

Kawalan biologi kumbang merah palma (RPW), perosak tanaman kelapa (Biological control of red palm weevil, pest of coconut)

Nor Ahya Mahadi, Wan Khairul Anuar Wan Ali, Amiran Ngah,
Mohd Hafizudin Zakaria, Anuar Abdullah, Noor Azlina Masdor,
Mazidah Mat, Wahizatul Afzan Azmi dan Rul Hajar Muda

Pengenalan

Kelapa (*Cocos nucifera*) yang sering dipanggil sebagai ‘tanaman seribu guna’ merupakan salah satu daripada tanaman industri yang penting di Malaysia dengan jumlah pengeluaran sebanyak 566,595 tan metrik pada 2021 dan disenaraikan sebagai salah satu daripada sumber kekayaan baharu negara. Walau bagaimanapun, tanaman industri ini sering diancam dengan pelbagai masalah serangan perosak dan salah satu daripadanya ialah kumbang merah palma.

Kumbang merah palma [*red palm weevil (RPW)*] atau nama saintifiknya *Rhynchophorus ferrugineus* (Gambar 1) merupakan perosak invasif tanaman kelapa di Malaysia. Serangga ini hanya memerlukan tempoh 2 – 3 bulan bagi melengkapkan kitar hidupnya daripada peringkat telur sehingga dewasa. Sifat perosak ini yang suka bersembunyi menyebabkan serangannya sukar dikesan pada peringkat awal dan kebiasaannya, serangan RPW terhadap kelapa akan menyebabkan kematian pokok tersebut dalam tempoh yang singkat. Antara simptom (Gambar 2) yang dijadikan sebagai panduan dalam pengenalpastian serangan RPW adalah seperti yang berikut:

- Penghasilan lelehan berwarna keperangan atau ‘gummosis’
- Pelepah kelapa yang jatuh membentuk seperti payung
- Pangkal pelepah yang merekah
- Lubang pada pangkal pokok dengan sisa sabut yang berbau masam
- Bahagian dalam batang pokok yang lompong dan berbau masam



Gambar 1. Kumbang merah palma

Serangan dan pengurusan RPW di Malaysia

Perosak RPW mula dikesan di Malaysia pada tahun 2007 di kesemua tujuh daerah di negeri Terengganu. Berdasarkan bancian yang telah dilakukan pada 2011 ke atas 800 hektar kawasan kelapa di sekitar estet, kampung, taman dan ladang menunjukkan bahawa RPW telah menyerang sehingga 55,000 tanaman kelapa. Sehingga kini, populasi perosak tersebut telah tersebar hampir ke



Gambar 2. Simptom serangan RPW pada tanaman kelapa

semua negeri di Semenanjung Malaysia dan menjadikan tanaman kelapa, nipah, sagu, kurma serta palma hiasan lain sebagai perumahnya.

Sehingga kini, kawalan yang digunakan dalam pengurusan serangan RPW adalah termasuk kawalan secara kimia melalui suntikan batang, semburan dan siraman, kawalan secara fizikal menggunakan perangkap feromon serta sanitasi ladang. Penetapan had nilai 'tangkapan harian *Rhynchophorus*' atau *Rhynchophorus trapped daily* (RTD) telah menjadi panduan dalam penentuan tahap serangan perosak tersebut melalui pengiraan purata tangkapan harian menggunakan perangkap feromon.

Di Malaysia, status penggunaan agen kawalan biologi dalam pengurusan perosak kelapa atau palma masih pada tahap yang rendah kerana kebanyakan peladang masih bergantung sepenuhnya pada kawalan kimia. Secara umumnya, terdapat hanya beberapa jenis entomopatogen yang telah dikomersialkan sebagai biopestisid di Malaysia seperti biopestisid berasaskan bakteria *Bacillus thuringiensis* bagi kawalan serangga Lepidoptera dan biopestisid berasaskan kulat *Metarhizium anisopliae* subsp. *major* bagi kawalan kumbang badak.

Walau bagaimanapun, kaedah kawalan sedia ada masih belum mampu mengurangkan populasi RPW. Justeru, MARDI dengan kerjasama Universiti Malaysia Terengganu (UMT) dan Jabatan Pertanian telah membangunkan satu kaedah kawalan biologi RPW menggunakan *Metarhizium anisopliae* strain MET-GRA4 yang diformulasikan dalam bentuk larutan serta diaplikasikan di lapangan bersama perangkap berferomon baharu berkonsepkan tangkap-lepas.

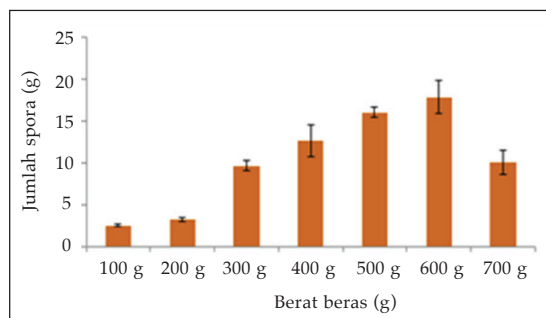
Kajian optimasi pertumbuhan spora *M. anisopliae* dan pembangunan formulasi

Teknologi kawalan biologi yang telah dibangunkan melalui hasil kerjasama MARDI dan UMT bersama DOA ini merupakan pembangunan biopestisid berasaskan kulat yang digabungkan bersama perangkap berferomon rekaan baharu dengan konsep tangkap-lepas. Sistem ini dibangunkan melalui beberapa peringkat yang meliputi pelbagai komponen utama termasuk penghasilan *M. anisopliae* strain MET-GRA4 secara pukal bagi mendapatkan spora yang banyak dan mempunyai viabiliti yang tinggi. Kulat *M. anisopliae* dapat dihasilkan secara pukal (Gambar 3) dengan menggunakan substrat beras dan kajian menunjukkan bahawa berat beras sebanyak 600 g dapat menghasilkan jumlah spora yang tertinggi (Rajah 1). Selain itu, beras yang dimasak pula didapati dapat menghasilkan spora dengan viabiliti yang tinggi iaitu >90% (Jadual 1).

Kajian optimasi pertumbuhannya mendapati tempoh inkubasi selama empat minggu serta penambahan 2.5 – 3.00% yis bersama 15 mL kandungan air diperlukan bagi menghasilkan 1.39 g spora MET-GRA4 dengan kadar pertumbuhan spora sekitar 77.14 – 86.43%.



Gambar 3. Proses penghasilan spora MET-GRA4



Rajah 1. Hasil spora (g) yang dituai daripada pelbagai berat substrat dengan tiga replikasi. Bar mewakili min \pm SEM berbeza

Jadual 1. Peratus viabiliti spora MET-GRA4 yang terhasil daripada tiga kondisi substrat berbeza

Kondisi substrat	Peratus viabiliti (%)
Beras dimasak sepenuhnya	91.06 \pm 0.87
Beras separuh masak	80.48 \pm 1.35
Beras tidak masak	Tiada spora terhasil

Sementara itu, spora MET-GRA4 (Gambar 4) yang telah terhasil kemudiannya diformulasikan dalam bentuk larutan setelah melalui pelbagai peringkat pengujian bagi mengoptimasikan komponen formulasi tersebut. Tujuan formulasi dihasilkan adalah untuk meningkatkan keberkesanan kawalan dengan cara memanjangkan tempoh hayat spora,



Gambar 4. Spora MET-GRA4 yang telah dihasilkan

meningkatkan ketahanannya dalam keadaan suhu berbeza serta memudahkan pengaplikasian di lapangan. Selain itu, sistem kawalan biologi ini juga melibatkan pembangunan perangkap berferomon baharu yang menggunakan konsep tangkap-lepas yang bertujuan untuk memudahkan sebaran spora MET-GRA4 sebelum menjangkiti koloni RPW. Setelah komponen-komponen utama ini dibangunkan, pengujian keberkesanan terhadap kawalan RPW dilaksanakan di peringkat makmal dan lapangan.

Keberkesanan formulasi MET-GRA4 terhadap kawalan RPW

Kajian efikasi di peringkat makmal (Gambar 5) menunjukkan bahawa formulasi MET-GRA4 berkepekatan 10^8 dan 10^6 masing-masing berupaya menyebabkan 88% dan 60% kematian RPW dewasa serta 76% dan 86% kematian peringkat larva dalam tempoh 10 hari (Jadual 2). Formulasi MET-GRA4 didapati dapat bertahan sekurang-kurangnya selama 4 bulan dalam suhu bilik.

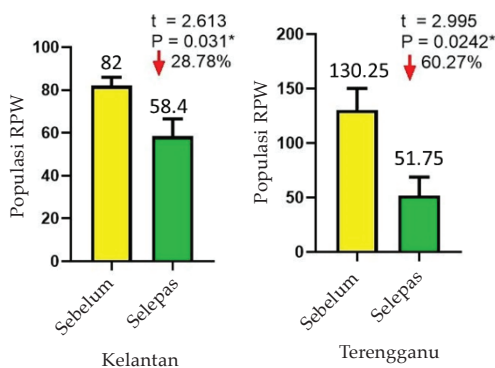


Gambar 5. Kajian bio-esei MET-GRA4 ke atas RPW di makmal

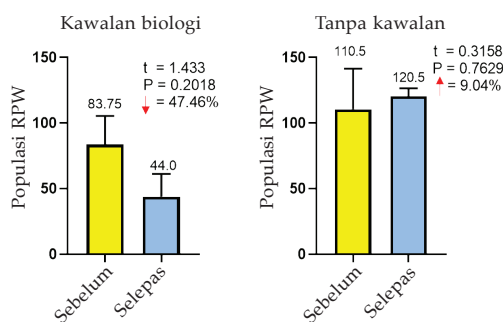
Jadual 2. Kesan kepekatan larutan MET-GRA4 ke atas peratus mortaliti larva dan dewasa RPW dalam tempoh 10 hari. Abjad yang sama di dalam kolom adalah tidak signifikan pada $p < 0.05$

Kepekatan (spora/mL)	Peringkat RPW	
	% mortaliti larva \pm S.E	% mortaliti dewasa \pm S.E
10^8	76 \pm 0.37a	88 \pm 0.26a
10^6	86 \pm 0.35a	60 \pm 0.42a
10^4	46 \pm 0.67b	28 \pm 0.45b
10^2	23 \pm 0.92c	8 \pm 1.09c
Kawalan	0 \pm 0d	0 \pm 0d

Kajian lapangan selama setahun menggunakan MET-GRA4 berkepekatan 10^6 pula dikombinasikan dengan perangkap berferomon rekaan baharu menunjukkan penurunan signifikan populasi RPW sebanyak 60.27% di lokasi kajian di Terengganu dan 28.78% di Kelantan dalam tempoh kajian (Rajah 2). Perbandingan populasi RPW di kawasan kajian di Terengganu juga dibandingkan dengan populasi di kawasan tanpa rawatan dalam daerah yang sama dan keputusan menunjukkan bahawa terdapat penurunan populasi bagi lokasi yang menggunakan kawalan biologi sementara peningkatan populasi bagi lokasi tanpa kawalan (Rajah 3).



Rajah 2. Perbandingan populasi RPW sebelum dan selepas rawatan kawalan biologi bagi tiga lokasi di Kelantan dan Terengganu



Rajah 3. Perbandingan populasi RPW sebelum dan selepas rawatan bagi dua lokasi di Terengganu menggunakan kawalan biologi dan tanpa kawalan

Mekanisme kawalan biologi RPW

M. anisopliae strain MET-GRA4 merupakan kulat entomopatogen yang berupaya menjangkiti RPW yang menyentuhnya. Secara ringkasnya, *M. anisopliae* menjangkiti RPW (perumah) melalui enam peringkat iaitu; pelekatan, percambahan, pembentukan appresorium, penembusan, kolonisasi hemolimfa dan sporulasi. Peringkat pelekatan berlaku apabila konidia iaitu spora aseksual *Metarhizium* sp. melekat pada permukaan epikutikel RPW melalui kombinasi beberapa proses dan kehadiran protein yang membantu pelekatan. Setelah spora kulat tersebut melekat pada permukaan luar badan RPW, ia mula bercambah bagi menghasilkan tiub percambahan sebelum membentuk appresorium. Proses pembentukan appresorium adalah penting untuk mengekalkan tekanan (*turgor pressure*) untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan semasa peringkat penembusan kutikel RPW di samping berfungsi merembeskan musilaj. Selain itu, peringkat penembusan pula melibatkan pelbagai jenis enzim yang membantu dalam proses hidrolasi kutikel. Antara enzim yang terlibat adalah seperti *chitinase* dan *protease* yang bertindak secara sinergistik untuk mencerna lapisan kulit serangga perumah. Semasa peringkat kolonisasi hemolimfa, destruxins

pula dihasilkan untuk mengganggu respons tindak balas imun selular dan humoral perumah. Kematian RPW mula dilihat pada peringkat ini. Di peringkat sporulasi pula, hifa mula menembusi keluar daripada lapisan kutikel dan membentuk jaringan padat berserta spora. Serangga lain yang menyentuh RPW yang terinfeksi juga turut dijangkiti oleh kulat MET-GRA4. Selain RPW dewasa, kulat *M. anisopliae* strain MET-GRA4 juga berupaya menjangkiti peringkat larva. Simptom yang akan kelihatan setelah RPW dijangkiti oleh kulat ini termasuk penghasilan spora kulat yang berwarna kehijauan pada bahagian badannya.

Bagi pengaplikasian di lapangan, kulat MET-GRA4 digunakan bersama perangkap berferomon baharu berkonsepkan tangkap-lepas. Feromon menarik RPW masuk ke dalam perangkap. Formulasi MET-GRA4 yang disembur akan membasahi permukaan corong perangkap yang dilapisi dengan lapisan keratan guni. RPW yang masuk ke dalam perangkap akan dijangkiti dengan MET-GRA4 yang telah disembur dan terbang keluar daripada perangkap membawa bersama MET-GRA4 di badannya. RPW yang terbang mencari makanan atau pasangan akan memindahkan MET-GRA4 yang dibawa kepada RPW lain di kawasan serangan tersebut dalam tempoh 3 – 4 hari sebelum mati. Dengan kaedah kawalan biologi ini dijangka pengurangan populasi RPW di kawasan penanaman kelapa dapat dikurangkan.

Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang dijalankan, sistem kawalan biologi ini didapati dapat menurunkan populasi RPW sebanyak 60.27% di Terengganu dan 28.78% di Kelantan dalam tempoh kajian. Ini membuktikan bahawa kaedah ini berupaya digunakan sebagai kawalan biologi bagi perosak RPW pada tanaman kelapa. Penggunaan kulat entomopatogen dalam pengawalan RPW ini juga secara tidak langsung dapat mengurangkan kebergantungan terhadap racun kimia yang berbahaya kepada hasil tanaman dan pengguna.

Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menjayakan kajian ini terutamanya En. Ahmad Syazwan Ismail, Pn. Nurul Hidayah Husin, En. Khairul Idzwan Ayub, En. Badrulhisham Ibrahim, En. Tajul Ariffin Aziz Yusof, En. Shahrizan Adanan dan En. Hazwan Kamaruzzaman yang bertanggungjawab dalam melakukan pensampelan di ladang, pemeliharaan serangga, pembangunan formulasi, penyelenggaraan perangkap dan pengambilan data populasi. Penghargaan juga ditujukan kepada MARDI yang telah menyediakan dana bawah Projek Pembangunan bagi menjalankan kajian ini.

Bibliografi

- Insyirah, I. (2018). Optimization of *Metarhizium anisopliae* (MET-GRA4 strain) mass production: A bio control agent against red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. Master thesis. Universiti Malaysia Terengganu, Terengganu, Malaysia
- Jabatan Pertanian Malaysia (2017). Prosedur Operasi Standard (SOP): Kawalan Perosak Kumbang Merah Palma (RPW). Jabatan Pertanian Malaysia
- Mohd Najib, A., Siti Ramlah, A.A., Mohamed Mazmira, M.M. dan Mohd Basri, W. (2014). Efficacy of BAFOG-1 (S), formulated local *Bacillus thuringiensis* for controlling bagworm, *Pteroma pendula* (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of Oil Palm Research* 25(2): 228 – 234
- Ramle, M., Norman, K., Ang, B.N., Siti Ramlah, A.A. dan Mod Basri, W. (2007). Application of powder formulation of *Metarhizium anisopliae* to control *Oryctes rhinoceros* in rotting oil palm residues under leguminous cover crops. *Journal of Oil Palm Research* 19(1): 319 – 331
- Wahizatul, A.A., Zazali, C., Abdul, R. dan Nurul'Izzah, A.G. (2013). A new invasive coconut pest in Malaysia: the red palm weevil (Curculionidae: *Rhynchophorus ferrugineus*). *Planter* 89 (1043): 97 – 110
- Wan Khairul Anuar, W.A., Nor Ahya, M., Norma, H., Mazidah, M., Noor Azlina, M., Ahmad Syazwan, I., Anuar, A., Khairul Idzwan, A., Ahmad Azinuddin, A.R., Nurul Ain, A., Badrol Hisham, I., Azman, J., Amiran, N., Shahrizan, A., Badrulhadza, A., Rawaida, R., Mohd Nazri, B. dan Nur Saliha, A.Z. (2021). Population dynamic and incidence of red palm weevil (RPWf), *Rhynchophorus ferrugineus* on red zone coconut planting areas in Malaysia. 31st Malaysian Society of Plant Physiology Conference Webinar, "Plant Resiliense and Productivity in New Environmental Era, 16-17 November 2021. m.s. 61 – 62

Ringkasan

Penggunaan kaedah kawalan perosak secara biologi yang lebih mesra alam seperti biopestisid dilihat semakin menjadi pilihan dalam industri pertanian di Malaysia dan formulasi biopestisid berasaskan kulat bagi pengurusan perosak RPW ini dijangka dapat memberi impak yang positif dalam pengurusan perosak kelapa. Artikel ini membincangkan secara lanjut berkaitan pengenalan simptom serangan RPW, mekanisme kawalan biologi RPW, penghasilan kulat *M. anisopliae* strain MET-GRA4 secara pukal serta kajian keberkesanannya di makmal dan lapangan. Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem kawalan biologi baharu ini berkesan untuk digunakan dalam pengurusan RPW di kawasan penanaman kelapa.

Summary

The application of more environmental-friendly biological control methods such as biopesticides are increasingly becoming an option in the agricultural industry in Malaysia. Fungal-based biopesticide formulation for RPW management are expected to have a positive impact on coconut pest management. This article discusses in more detail on the identification of RPW attack symptoms, biological control mechanism of RPW, mass production of *M. anisopliae* strain MET-GRA4 as well as its efficacy study in laboratory and field. The results show that this biological control system has bright potential to be used in the management of RPW in coconut plantations.

Pengarang

Nor Ahya Mahadi

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri
MARDI Bagan Datuk, 36304 Sungai Sumun, Perak
E-mel: ahya@mardi.gov.my

Wan Khairul Anuar Wan Ali

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri
MARDI Bagan Datuk, 36304 Sungai Sumun, Perak

Amiran Ngah

Pejabat Ketua Pengarah, MARDI Kuala Terengganu
Km 10, Jalan Kelantan-Manir, 20700 Kuala Terengganu, Terengganu

Anuar Abdullah

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI Bachok
Kampung Aur, Mukim Telong Jalan Kandis, 16310 Bachok, Kelantan

Mohd Hafizudin Zakaria

Pusat Penyelidikan Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 UPM Serdang, Selangor

Noor Azlina Masdor (Dr.)

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 UPM Serdang, Selangor

Wahizatul Afzan Azmi (Prof. Madya Dr.)

Pusat Pengajian Sains Marin dan Sekitaran
Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu

Mazidah Mat (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 UPM Serdang, Selangor

Rul Hajar Muda

Bahagian Biosekuriti Tumbuhan Negeri Terengganu
Kompleks Pertanian Daerah Kuala Terengganu
Km 7, Jalan Kuala Berang, 20050 Kuala Terengganu, Terengganu