

## **Pengurusan perosak dan penyakit tanaman cili benggala tanah rendah di bawah struktur pelindung hujan (SPH)**

(Pests and disease management of lowland bell peppers under the rain shelter)

Wan Muhammad Azrul Wan Azhar, Suhanna Ahmad, Nur Farhanah Ishak, Zulaikha Mazlan, Siti Ilyani Arifin, Farah Huda Sjfani Suherman, Rozeita Laboh dan Nor Hazlina Mat Sa'at

### **Pengenalan**

Cili benggala (*Capsicum annum* L.) adalah sayuran yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman ini merupakan antara sayuran berbuah yang popular di Malaysia dan sering digunakan dalam pelbagai hidangan. Pada tahun 2022, Malaysia telah mengeluarkan sebanyak 5,561.64 tan metrik cili benggala dengan keluasan bertanam 143 hektar dan keluasan berhasil 132.50 hektar. Purata hasil cili benggala pula adalah sebanyak 42 t/ha. Varieti yang paling biasa ditanam di Malaysia ialah cili benggala hijau, merah dan kuning. Kawasan penanaman utama adalah di kawasan tanah tinggi seperti di Kelantan (Lojing), Pahang (Cameron Highlands), Perak (Kinta) dan Sabah (Kundasang). Kebiasaannya, cili benggala ditanam di dalam struktur perlindungan tanaman seperti struktur pelindung hujan (SPH). Ini bertujuan untuk memanjangkan jangka hayat penanaman dan melindungi tanaman daripada keadaan persekitaran seperti suhu dan kelembapan yang ekstrem, curahan hujan, radiasi matahari berlebihan dan serangan penyakit serta perosak. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), telah menjana satu inisiatif untuk menilai varieti cili benggala terpilih bagi tujuan penanaman di tanah rendah. Kajian ini bertujuan untuk mengurangkan kebergantungan import dan meningkatkan hasil pengeluaran cili benggala di Malaysia. Selain memberi fokus kepada varieti yang berpotensi tinggi dalam penghasilan cili benggala, kajian ini turut melibatkan pemantauan serta pengenalanpastian penyakit dan perosak utama yang menyerang dan berisiko mengganggu hasil tanaman. Walaupun salah satu tujuan struktur perlindungan hujan (SPH) adalah mengelakkan serangan perosak, namun terdapat perosak yang saiznya terlalu kecil mampu masuk atau dibawa tanpa sedar ke dalamnya dan menyebabkan kerosakan kepada tanaman. Sebagai contoh, lalat putih (*Bemisia tabaci*), kutu trip (*Thrips* spp.), afid (*Aphis* spp., *Myzus persicae*) dan hama cili (*Polyphagotarsonemus latus*). Oleh kerana masih belum ada penanaman cili benggala di tanah rendah sebelum ini, jadi adalah penting untuk mengetahui jenis perosak dan penyakit utama agar tindakan pencegahan dan kawalan dapat dilaksanakan dengan berkesan.

### **Pensampelan dan pengenalpastian perosak dan penyakit cili benggala di dalam struktur pelindung hujan (SPH)**

Pensampelan dan pemantauan perosak dan penyakit tanaman cili benggala telah dijalankan di MARDI Serdang, Selangor. Tujuan kajian adalah untuk mendokumentasikan dan mengenal pasti perosak dan penyakit yang menyerang tanaman cili benggala di dalam SPH di kawasan tanah rendah Malaysia. Cili benggala ditanam di dalam SPH dengan jarak 50 cm di antara pokok dan 1.5 m jarak di antara baris menggunakan sistem fertigasi. Pemantauan berkala dijalankan secara mingguan bagi mendapatkan data yang terperinci. Kehadiran serangga perosak dikenal pasti dengan kaedah pemerhatian terus (*scouting*), pensampelan pada bahagian diserang dan pemasangan perangkap kuning berpelekat [*yellow sticking trap* (YST)]. Bagi pemerhatian secara terus, pensampelan bagi kehadiran alat putih dan kutu trip adalah berdasarkan pemerhatian melalui daun dan mengikut strata pokok. Tiga helai daun diambil bagi setiap bahagian strata per pokok (bahagian atas, tengah dan bawah pokok). Manakala, pensampelan bagi insiden hama adalah berdasarkan pemerhatian melalui pucuk terminal (*terminal shoot*). Sampel serangga dan hama dibawa ke makmal bagi pengecaman secara morfologi melalui pemerhatian di bawah mikroskop. Kadar keterukan serangan perosak dilakukan dengan penilaian terhadap 10% populasi tanaman cili benggala. Skor skala keterukan serangan perosak direkodkan berdasarkan skor skala 0 – 9 dan dikira menggunakan formula berikut:

$$\text{Peratus keterukan serangan perosak (\%)}: \frac{\sum (a \times b) \times 100}{N \cdot Z}$$

Di mana,

$\sum (a \times b)$  = Jumlah pokok diserang dan skala skor

N = Jumlah pokok dinilai

Z = Skala skor tertinggi

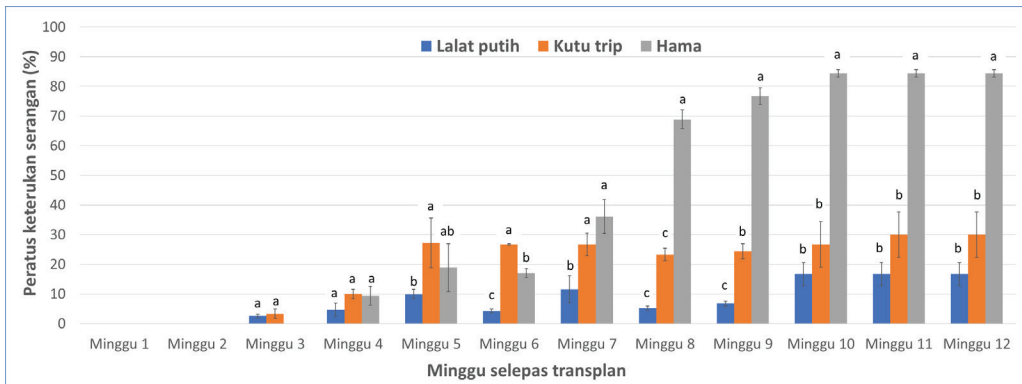
Manakala, penyakit dikenal pasti berdasarkan gejala/ simptom yang ditunjukkan di lapangan sama ada pada batang, buah, bunga, daun atau akar. Bahagian tanaman yang bergejala dibawa pulang ke makmal untuk pengecaman jenis patogen. Tisu daripada sampel yang berpenyakit dipotong kecil (1 cm × 1 cm) dan disteril menggunakan larutan sodium hipoklorid (10%) dan dibilas dengan air suling steril. Setelah dikeringkan, tisu penyakit tersebut diletakkan di atas permukaan medium Potato Dextrose Agar (PDA) dan disubkultur beberapa kali di atas medium baharu sehingga memperoleh koloni tunggal (*single colony*). Pengenalpastian patogen dilakukan melalui pemerhatian morfologi kultur di bawah mikroskop majmuk dan melalui teknik molekular (pemencilan dan penjujukan DNA). Pengecaman melalui kaedah morfologi adalah berdasarkan warna kulat di atas PDA, karakter spora, konidiospora dan struktur lain (hifa, miselia). Uji kaji *Koch's Postulate*, dijalankan sebagai pembuktian

mikroorganisma dipencilkan adalah patogen yang sebenar penyebab kepada gejala/simptom penyakit yang awal ditemui di lapangan. Koloni tulen yang diperolehi dijangkitkan semula pada bahagian tanaman cili benggala tertentu dan disahkan sebagai patogen jika menghasilkan gejala/simptom yang sama seperti asal.

Manakala identifikasi virus dijalankan melalui teknik molekular reaksi berantai polimerase (PCR). Beberapa helai daun yang menunjukkan gejala/simptom penyakit virus (seperti mozek) diambil dan diekstrak bagi mendapat DNA virus yang tulen dengan menggunakan kit DNeasy Plant (Qiagen, USA). Kemudian, amplifikasi DNA dijalankan dengan menggunakan 25 µL campuran tindak balas PCR yang mengandungi 9.5 µL MyTaq™ Red Mix (Bioline, UK), 10 µM bagi setiap primer spesies-spesifik, 1.0 µL templat DNA dan air bebas nuklease (*nuclease-free water*). Hasil amplifikasi PCR dianalisis melalui 1.5% gel elektroforesis pada 100 Vv selama 45 minit dan diikuti dengan visualisasi di bawah sinaran ultra lembayung (UV). Kehadiran garisan amplifikasi produk DNA pada imej gel elektroforesis menunjukkan keputusan positif terhadap pengesanan virus tanaman.

### **Perosak utama cili benggala**

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan, didapati terdapat tiga perosak utama yang menyerang cili benggala di dalam SPH di persekitaran tanah rendah, ini termasuklah kutu trip, lalat putih dan hama cili. Berdasarkan pemantauan yang dibuat, jika tiada langkah kawalan dilakukan, keterukan serangan ketiga-tiga perosak ini dilihat mampu meningkat secara mendadak setiap minggu (*Rajah 1*) berkemungkinan kerana tiada kehadiran serangga bermanfaat secara semula jadi (musuh perosak secara semula jadi) di dalam SPH berbanding dengan penanaman secara terbuka. Kehadiran lalat putih dan kutu trip dapat dikesan seawal minggu ketiga selepas pemindahan (transplan) anak pokok, manakala hama cili dikesan pada minggu keempat. Hama menunjukkan peningkatan signifikan ( $p < 0.05$ ) terhadap keterukan serangan bermula minggu kelapan berbanding dengan perosak lain. Selepas 12 minggu pemindahan anak pokok, keterukan serangan paling tinggi dicatatkan oleh hama cili ( $p < 0.01$ ) dengan menyebabkan sehingga 84% keterukan serangan. Manakala kutu trip mampu menyebabkan keterukan serangan sekitar 30% dan lalat putih 17%. Walaupun keterukan serangan secara terus disebabkan lalat putih rendah berbanding dengan serangan perosak yang lain, namun serangan ini merupakan vektor utama virus pada cili benggala dan kehadirannya mampu menyebabkan penyakit virus merebak dengan cepat.



Rajah 1. Peratus keterukan serangan tiga perosak utama cili benggala mengikut usia tanaman selepas pemindahan (transplan) anak pokok cili benggala di dalam SPH

### Kutu trip

Serangga halus yang berbentuk bujur dan berwarna hitam, perang atau kuning [Gambar 1(a)]. Serangga perosak ini menyerang daun, bunga dan buah cili benggala. Ia mengikis semasa menghisap sap (cecair daun) menyebabkan terdapat kesan kikisan keperangan pada permukaan bahagian yang diserang. Simptom serangan menyebabkan daun menjadi kecil, terbantut, berkerekot dan melengkung ke atas [Gambar 1(b)]. Manakala putik bunga diserang menjadi layu dan gugur [Gambar 1(c)]. Kecacatan bentuk dan kesan kikisan berwarna perang dapat dilihat jika berlaku serangan pada buah cili benggala [Gambar 1(d)]. Berdasarkan kajian yang dijalankan, terdapat tiga spesies kutu trip yang ditemui dan dikenal pasti iaitu *Scirtothrips dorsalis*, *Thrips palmi* dan *Thrips hawainenses*. Antara semua perosak ini, kutu trip *T. palmi* menunjukkan kadar kehadiran yang paling tinggi menyerang cili benggala.



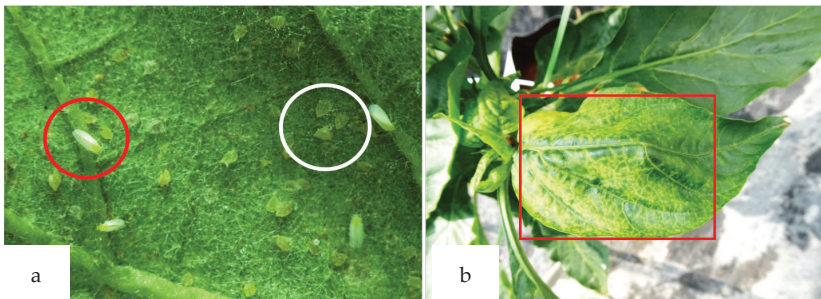
Gambar 1. (a) Morfologi kutu trip di bawah mikroskop (pembesaran 100×), (b) Daun berkerekot dan melengkung ke atas, (c) Putik bunga layu dan (d) Buah mempunyai kesan kikisan

### Lalat putih (*Bemisia tabaci*)

Serangga kecil, putih, bersayap dan berada di bahagian bawah daun [Gambar 2(a)] Serangga ini menghisap cecair atau sap daun yang menyebabkan daun menjadi berbintik-bintik (klorosis), berkerekot dan jika populasi terlalu tinggi mampu menyebabkan daun layu, pertumbuhan kulat jelaga (*sooty mold*) dan daun gugur. Lalat putih menghasilkan manisan yang menggalakkan



pertumbuhan kulat jelaga yang menutupi permukaan daun dan menyebabkan gangguan pada proses fotosintesis dan pertumbuhan pokok. Namun, yang lebih merisaukan adalah kerana lalat putih merupakan vektor (agen penyebaran) utama virus pada tanaman cili [Gambar 2(b)]. Serangga ini menyebarkan virus daripada satu pokok ke pokok lain semasa menghisap cecair/sap daun. Justeru, amat penting untuk mengawal kehadiran serangga ini bagi mengelakkan sebaran virus.



Gambar 2. Kehadiran lalat putih pada tanaman cili benggala. (a) Lalat putih dewasa (bulatan merah) (1.0 – 1.5 mm) dan nimfa lalat putih (bulatan putih) (0.3 – 0.6 mm) dan (b) Jangkitan virus pada daun cili benggala yang disebarkannya

### Hama cili (*Polyphagotarsonemus latus*)

Perosak kecil berkaki lapan yang menghisap cecair atau sap dari bahagian bawah daun [Gambar 3(a)]. Berwarna putih kekuningan namun saiznya sangat kecil (0.5 – 2.0 mm) hingga sukar dilihat dengan mata kasar. Serangan awal dapat dilihat apabila pucuk atau daun muda kelihatan layu. Manakala serangan yang serius mampu menyebabkan daun berkerinting, mengecil, tirus dan melengkung ke bawah serta petiol memanjang [Gambar 3(b)]. Pertumbuhan pokok akan terbantut dan hasil buah berkurangan.

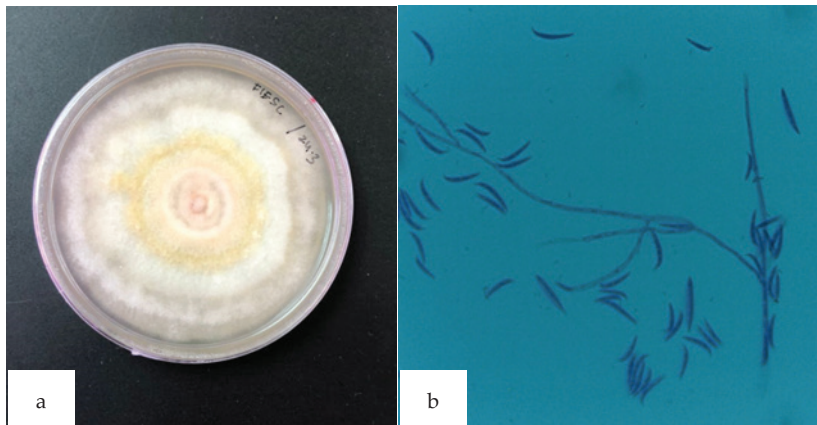


Gambar 3. (a) Saiz hama cili benggala yang sangat kecil (0.5 – 2.0 mm) dan (b) Simptom daun berkeretak, melengkung ke bawah dan petiol (anak panah) cili benggala memanjang akibat serangan hama cili

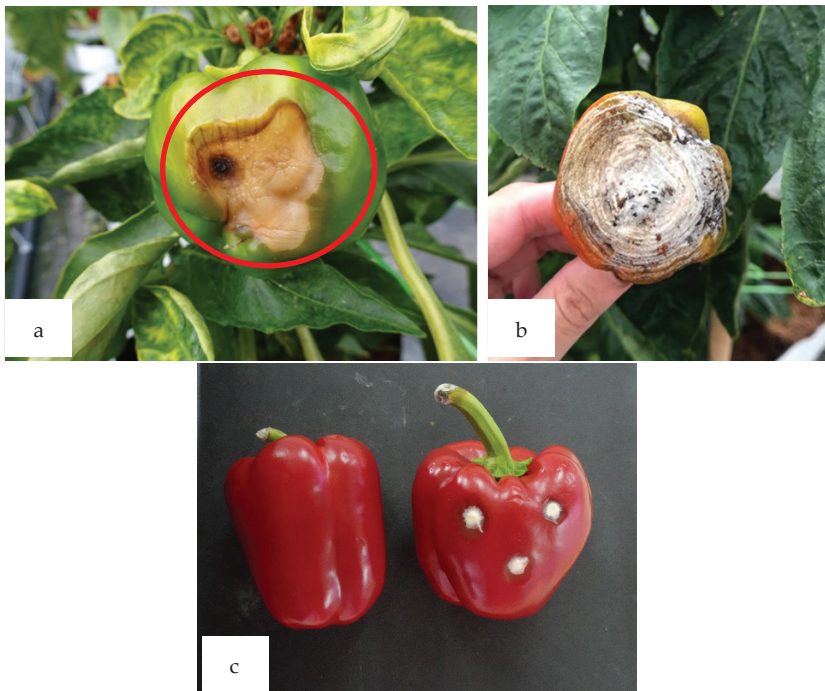
### Penyakit utama cili benggala

Sepanjang pemantauan dijalankan, terdapat dua penyakit utama dikenal pasti pada cili benggala iaitu virus yang disebabkan oleh beberapa jenis virus dan penyakit reput buah (*fruit rot*) akibat jangkitan kulat *Fusarium incarnatum equiseti* spesies kompleks (FIESC). Secara amnya, virus merupakan antara patogen utama kepada tanaman cili dan disebarkan oleh serangga penghisap cecair seperti lalat putih. Semakin tinggi kehadiran lalat putih semakin tinggi kadar jangkitan virus pada tanaman cili benggala. Pada tanaman cili benggala secara khususnya, simptom serangan yang sering ditemui adalah pembentukan mozek (gabungan bintik-bintik berbagai warna) pada daun dan menunjukkan daun berkerekot dan daun melengkung sama ada ke atas atau ke bawah. Kesan serangan yang teruk mampu menyebabkan pokok menjadi terbantut dan tidak mampu mengeluarkan hasil. Sehingga kini, tiada rawatan yang berkesan untuk mengawal jangkitan virus pada tanaman. Justeru, langkah terbaik adalah mengawal kehadiran serangga vektor (seperti contoh lalat putih) dan menggunakan bahan tanaman yang bebas penyakit.

Penyakit reput buah pada cili benggala adalah disebabkan oleh kulat patogen FIESC (*Gambar 4*) yang dilihat mampu memberi kesan yang buruk terhadap hasil cili benggala jika tidak dikawal pada peringkat awal. Simptom jangkitan boleh dilihat apabila terdapat kesan buah menjadi lebam atau lesi hitam dan kemudian terdapat spora berwarna putih ke merah jambu menyelaputi permukaan yang diserang (*Gambar 5*). Di bahagian dalam buah akan terdapat pembentukan miselia kulat berwarna putih. Buah cili benggala yang diserang teruk akan reput dan gugur. Jangkitan ini dilihat lebih mudah berlaku pada buah cili benggala yang hampir matang di pokok. Kulat *Fusarium* mudah tersebar kerana sporanya yang bersaiz mikro mudah diterbangkan angin, percikan air atau tersebar melalui sentuhan.



*Gambar 4.* Morfologi kulat *Fusarium incarnatum equiseti* spesies kompleks (FIESC). (a) Di atas medium dekstrosa kentang (PDA) kelihatan berwarna putih kekuningan manakala secara mikroskopik (b) Makrokonidia kulat ini berbentuk seperti bulan sabit dengan 3 – 5 bilangan septa (pembesaran 400×)



Gambar 5. Jangkitan reput buah oleh kulat *Fusarium* pada cili benggala. (a) Buah menjadi lebam dan lesi hitam (bulatan merah) terbentuk, (b) Miselia putih dan spora menyaluti permukaan buah yang diserang dan (c) Kesan jangkitan pada buah cili benggala yang diinokulasi dengan kulat *Fusarium* (kanan) dalam ujian Koch's Postulate

### Pengurusan perosak dan penyakit cili benggala

Salah satu cara yang paling berkesan untuk menguruskan perosak di bawah struktur pelindung hujan (SPH) tanaman adalah dengan mengelakkan kemasukan atau kehadiran mereka ke dalam SPH terlebih dahulu yang lebih dikenali sebagai kawalan pencegahan. Ini boleh dicapai dengan memastikan sumber anak benih bebas daripada perosak sejak dari rumah semaian. Selain itu, pastikan SPH disanitasi dengan baik menggunakan bahan sanitasi atau racun makhluk perosak bersesuaian sebelum operasi pemindahan anak pokok semaian.

### Kawalan kultur

Kekalkan kebersihan SPH yang baik adalah penting untuk mencegah kehadiran perosak. Ini termasuk menghapuskan rumpai di kawasan sekitar kerana berkemungkinan rumpai boleh menjadi perumah kedua (*secondary host*) bagi perosak. Amalan penyiraman dan pembajaan yang betul juga boleh membantu mengurangkan tekanan kepada tumbuhan dan kurang pendedahan kepada serangan perosak. Pembajaan yang tidak seimbang seperti berlebihan nitrogen (N) akan menggalakkan lagi kehadiran serangga penghisap cecair. Bahagian tanaman yang telah diserang teruk oleh perosak atau penyakit dibuang bagi mengelakkan

daripada menjadi sumber inokulum. Pastikan pengudaraan di dalam SPH dalam keadaan yang baik. Pemangkasan daun dilakukan jika perlu bagi mengelakkan keadaan lembap pada persekitaran pokok yang mampu menggalakkan kehadiran dan penyebaran patogen seperti kulat *Fusarium*.

### **Kawalan biologi**

Kawalan biologi melibatkan penggunaan musuh semula jadi seperti serangga pemangsa, parasit atau kulat entomopatogenik [*entomopathogenic fungi* (EPF)] untuk mengawal perosak cili benggala. Serangga yang bermanfaat seperti kabuh kura-kura, serangga renda hijau dan lalat sirfid boleh diperkenalkan ke dalam struktur pelindung tanaman untuk mengawal perosak secara semula jadi. Di negara-negara Eropah dan Amerika Syarikat, penggunaan hama pemangsa seperti *Amblyseius swirskii* dan parasitoid *Erectmocerus* spp. telah digunakan secara meluas bagi kawalan perosak seperti lalat putih di dalam SPH. Selain itu, kulat entomopatogenik (EPF) daripada jenis *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium muscarium* dan *Metarhizium anisopliae* digunakan sebagai agen kawalan mikrob untuk mengawal serangga perosak. Kulat entomopatogen merupakan kulat yang bermanfaat dan tidak berbahaya kepada tumbuhan, kesihatan manusia dan alam sekitar. Kulat ini mempunyai hos serangga (perumah) yang spesifik. Sebagai contoh, syarikat Koppert telah mengeluarkan satu produk berasaskan kulat in dengan jenama Mycotal<sup>®</sup> yang mempunyai kadar keberkesanan yang baik untuk mengawal perosak lalat putih, kutu trip dan afid. Selain itu, kawalan perosak-perosak ini juga boleh dilakukan menggunakan minyak hortikultur yang berasaskan minyak tumbuhan seperti minyak daun semambu (*neem oil*) atau minyak mineral. *Neem oil* mempunyai bahan aktif 'Azadirachtin' yang mampu bertindak sebagai bahan penolak (*repellent*) dan juga bahan membunuh perosak dengan mengganggu proses pertumbuhan dan pembiakan. Manakala, minyak mineral bertindak dengan melemaskan serangga perosak. Penggunaan kulat bermanfaat seperti kulat *Trichoderma* pula mampu membantu mengawal penyakit serta meningkatkan ketahanan tanaman. Kulat ini merangsang sistem imun tanaman menjadikan tanaman lebih tahan terhadap serangan penyakit.

### **Kawalan kimia**

Terdapat pelbagai racun kimia yang boleh digunakan dalam mengawal serangga perosak cili benggala (*Jadual 1*). Walau bagaimanapun, adalah penting untuk memilih racun perosak yang berkesan terhadap perosak sasaran. Elakkan menggunakan racun bersifat spektrum luas (*broad spectrum*) kerana mampu memberi kesan terhadap serangga bermanfaat. Racun perosak harus digunakan mengikut arahan label dan lakukan penggiliran racun perosak dengan mode tindakan (*mode of action*) yang berbeza untuk mencegah pembangunan rintangan racun perosak. Racun kimia makhluk perosak perlu digunakan secara berhemah dan



tidak digunakan secara berlebihan daripada yang dibenarkan kerana dikhuatiri isu sisa racun yang melebihi had maksimum residu (MRL). Ini boleh memudaratkan pengguna dan pencemaran kepada alam persekitaran. Penggiliran racun boleh dilakukan dengan berpandukan tempoh kitar hidup serangga perosak. Ini bagi memastikan setiap generasi perosak itu tidak mampu mewujudkan kekebalan terhadap satu jenis racun serangga. Kelas bagi mode tindakan racun boleh disemak melalui laman sesawang IRAC (<https://irac-online.org>). Semburan mestilah dilakukan dengan memberi fokus di bahagian bawah daun kerana perosak-perosak ini kebiasaannya berlindung di bahagian tersebut.

Jadual 1. Pelbagai bahan perawis aktif [*active ingredient* (a.i)] racun perosak sebagai pilihan untuk kawalan perosak cili benggala (lalat putih, kutu trip dan hama cili)

Kumpulan IRAC	Perawis aktif	Lalat putih	Kutu trip	Hama cili
1A	Carbosulfan		✓	
1B	Dimethoate			✓
12A	Diafenthion	✓	✓	✓
21A	Fenpyroximate			✓
23 + 6	Spiromesifen + abamectin	✓		
4A	Imidacloprid	✓	✓	
	Acetamiprid	✓		
4A + 3A	Imidacloprid + Beta cyfluthrin	✓		
	Thiametoxam + lamda cyhalothrin	✓		
5	Spinetoram		✓	
	Spinosad		✓	
6	Abamectin	✓		✓
19	Amitraz			✓
23	Spirodichlofen			✓

Sumber: <http://www.irac-online.org/>

Bagi penyakit pula, sehingga kini tiada racun yang boleh diguna pakai untuk melawan serangan virus jadi menghapuskan serangga vektor adalah pilihan terbaik. Kawalan kulat *Fusarium* boleh dilakukan menggunakan beberapa jenis racun kulat kimia dengan a.i seperti pyraclostrobin, benomyl, carbendazim, bromuconazole, prochloraz dan fludioxil mengikut sukatan, bancuhan dan kaedah semburan pada label bungkusan/botol. Penggiliran racun kulat juga amat digalakkan dan mode tindakan boleh disemak di laman sesawang FRAC (<https://frac-online.org>). Semasa semburan racun kimia, pengusaha perlulah memastikan

diri memakai pakaian bersesuaian seperti penggunaan topeng muka (N95) dan peralatan perlindungan peribadi (PPE) untuk mengelakkan kesan mudarat racun perosak.

### **Kesimpulan**

Pemantauan dan pengenalpastian perosak dan penyakit utama cili benggala di bawah SPH telah menemukan tiga perosak utama termasuk lalat putih, kutu trip dan hama cili. Manakala penyakit virus dan reput buah disebabkan kulat *Fusarium incarnatum-equiseti species complex* (FIESC) dilihat berpotensi menjadi masalah utama penanaman cili benggala di tanah rendah. Pengesanan perosak dan penyakit yang tepat dapat membantu pengusaha membuat strategi pengurusan perosak dan penyakit yang berkesan sekali gus meminimumkan kehilangan pengeluaran cili benggala.

### **Penghargaan**

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan Malaysia (KPKM) dan Pusat Penyelidikan Hortikultur (HR), Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) atas pembiayaan untuk penyelidikan ini menerusi geran penyelidikan pembangunan P21400010170526. Setinggi-tinggi penghargaan juga diucapkan kepada semua pihak yang telah memberi sumbangan dalam menayakan penyelidikan ini.

### **Bibliografi**

- Bethke, J. A., & Paine, T. D. (1991). Screen whole size and barriers for exclusion of insect pests of glasshouse crops. *Journal of Entomological Science*, 26(1), 169–177.
- Butt, T., Carreck, N., Ibrahim, L., & Williams, I. (1998). Honey-bee-mediated infection of pollen beetle (*Meligethes aeneus* Fab.) by the insect-pathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 8, 533–538.
- DOA. (2023). Statistik Tanaman sayur-sayuran dan Tanaman Kontan 2022 (p. 220).
- 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.
- Kolanthasamy, Elango, Gajendran, Vijayalakshmi, Pandi, Arunkumar, & Raajendiran, Surya. (2021). Arthropod pest management tactics under protected cultivation. *Advanced in Agriculture Technology*, 14, 55–69.
- Jovicich, E., Cantliffe, D.J., Sargent, S.A., & Osborne, L. S. (2005). *Production of greenhouse-grown peppers in Florida 1*. Florida: University of Florida IFAS Extension.

## Ringkasan

Penanaman cili benggala (*Capsicum annum* L.) mempunyai nilai ekonomi yang signifikan di Malaysia. Kebiasaannya cili benggala ditanam di tanah tinggi di bawah struktur pelindung seperti struktur perlindungan hujan (SPH). Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) telah memulakan penyelidikan untuk menilai varieti cili benggala terpilih untuk penanaman di tanah rendah. Kajian ini bukan sahaja memberi tumpuan kepada varieti berhasil tinggi, tetapi juga untuk mengenal pasti perosak dan penyakit utama yang menimbulkan risiko kepada produktiviti tanaman agar langkah pengurusan perosak dapat dilakukan dengan segera dan berkesan. Berdasarkan pemerhatian dan penilaian, tiga perosak utama telah dikenal pasti menyebabkan serangan pada cili benggala iaitu kutu trip (*Thrips* spp.), lalat putih (*Bemisia tabaci*) dan hama cili (*Polyphagotarsonemus latus*). Sementara itu, dua penyakit utama yang menjejaskan cili benggala adalah jangkitan virus yang disebarkan oleh lalat putih dan reput buah yang disebabkan oleh kulat daripada jenis *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC). Beberapa strategi pengurusan perosak dicadangkan secara kawalan kultur, kawalan biologi yang melibatkan musuh semula jadi dan kawalan kimia menggunakan racun perosak dengan berhemah untuk mengelakkan kesan sebaliknya kepada pengusaha dan persekitaran. Strategi dan langkah pengurusan perosak yang tepat mampu meminimumkan kerosakan dan kerugian kepada pengusaha.

## Summary

The cultivation of bell pepper (*Capsicum annum* L.) has significant economic value in Malaysia. Usually bell pepper, are grown in highlands under protective structures, such as rain shelter. The Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) has started research to evaluate selected varieties of bell pepper for cultivation in lowlands. This study focuses not only on high-yielding varieties but also on identifying major pests and diseases that pose a risk to crop productivity so that pest management measures can be carried out promptly and effectively. Based on the observations and assessments, three major pests have been identified to cause attacks on the bell pepper, namely thrips (*Thrips* spp.), white fly (*Bemisia tabaci*) and broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*). Meanwhile, the two main diseases affecting the bell pepper are viral infections spread by white flies and fruit rot caused by fungi of the *Fusarium incarnatum-equiseti* type (FIESC). Several pest management strategies are proposed through culture control, biological control involving natural enemies and chemical control using pesticides prudently to avoid the opposite impact on entrepreneurs and the environment. Proper pest management strategies and measures can minimise damage and losses to future operators.

**Pengarang**

Wan Muhammad Azrul Wan Azhar  
Pusat Penyelidikan Hortikultur,  
Ibu Pejabat MARDI,  
Persiaran MARDI-UPM,  
43400 Serdang, Selangor  
E-mel: [wmazrul@mardi.gov.my](mailto:wmazrul@mardi.gov.my)

Suhanna Ahmad, Nur Farhanah Ishak, Zulaikha Mazlan, Siti Ilyani Arifin, Farah  
Huda Sjfani Suherman, Rozeita Laboh (Dr.) dan Nor Hazlina Mat Sa'at  
Pusat Penyelidikan Hortikultur,  
Ibu Pejabat MARDI,  
Persiaran MARDI-UPM,  
43400 Serdang, Selangor