkat awal dalam amalan IPM. Bagi mempelbagaikan jenis biopestisid, satu usaha sedang dijalankan oleh MARDI untuk mencari mikrob bermanfaat baharu yang mampu mengawal patogen FIESC dan pada masa yang sama memberi kekuatan pada tanaman cili benggala. Dengan adanya inisiatif penyelidikan berimpak tinggi ini, komuniti pertanian boleh mendapat manfaat dalam aspek pengurusan penyakit tanaman dan memperkasa ekonomi negara.



Gambar 5. Kesan perencatan tiga jenis bahan aktif racun kulat terhadap pertumbuhan *Fusarium incarnatum-equiseti species complex* (FIESC) secara *in vitro* pada tiga kepekatan berbeza

Kesimpulan

Pengenalpastian kulat *Fusarium incarnatum-equiseti species complex* (FIESC) sebagai agen penyebab penyakit reput buat pada tanaman cili benggala merupakan laporan pertama yang direkodkan di Malaysia. Pengetahuan berkaitan identifikasi, simptomologi dan proses jangkitan penyakit ini adalah sangat penting bagi merangka dan melaksana strategi kawalan yang berkesan serta tepat. Ia seterusnya mampu membina satu amalan pertanian yang mapan dan lestari.

Penghargaan

Projek ini dilaksanakan bawah peruntukan Dana RMK-12 (Pembangunan Teknologi Pengeluaran Sayur-sayuran Import Utama dan Temperat ke arah Pengurangan Import dan Penghasilan Bekalan Makanan – P21400010170526). Penulis mengucapkan jutaan terima kasih kepada ahli-ahli projek, terutamanya staf Program Pengurusan Perosak dan Penyakit (HR03) dari Pusat Penyelidikan Hortikultur atas kerjasama dan komitmen secara langsung atau tidak langsung dalam pelaksanaan projek ini.

Bibliografi

- DOSM. Department of Statistics Malaysia. Summary of Findings. (2022). <https://www.dosm.gov.my/uploads/publications/20220926095312.pdf>
- Gupta, S. K., & Jarial, K. (2014). Epidemiology and management of leaf blight and fruit rot of bell pepper. *Rev. Plant Pathol*, 6, 473–499.
- Ishak, N. F., Wan Azhar, W. M. A., Ahmad, S., Khairuddin, A. U., & Laboh, R. (2023). First report of fruit rot caused by *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex on greenhouse bell pepper in Malaysia. *Plant Disease*. Advance online publication. doi:10.1094/PDIS-06-23-1076-PDN.
- Leslie, F. J., & Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom.
- O'Neill, Tim., & Mayne S. (2015). Pepper fruit rots. Diperoleh dari <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Horticulture/Publications/Pepper%20fruit%20rots.pdf>.
- Tariq, A., Naz, F., Rauf, C. A., & Khan, M. A. (2018). Morpho-molecular characterization and pathogenicity of *Fusarium* species causing fruit rot of bell pepper. *Mycopath* 16(2),101–110.

Ringkasan

Cili benggala (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt) merupakan sayuran kegemaran rakyat Malaysia yang lazimnya ditanam di tanah tinggi kerana persekitaran sejuk yang sesuai. Namun, kawasan pengeluaran yang terhad dan permintaan yang meningkat menyebabkan komoditi ini banyak diimport. Untuk mengurangkan kebergantungan import, MARDI telah membangunkan teknologi pengeluaran cili benggala di tanah rendah di bawah struktur perlindungan hujan (SPH) yang mampan. Penyakit reput buah cili benggala yang disebabkan kulat *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC) telah dikesan di plot kajian di MARDI, Serdang. Penyakit ini menyebabkan lesi basah kecil yang bertukar menjadi spora berwarna putih, merah jambu atau kekuningan, lalu menjejaskan kualiti dan hasil. Pengesanan tepat kulat FIESC penting untuk strategi pengurusan penyakit yang berkesan. Kajian mendapati benomyl dapat merencatkan pertumbuhan FIESC sepenuhnya berbanding dengan mancozeb dan propineb. MARDI kini membangunkan pendekatan pengurusan perosak bersepadu (IPM) melibatkan kawalan kultur, biologi dan kimia untuk membantu petani mengurus penyakit secara mesra alam.

Summary

Bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt) is a favorite vegetable among Malaysians, typically cultivated in cold highland regions due to favorable growing conditions. However, limited cultivation areas and rising demand have increased reliance on imports. To address this, MARDI has developed sustainable production technology for lowland regions. Like other crops, bell peppers are prone to pests and diseases, including fruit rot, observed during plot trials at MARDI Headquarters in Serdang, Selangor. Detailed identification using symptom analysis, morphology, molecular techniques and Koch's postulate confirmed the causative agent as *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex (FIESC), marking the first such case in Malaysia. The infection begins with sunken lesions on mature fruits, progressing to spore masses and dark lesions, leading to rotting, premature fruit drop and malformation. Accurate identification of FIESC is critical for effective disease management. In vitro tests showed benomyl as the most effective fungicide, fully inhibiting FIESC growth compared to mancozeb and propineb. MARDI is now developing an Integrated Pest Management (IPM) framework, combining cultural, biological and chemical controls, offering farmers sustainable, eco-friendly solutions to combat bell pepper diseases.

Pengarang

Nur Farhanah Ishak

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: farhanah@mardi.gov.my

Suhanna Ahmad, Zulaikha Mazlan, Wan Muhammad Azrul Wan Azhar,

Aishah Umairah Khairuddin, Rozeita Laboh (Dr.) dan Nor Hazlina Mat Sa'at

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor